

Développement d'itinéraires techniques pour optimiser le caractère fruité des Vins et des Cidres (DIVIN CIDRE)

Contexte et objectifs

Pour les vins comme pour les cidres, l'arôme est un élément important dans l'appréciation des produits par les consommateurs mais aussi dans l'acte de ré-achat. Ceux-ci recherchent globalement pour les cidres, un profil aromatique fruité, avec bien évidemment une régularité de cette caractéristique. La maîtrise de la qualité aromatique des cidres, et la capacité à proposer une offre segmentée sur le plan sensoriel, font partie des demandes importantes de la filière.

Différentes études scientifiques ont porté sur l'effet de la composition des moûts sur la production d'arômes fruités par les levures. Mais, ces études se limitent généralement à la prise en compte d'un seul facteur nutritionnel et d'une seule famille de composés volatils (esters ou arômes variétaux de type thiols).

L'approche originale proposée dans le projet DIVIN CIDRE (2019-2023) consiste à prendre en considération plusieurs facteurs nutritionnels (azote, lipides) de la composition des moûts pour mieux expliquer la génération des composés aromatiques marqueurs du fruité. Dans le cadre de ce projet, différents objectifs finalisés sont poursuivis :

- Comprendre l'impact de la composition des moûts sur la génération des arômes responsables du fruité
- Évaluer l'impact du choix de la matière première (variété, maturité...) et des opérations préfermentaires (clarification haute et basse...) sur les critères clés de la composition des moûts
- Définir des stratégies de pilotage du fruité par la maîtrise préalable de la qualité des moûts

Caractérisation de la composition des moûts de pommes

Au cours du millésime 2019, des moûts contrastés ont été collectés par l'IFPC. Les moûts provenaient, soit de différents opérateurs de la filière, soit de fabrications en conditions pilotes contrôlées sur la base d'itinéraires supposés comme favorisant la diversité. Cette collecte a servi à évaluer la diversité des moûts en termes de composition.

La Figure 1A présente la distribution des moûts selon la teneur en azote assimilable. Ainsi, dans les moûts collectés en 2019, la teneur en azote assimilable s'étend de 6 à 84 mg/L avec une teneur moyenne de 42 mg/L, ce qui est relativement faible.

La Figure 1B fait apparaître la distribution des moûts selon la teneur en précurseurs de thiols. Une partie de ces précurseurs est à l'origine de thiols variétaux qui sont connus pour leur contribution à la composante aromatique fruitée des cidres.

La Figure 1C illustre la teneur en acides gras libres (AGL) dans différents types de moûts. Les moûts obtenus par clarification haute ont des teneurs moyennes en AGL plus importantes que ceux des obtenus par dépectinisation. En effet, la clarification haute favoriserait une plus grande extraction des lipides provenant des bourbes.

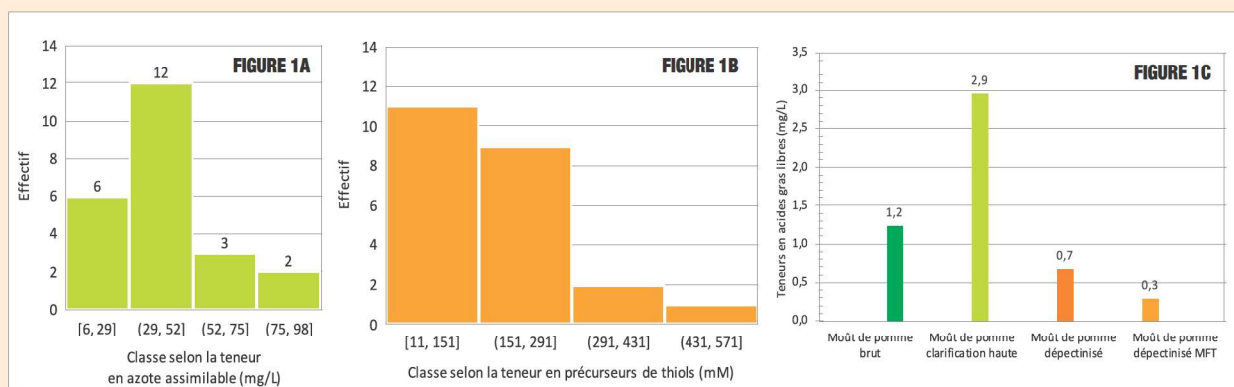


Figure 1 : Distribution des effectifs en fonction de la teneur en azote assimilable (A), en précurseurs de thiols (B) ; Teneurs en acides gras libres selon le type de produits (C).

