



HAL
open science

Vignes et oliviers: formes sauvages et cultivées en France méditerranéenne

Catherine Breton, Romain Courault, Marianne Cohen, Andre Berville, Patrice This

► **To cite this version:**

Catherine Breton, Romain Courault, Marianne Cohen, Andre Berville, Patrice This. Vignes et oliviers: formes sauvages et cultivées en France méditerranéenne. Stéphane Angles. Atlas des paysages de la vigne et de l'olivier en France méditerranéenne, Quae, pp.165-176, 2014, 9782759222117. hal-01956633

HAL Id: hal-01956633

<https://hal.science/hal-01956633>

Submitted on 21 May 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

in Angles S. (Ed.), 2014. Atlas des paysages de la vigne et de l'olivier en France méditerranéennes, Ed. Quae, pp.165-176

Vignes et oliviers : formes sauvages et cultivées en France méditerranéenne

Auteurs :

Catherine Breton (UMR AGAP), Romain Courault (Université Paris Diderot – Paris 7),
Marianne Cohen (UMR LADYSS – Université Paris Diderot), André Bervillé (UMR AGAP),
Patrice This (UMR AGAP)

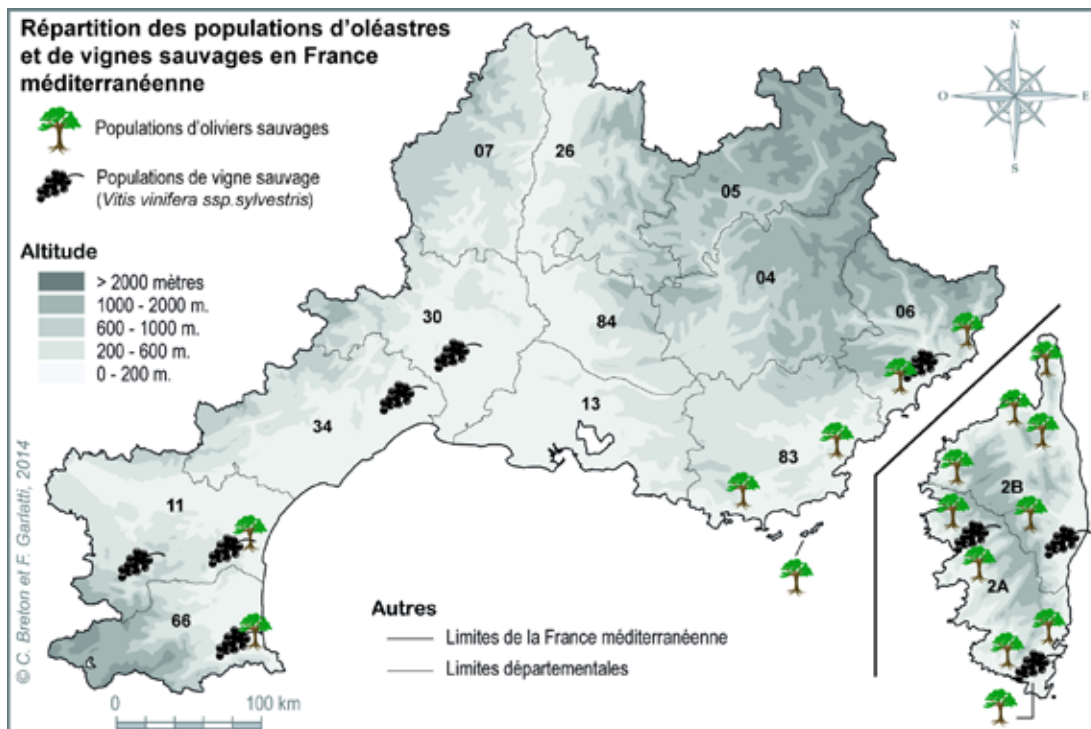
Vignes et oliviers sauvages en France méditerranéenne

Les populations de vignes sauvages

Des populations de vignes sauvages ou lambrusques (*Vitis vinifera ssp. sylvestris*) se rencontrent, entre autres, en France méditerranéenne en Languedoc-Roussillon (Aude, Hérault, Gard, Pyrénées-Orientales), en PACA (Var, Alpes Maritimes) et dans l'Ardèche (carte 10.1). En raison du statut de protection de ces populations en France (protection de niveau national), il est préférable de garder leur localisation suffisamment imprécise. Les effectifs relevés sont très faibles (quelques individus, voire 2 à 3 seulement selon le niveau de prospection) et se situent en terrain ouvert en bordure ou à proximité des cultures.