Identification des facteurs nutritionnels clés dans la composition des moûts favorisant la production des composés volatils fruités

Dans le cadre d'un plan expérimental mené conjointement avec l'INRAE SPO, nous avons étudié l'effet de l'azote assimilable et des lipides (apportés par les bourbes) sur la composante aromatique fruitée des cidres. Pour cette étude, les fermentations ont été conduites avec *Saccharomyces uvarum*, une souche de levure d'origine cidricole.

L'analyse statistique des données montre le rôle prépondérant des **nutriments azotés dans la synthèse des arômes fermentaires**. Cette étude met notamment en évidence **l'effet positif de l'azote initial sur la formation d'esters d'acétate et d'esters éthyliques**. En effet, dans les conditions testées, plus il y a d'azote initialement présent dans le moût, plus la production en esters d'acétate et éthyliques est importante dans les cidres. Cette observation constitue un résultat d'intérêt pour la filière cidricole, car ces esters contribuent de manière importante à la composante aromatique fruitée des cidres.

La Figure 2 illustre bien l'effet positif de l'azote sur la génération d'esters d'acétate. La teneur en acétate d'isoamyle (aux notes de banane) est multipliée par un facteur 9 (Figure 2A), entre la modalité à faible teneur initiale en azote (45,7 mg/L) dans les moûts, et celle à forte teneur initiale en azote (144,4 mg/L). Cet effet positif de l'azote est également observé sur la formation d'autres esters d'acétate, dont l'acétate d'hexyle (aux notes de poire) avec un facteur 7 (Figure 2B). A contrario, le phényléthanol aux notes florales / rose est impacté négativement par l'azote (Figure 2C). Ces résultats viennent confirmer ceux déjà obtenus dans le cadre d'autres projets menés par l'IFPC et laissent envisager la possibilité de moduler le profil aromatique des cidres et de diversifier ainsi la gamme.