Carte 10.1: Les populations de vignes sauvages et d'oléastres en France méditerranéenne

Sources : Données extraites et modifiées du MNT GDEM ASTER V2 et de la BD IGN-GEOFLA® Ed. 2013 ; Données sur les populations de vignes sauvages et d'oléastres fournies par l'UMR AGAP, Manuel De Vecchi (2007), Sandrine Picq (2011), Lacombe et al 2003, De Levadoux 1956 et Bouby et al. (2013) ; Traitement cartographique : F. Garlati (2014).



Reconnaître une vigne sauvage ou lambrusque vraie, d'une vigne ensauvagée ou cultivée n'est pas toujours aisé selon le stade de végétation. Au stade végétatif, la différenciation de la morphologie des feuilles n'est jamais certaine. Au stade de la floraison, la vigne sauvage est

in Angles S. (Ed.), 2014. Atlas des paysages de la vigne et de l'olivier en France méditerranéennes, Ed. Quae, pp.165-176

dioïque, elle porte soit des fleurs femelles (présence du pistil et absence d'étamines), soit des fleurs mâles (absence du pistil et présence d'étamines), alors que la vigne cultivée portent toujours des fleurs hermaphrodites (pistil et étamines présents dans la même fleur) sur tous les rameaux mais l'observation des fleurs n'est possible que sur une courte période. La confirmation de la reconnaissance se fait donc en laboratoire par une analyse moléculaire de l'ADN qui révèle une série de polymorphismes (marqueurs) propres à chaque forme. En outre, les vignes sauvages peuvent être croisées par des vignes cultivées en raison de flux de gènes : ainsi les fleurs des hybrides se révèlent « sauvages » alors que le génome est d'une forme « hybride ». En automne, la distinction entre les formes cultivées et sauvages demeure difficile car l'absence ou la présence de fruits sur un individu ne permet pas de le déclarer sûrement comme mâle ou comme femelle (il y a un statut mâle et femelle chez l'individu sauvage mais pas chez le cultivé).

La situation du lieu de relevé (site naturel, absence d'aménagements anthropiques) ne fournit qu'un maigre indice en faveur de la présence de formes sauvages. L'isolement géographique et l'isolement génétique constituent deux paramètres indépendants en raison de la coïncidence de floraison entre les formes sauvages et cultivées. D'autres critères peuvent influencer les flux de gènes comme le vent dominant au moment de la floraison ou l'encaissement du lieu. Chaque situation nécessite une étude détaillée pour cerner les paramètres qui prévalent sur le lieu étudié.

La vigne a été domestiquée en un centre unique (Géorgie, Iran, régions bordant la mer Caspienne) puis introduite en Europe de l'ouest par deux voies : l'une a suivi les côtes méditerranéennes et l'autre a emprunté la vallée du Danube puis celles du Rhin et du Rhône. Les variétés domestiquées sont très différentes par leur résistance au froid.

La généalogie des variétés de vigne est relativement bien connue : les croisements initiaux sont identifiés et les marqueurs moléculaires, grâce aux récents tests de recherche de paternité, permettent de retrouver les origines de bon nombre de cépages. La diversité des cépages marque fortement le paysage d'automne par la diversité des couleurs qu'ils prennent avant la chute des feuilles.

Les populations d'oliviers sauvages ou oléastres

L'olivier a été domestiqué en plusieurs régions du Bassin méditerranéen car les marqueurs des variétés se rattachent à différents oléastres méditerranéens. Les variétés ont été diffusées dans le Bassin méditerranéen lors de migrations d'est en ouest. C'est pourquoi les variétés occidentales ne se retrouvent pas à l'est, alors que celles de l'est correspondent à de nombreuses variétés occidentales. La généalogie des variétés n'est pas connue et les tests de paternité sont peu efficaces : peu de variétés ont été analysées pour les polymorphismes qui permettraient de les différencier. De plus, chez l'olivier, l'ancienneté des variétés est rarement attestée par des sources historiques fiables et la présence de noyaux dans les sites archéologiques permet d'identifier le groupe variétal, mais pas la variété (Breton, 2006; Breton et al., 2006).

Si l'olivier sauvage est discret, l'olivier ensauvagé ou abandonné est fréquent dans toutes les régions de culture de l'olivier, en particulier dans les oliveraies délaissées depuis plusieurs siècles (carte 10.1). Ces dernières sont très nombreuses : la France comptait près de 50 millions d'oliviers cultivés au milieu du XIX^{ème} siècle contre 5 millions actuellement. Elles se situent dans divers types de situation : en terrain ouvert, sur les littoraux ou dans des lieux escarpés éloignés des cultures. Les oiseaux sont d'importants vecteurs du transport des

noyaux. Les populations d'oliviers ensauvagés sont très fréquentes et leur diversité génétique est très grande. Malgré leur faible intérêt économique, elles constituent une ressource génétique pour l'avenir et un type de paysage oléicole qui représente un réel patrimoine.

L'oléiculture en France a subi de nombreuses catastrophes climatiques (gelées de 1709, du petit âge glaciaire entre 1780 et 1800, de 1820) suivies d'une lente régression due à la concurrence avec les huiles de graines dès les années 1850. Ceci explique que 80 % des oliveraies françaises furent arrachées, reconverties en d'autres cultures (notamment la vigne) ou abandonnées pour évoluer peu à peu en pinèdes et chênaies. Aujourd'hui, les oliviers abandonnés marquent encore les paysages et peuvent réapparaître après une exploitation des forêts car leurs souches perdurent. La toponymie rappelle souvent l'ancienne présence d'oliviers.

La localisation des populations d'oliviers abandonnés reste très imprécise car le couvert végétal les masque, mais il suffit de coupes à blanc pour les retrouver. L'olivier ensauvagé peut apparaître quand les terres sont en friche et certains poteaux de lignes électriques sont entourés d'oliviers ensauvagés ou féral* ensemencés par les oiseaux. Si le terrain n'est pas entretenu, ces individus peuvent atteindre l'âge adulte. Les olivettes abandonnées marquent profondément le paysage des collines et de moyenne montagne par la couleur du feuillage des oliviers.

La différenciation entre l'oléastre et l'olivier, cultivé, abandonné ou ensauvagé, n'est jamais très nette sur le terrain selon la morphologie des feuilles ou des fruits, ni en laboratoire avec les marqueurs de l'ADN car les flux de gènes entre les deux formes sont permanents depuis la domestication de l'olivier. Il existe de nombreuses formes férales issues de noyaux et poussant sur un sol pauvre qui ressemblent à un oléastre. Un olivier, issu d'un noyau féral ou d'oléastre, conserve pendant de nombreuses années, voire plusieurs dizaines d'années, un port juvénile (petites feuilles opposées, rameaux piquants, absence de floraison) : on le désignait comme *Olea buxifolia* (Olivier à feuilles de buis). Il n'y a donc que l'analyse moléculaire de l'ADN pour déterminer si les polymorphismes s'apparentent à ceux de l'olivier ou de l'oléastre.

Les variétés cultivées ne sont donc pas identifiables des formes abandonnées sans analyse des marqueurs moléculaires. Les oliviers abandonnés végètent et ne produisent pas ou peu de fruits, éléments essentiels pour identifier la variété. Dans quelques cas, une oliveraie abandonnée peut être réhabilitée en oliveraie de production, mais cela nécessite du temps. Si l'arbre remis en production après recépage a été greffé, la variété qui apparaît peut correspondre à l'ancien porte-greffe. Cela s'observa après les recépages consécutifs au gel de 1956 : ce fut le cas des variétés Filayre noire et Filayre rouge reconnues par Christian Pinatel.

La photographie aérienne peut être très utile pour repérer les olivettes abandonnées car elle révèle le canevas de plantation, difficile à discerner au sol en raison des broussailles. L'histoire du lieu est insuffisante pour distinguer une origine sauvage ou cultivée car la longévité de l'olivier est telle que les traces anthropiques ont pu disparaître.

Les cépages indigènes en France Méditerranéenne

Carte 10-2 : Les cépages indigènes en France méditerranéenne

Sources : *Données extraites et modifiées de la BD IGN-GEOFLA® Ed. 2013 ; Données sur les cépages issues de PlantGrap ; Traitement cartographique : F. Garlati (2014).*

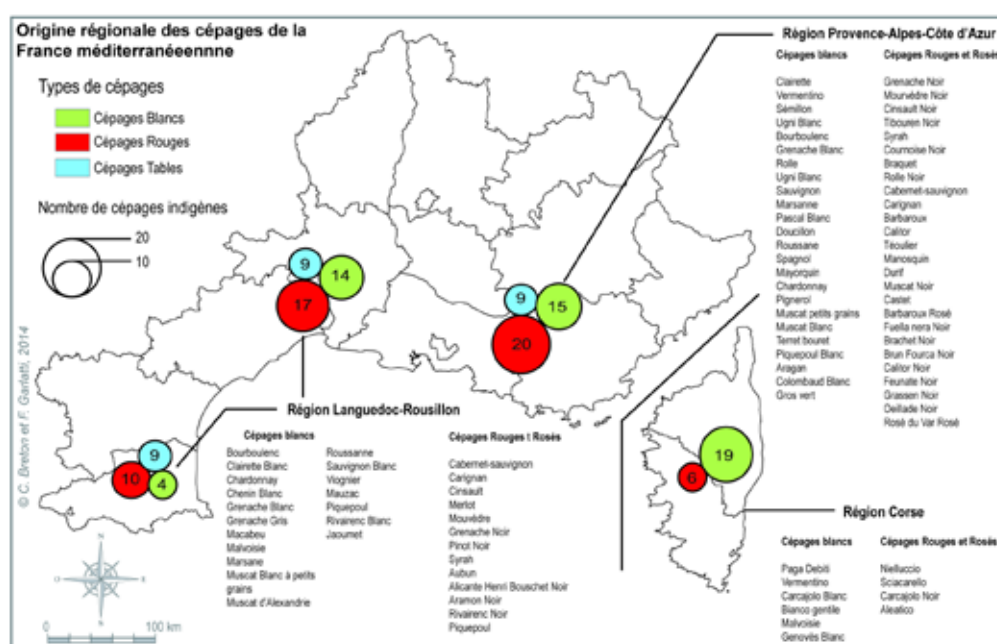


Tableau 10-1 : Nombre de cépages considérés comme indigènes selon les régions :

Sources : *Données sur les cépages issues de PlantGrap.*

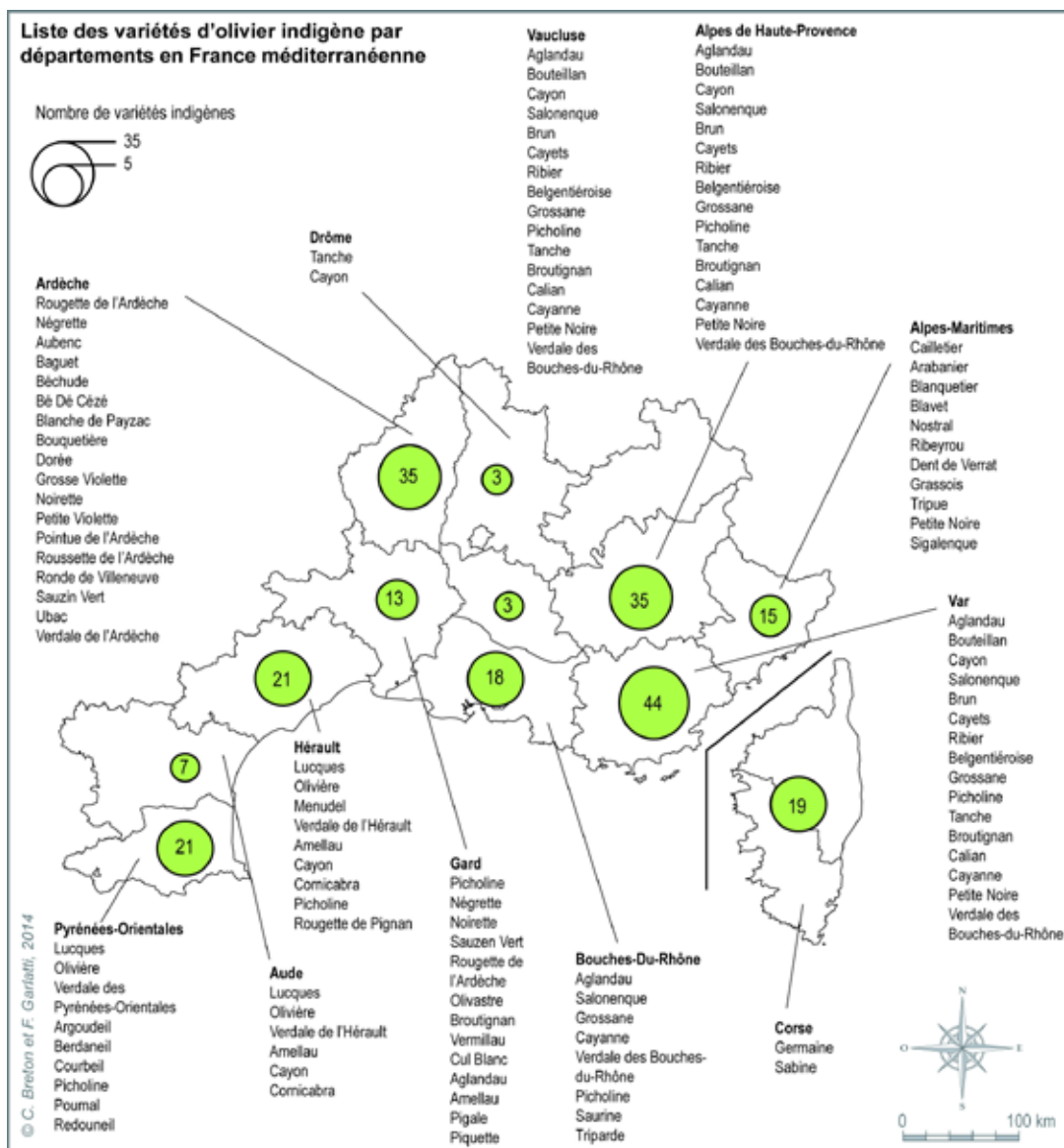
Région	Rouge	Blanc	Table
Languedoc	17	14	9
Roussillon	10	4	9
PACA	20	10	9
Corse	6	19	0

La génétique ne peut pas préciser le lieu d'origine des cépages. Pour cela, il faut recouper des recherches historiques, paléobotaniques, archéologiques et d'autres sources pour déterminer si un cépage est indigène ou non. Malgré tout, ces différentes sources ne permettent pas toujours de trouver la région d'origine d'un cépage.

Les variétés indigènes d'olivier en France Méditerranéenne

Carte 10-3 : Les principales variétés d'olivier indigènes en France méditerranéenne

Sources: Données extraites et modifiées de BD IGN-GEOGFLA® Ed.2013 ; données sur les variétés d'olivier fournies par l'AFIDOL; traitement cartographique : F. Garlatti (2013).

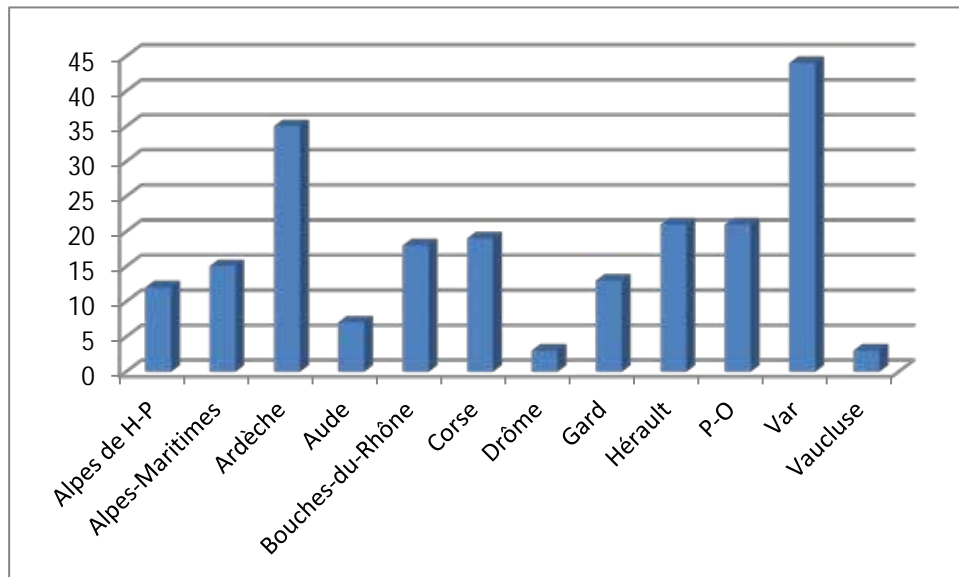


La comptabilisation des variétés d'oliviers (plus de 200 en France) est toujours délicate en raison des confusions entre dénominations et variétés. De nombreuses zones d'oliviers abandonnés restent encore à analyser et la liste des clones potentiels est susceptible de s'allonger. Les analyses génétiques de l'ADN des variétés ne sont pas encore toutes réalisées et, les analyses des polymorphismes faites nécessitent un long travail d'interprétation.

in Angles S. (Ed.), 2014. Atlas des paysages de la vigne et de l'olivier en France méditerranéennes, Ed. Quae, pp.165-176

Figure 10-1 : Nombre de variétés indigènes par département (en tenant compte des synonymies levées par les analyses moléculaires de l'ADN)

Sources : Besnard (2001), Breton (2006), Breton et al. (2006), Bronzini et al. (2002), Moutier, 2009), AFIDOL (2012), Ruby (1918), Donadey (2013), Martre (2013), Bervillé, Breton (2013) ; réalisation : UMR AGAP.



Le Var, l'Ardèche, les Pyrénées-Orientales et l'Hérault montrent une importante diversité que l'on attribue à des événements de sélection locale à partir d'introductions anciennes et d'oléastres locaux. L'origine de la diversité en Corse est attribuée à des domestications locales et des introductions provenant de régions italiennes voisines. Dans le tableau 10.2, les données ont été filtrées pour correspondre au mieux à l'origine des variétés par département. Ainsi, bien que la variété Picholine soit cultivée assez largement en PACA, son origine a été située dans le Gard. Les variétés dites mineures n'incluent pas les variétés expérimentales qui ne correspondent qu'à de très rares individus répertoriés.

Le paysage languedocien est marqué par les Lucquiers cultivés en terrasse, taillés et formés en plateau (fig. 10.2).

Figure 10.2 : Oliviers de variété Lucques (ou Lucquiers) à Saint-Jean-de-la-Blaquière (Hérault).

Source : © C. Breton (2012).



Figure 10-3 : Oliveraies en bordure des terres rouges (« ruffes »), à Saint-Jean-de-la-Blaquière

Source : © C. Breton (2012).



Les Flux de gènes chez la vigne et l'olivier

Le pollen est un organe fragile soumis à des facteurs environnementaux drastiques tels que le rayonnement Ultra-Violet et la température élevée en juin-juillet. Une fois émis de la plante-mère, pour la vigne et l'olivier, il est transporté par le vent qui déterminera la distance parcourue. Il est difficile de connaître le temps de conservation du pouvoir fécondant : la collecte de pollen sur les filtres utilisés en aérologie est donc sans rapport avec les flux polliniques efficaces pour la production de fruits. Il existe pourtant une corrélation forte entre la quantité de pollen de l'espèce et la production de fruits.

Les données expérimentales précises sur le transport du pollen chez l'olivier sont rares. Toutes les expérimentations de croisements contrôlés réalisées sur l'olivier montrent que la pollinisation libre – due au nuage de pollen présent dans un verger donné – donne des taux de nouaison* très variables dans un verger et entre vergers d'une région. L'hétérogénéité du nuage pollinique efficace pour la fécondation est d'autant plus élevée que le pollen perd rapidement son pouvoir fécondant.

Avec des vents forts (60-80 km/h) le pollen peut parcourir de longues distances et au-delà de 10 minutes son pouvoir fécondant diminue très rapidement. Le nombre de grains de pollen émis par un olivier adulte est très élevé, la libération du pollen s'étale sur une semaine environ, et la dissémination du pollen est donc très variée selon le régime des vents. Il n'est donc pas surprenant qu'à l'échelle du verger ou à celle de la région, les données soient très variables.

Pour la vigne, le pollen est plus lourd, moins dispersé sur les longues distances, mais il peut néanmoins parcourir des centaines de mètres et il n'y a pas de système d'auto-incompatibilité.

Les flux de gènes entre vigne sauvage et cépages

Les populations de lambrusques (*Vitis sylvestris*) ont de très faibles effectifs. Certaines populations se situent dans des zones naturelles à proximité de vignes cultivées : de ce fait, les flux de gènes polliniques des vignes cultivées vers les vignes sauvages sont intenses. Néanmoins, les lambrusques sont pérennes et vivent plusieurs dizaines d'années, leur renouvellement est donc lent et la population évolue très lentement. Une population de vigne sauvage compte peu d'individus. Les individus doivent être analysés avec leurs marqueurs moléculaires pour vérifier leur nature : on constate qu'ils portent différentes proportions de génome sauvage en raison des flux de gènes avec la vigne cultivée. La proportion d'individus mâles (forme sauvage) est majoritaire par rapport aux hermaphrodites (forme domestiquée).

Figure 10.4: Vigne de nature encore indéterminée dans le Cirque de Navacelles (Hérault).

Source : © C. Breton (2012).



Entre l'oléastre et l'olivier en France méditerranéenne

Les populations d'oléastres en France méditerranéenne sont constituées d'individus imposants, probablement très âgés et avec une répartition variable et espacée. Le système de reproduction de l'olivier et de l'oléastre étant mal connu, aucune mesure de flux de gènes n'a été entreprise hormis dans le Var (Breton 2006). La comparaison de 52 variétés du Var et des oléastres échantillonnés sur la côte et dans les îles varoises montre que seules quelques variétés ont un apparentement étroit avec les oléastres locaux. Les études de l'ADN tendent à prouver que les flux de gènes d'oléastres vers les oliviers cultivés – le pollen des oléastres ont produit des fruits sur les oliviers – ont conduit à quelques variétés cultivées repérées parmi les 52 variétés varoises. Or, les autres variétés s'apparentent à des formes trouvées en Italie, Espagne, Proche-Orient et en Afrique du nord. En outre, il est difficile de penser que seulement quelques variétés aient conduit à des formes férales. Ces deux constats conduisent à penser que la présence des oléastres du Var est antérieure à l'introduction des variétés. Ces derniers s'apparentent au groupe de la Méditerranée nord-occidentale et apparaissent donc comme indigènes (Breton, 2006). En dehors de témoignages archéologiques, il est difficile de connaître quand se sont faites les combinaisons avec les variétés introduites.

Figure 10-5: Oliviers abandonnés en corbeille dans le Cirque de Navacelles (Hérault)

Source : © C. Breton (2012).

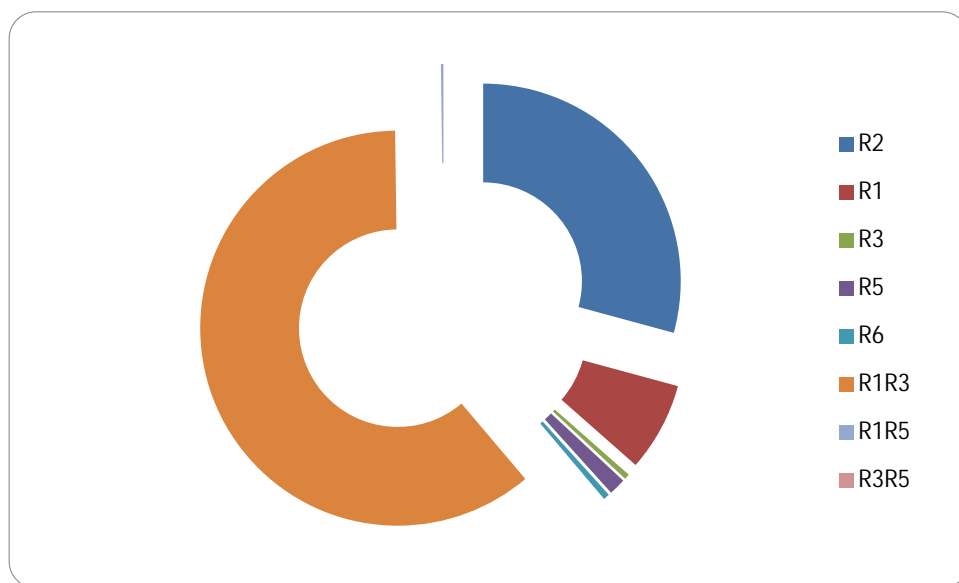


Les flux de gènes pour l'olivier dans le département de l'Hérault (étude réalisée durant l'été 2013)

Malgré la discontinuité des cultures, les flux de pollen se produisent entre les îlots de vergers. Chaque variété d'olivier produit du pollen qui exprime au niveau de la paroi pollinique les protéines spécifiées par les 2 allèles d'auto-incompatibilité du génotype de l'arbre mère, puis du tube pollinique s'il germe. C'est un système sporophytique* très différent de ce qui se produit pour les Rosacées (cerisier, abricotier, pommier...) qui bénéficie d'un système gamétophytique*. Le pollen de l'olivier se répartit en 8 classes du fait des relations de dominance entre les six allèles-S caractérisés et les fleurs de chaque variété ne peuvent être fécondées que par les grains de pollen qui ne portent aucun des 2 allèles du stigmate.

Figure 10-6 : Fréquence des 8 types de pollen d'olivier pour le département de l'Hérault, recensée pour plus de 122 000 arbres d'après les statistiques annuelles anonymes de production

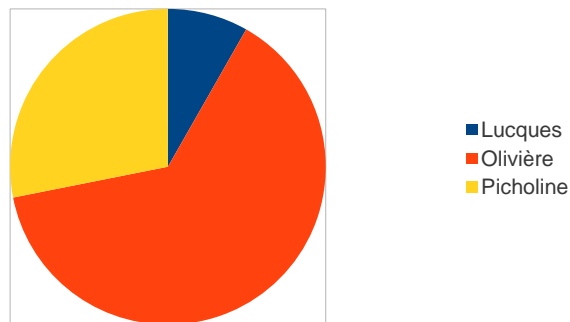
Sources : Données extraites et remaniées d'après Breton et Bervillé (2012) et les données de l'AFIDOL et de différents moulins ; réalisation : C. Breton et A. Bervillé (2014).



NB : l'extrapolation à 190000 arbres dans l'Hérault augmente la proportion de pollen R2, R3 et R1R3 qui sont déjà majoritaires.

**Figure 10.7 : Proportion de grains de pollen compatibles avec les variétés d'olivier
Olivière, Picholine et Lucques dans l'Hérault**

Sources : Données extraites et remaniées d'après Breton et Bervillé (2012) et les données de l'AFIDOL et de différents moulins ; réalisation : C. Breton et A. Bervillé (2014).



Une analyse statistique a été établie sur la fécondation de plus 114 000 oliviers dans le département de l'Hérault. La variété Lucques est R2R3, la Picholine est R1R3 et l'Olivière est R2R4. Ces variétés reçoivent des flux de pollen compatible très inégaux (fig. 10.5). Pour en tenir compte dans les vergers. Il faudrait alors reconsidérer le nombre et le génotype des polliniseurs* pour une pollinisation correcte de toutes les variétés. Ces statistiques ne tiennent pas compte des oliveraies en haies fruitières –comptabilisées en fruitiers - souvent composées d'Arbequina (R1R3) et Arboussana (R2R4). Dans ce cas, la proportion de R1R3 et R2 augmente sensiblement et Lucques en est d'autant plus pénalisée.

L'Olivière est plutôt bien pollinisée (64% de pollen compatible), la Picholine l'est beaucoup moins (28% de pollen compatible), mais du fait des fluctuations de densité pollinique de l'air, certains vergers peuvent être très mal pollinisés. Enfin, la Lucques (8% de pollen compatible) ne peut donc accepter qu'une infime proportion du pollen disponible ; aussi est-elle très mal pollinisée en moyenne et en certains lieux les arbres ne produiront aucun fruit. Même si ces variétés sont considérées comme auto-compatibles, il faut toujours leur adjoindre des polliniseurs pour assurer le meilleur rendement, en particulier dans des conditions de stress thermique et en cas de pluies durant la floraison.

Cette situation se produit dans toutes les régions de France avec plus ou moins d'intensité, et les variétés comme Lucques, Tanche, Bouteillan, Verdale de l'Hérault ou Aglandau sont mal pollinisées en raison de la prévalence de l'allèle R2. C'est la répartition régionale des allèles d'auto-incompatibilité qui en est responsable et il est donc important de bien l'estimer pour introduire suffisamment de polliniseurs compatibles dans les vergers afin d'y remédier. .

Pour en savoir plus :

Les résultats de pollinisation contrôlée chez l'olivier sont publiés : Moutier et al. (2006) ; Farinelli et al. (2006) ; Koubouris (2009) ; Groupe pollinisation AFIDOL (2009) ; Breton et Bervillé (2012), Seifi et al. (2012). Ces études reprennent les analyses de pollinisation libre et montrent que l'auto-incompatibilité des variétés aggrave considérablement le déficit de la pollinisation libre dans les régions où les polliniseurs sont insuffisants pour quelques variétés majeures.

Paysage et diversité génétique des oliviers

En région méditerranéenne, l'adaptation au changement climatique est un enjeu important pour le maintien de l'agriculture. Dans ce contexte, la préservation de la diversité génétique représente un atout. Les oliviers sauvages constituent une réserve de gènes utiles aux oliviers cultivés. A contrario, les oliviers cultivés sont susceptibles d'appauvrir cette banque génétique « sauvage », appauvrissement potentiel que l'on peut cartographier pour mieux préserver cette biodiversité*.

La carte 10.4 représente le flux pollinique potentiel entre des oliviers cultivés et un olivier féral*, et donc leurs possibilités de fécondation croisée et d'hybridation. Le point de départ de l'étude est une parcelle oléicole de Valflaunès (Hérault) : le pollen y est mobilisé par le vent et rencontre divers obstacles, avant de féconder un olivier sauvage. La journée du 29 mai 2009, chaude et ensoleillée, propice à la pollinisation de l'olivier a été choisie. Le vent souffle du nord-est, en rafales de 11 km/h. Cette direction de vent est fréquente pendant la saison pollinique (31% des relevés par Météo-France en 2000-2010).

Le panache de pollen, transporté selon la direction du vent de nord-est à 10 m d'altitude, parcourt 5,5 km en 30 minutes. Or le pouvoir fécondant de l'olivier diminue très rapidement au-delà de 10 minutes. Grâce à la faible distance entre la parcelle oléicole et l'olivier sauvage (3,8 km) et à leur alignement nord-est/sud-ouest, le pollen émis depuis les oliviers cultivés est susceptible d'atteindre l'olivier féral en 21 minutes.

Toutefois, à l'échelle des versants et du paysage, le flux de pollen va subir des contraintes. La brise thermique matinale fait descendre l'air frais dans les fonds de vallée, et avec lui le nuage de pollen, forcé à contourner les obstacles topographiques dont les altitudes excèdent 250 mètres. Les rugosités paysagères ralentissent aussi le transport du pollen (les forêts et les vignes représentent 26 % des surfaces dans un rayon de 5 km autour du Pic-Saint Loup). Enfin, la concentration en pollen diminue avec la distance à la source. Au sein de ce gradient de contraintes, le trajet de moindre-coût trace le chemin potentiellement le plus court entre les oliviers cultivés et l'olivier sauvage. A travers le paysage, le temps de parcours du grain de pollen s'allongerait de 8 minutes, soit 29 minutes de trajet. Son pouvoir fécondant sera alors très faible voire nul.

Le rôle favorable du vent de nord-est est donc atténué par les brises thermiques et les rugosités paysagères. Une validation sur le terrain pourrait confirmer ces conclusions, la réussite de la pollinisation dépendant aussi de facteurs génétiques. Ajouter des barrières paysagères entre les vignes pourrait contribuer à protéger le patrimoine génétique de l'olivier sauvage. Le Laurier-sauce, *Laurus nobilis*, espèce méditerranéenne susceptible d'atteindre une hauteur d'une dizaine de mètres, pourrait être choisi pour constituer ces haies.

Carte 10.4 : Modélisation des flux polliniques entre oliviers cultivés et sauvages à Valfaunès (Hérault) au cours de la journée du 29 mai 2009 à 9h du matin.

Sources : Données extraites et modifiées de la BD IGN Alti® Ed. 2012, du CORINE Land Cover 2006, statistiques de vent de Météo-France (2000-2010), relevés polliniques (RNSA, 2003-2010). ; auteur : R. Courault (2014); réalisation graphique : F. Garlatti (2014).