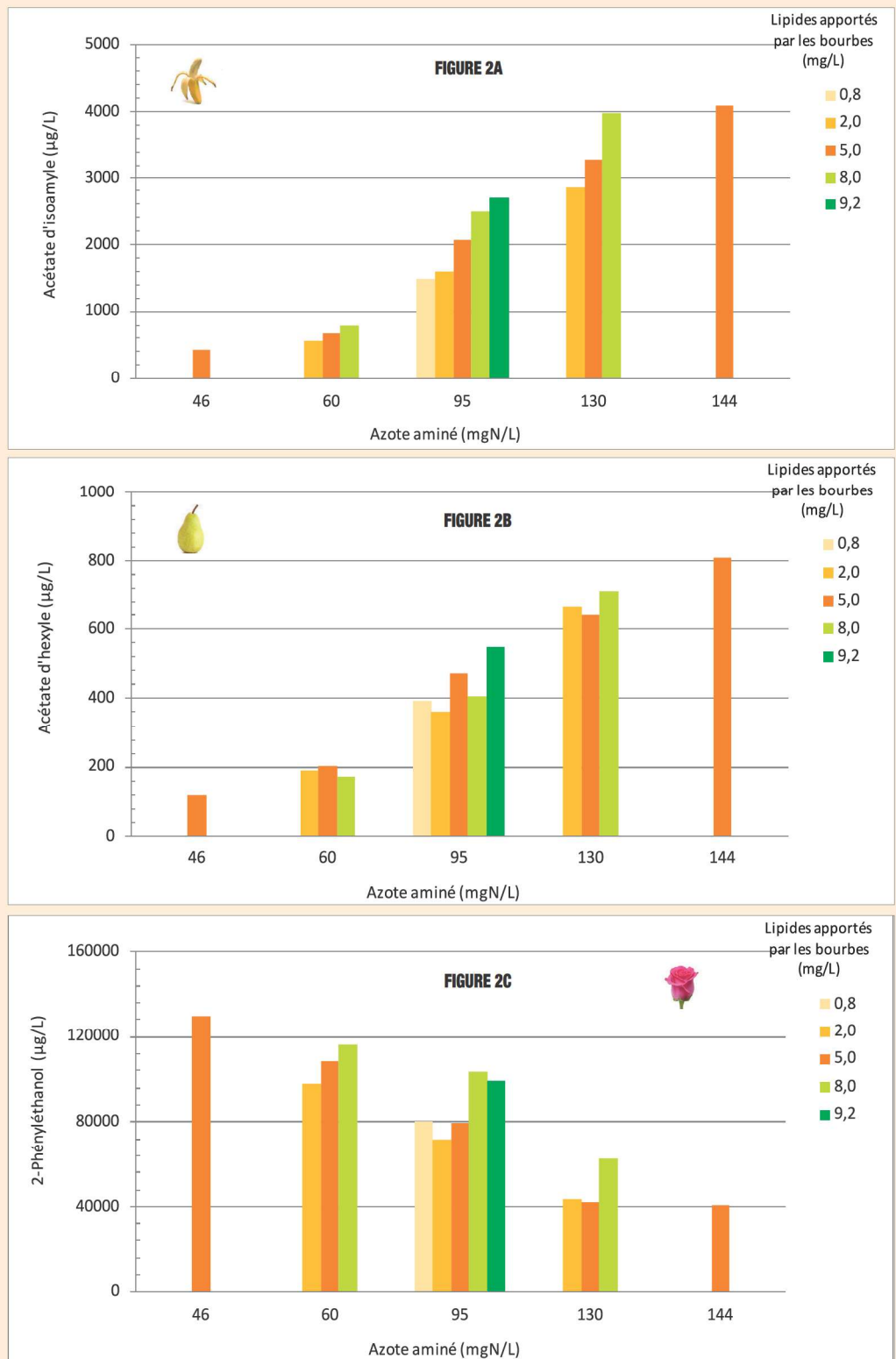


Figure 2 : Teneurs en acétate d'isoamyle (A), en acétate d'hexyle (B) et en phényléthanol (C) selon la teneur initiale en nutriments azotés et lipidiques (apportées par les bourbes) dans les moûts de pomme

La Figure 2 montre également un effet positif des lipides (apportés par les bourbes) sur la génération d'acétate d'isoamyle (aux notes de banane), d'acétate d'hexyle (aux notes de poire) et de 2-phé-

nyléthanol (aux notes florales/rose). Les lipides des bourbes ont un effet positif sur la génération de ces composés volatils. Ces résultats sont en contradiction avec ce qui est connu pour les fermentations des moûts de raisin, mais

cela provient probablement des différences dans la composition nutritionnelle des bourbes et aux conditions fermentaires particulières en contexte cidricole.

Evaluation de l'impact de la matière première (variétés, maturité) et des conditions préfermentaires (mode de clarification) sur la composition des moûts

D'autres expérimentations ont été menées pour mieux comprendre l'impact de la date de récolte et la conservation post-récolte sur i) la composition physicochimique des moûts et ii) la composante aromatique des cidres. Le plan d'expérience prenait en compte deux dates de récolte (une récolte anticipée de 15 jours (J0-15 j.) et une récolte à 50 % de chute des fruits (J0)) ainsi que trois durées de conservation post-récolte (+1 j., +15 j. et +30 j.), avant pressage des pommes. Pour ces expérimentations, les fruits ont été récoltés à la main ce qui permettait de s'affranchir des problèmes de conservation qu'il peut y avoir après une récolte mécanique.

Analyse de la composition physicochimique des moûts de pommes

Comme attendu, les pommes de la variété 'Guillevic' récoltées en sous-maturité (J0-15 j.) et pressées rapidement soit 1 jour après la récolte, donnent des moûts avec des masses volumiques plus faibles, tandis que les fruits récoltés à J0 (50 % de chute des fruits) et conservés 30 jours après la récolte avant d'être pressés, donnent des moûts avec des masses volumiques plus élevées (Figure 3A). Ce phénomène est bien connu puisqu'il est en lien avec la régression de l'amidon des fruits et la libération de sucres. Pour l'acidité totale (AT), la tendance est inverse à celle de la masse volumique, les fruits récoltés en sous-maturité (J0-15 j.) ont des AT plus élevées que les fruits récoltés à J0 et conservés 30 jours après la récolte, avant d'être pressés (Figure 3B).

Dans les conditions testées, la date de récolte semble également avoir un impact sur la teneur en azote des fruits, puisque les moûts issus de fruits récoltés en sous-maturité (J0-15 j.) ont des teneurs plus importantes en

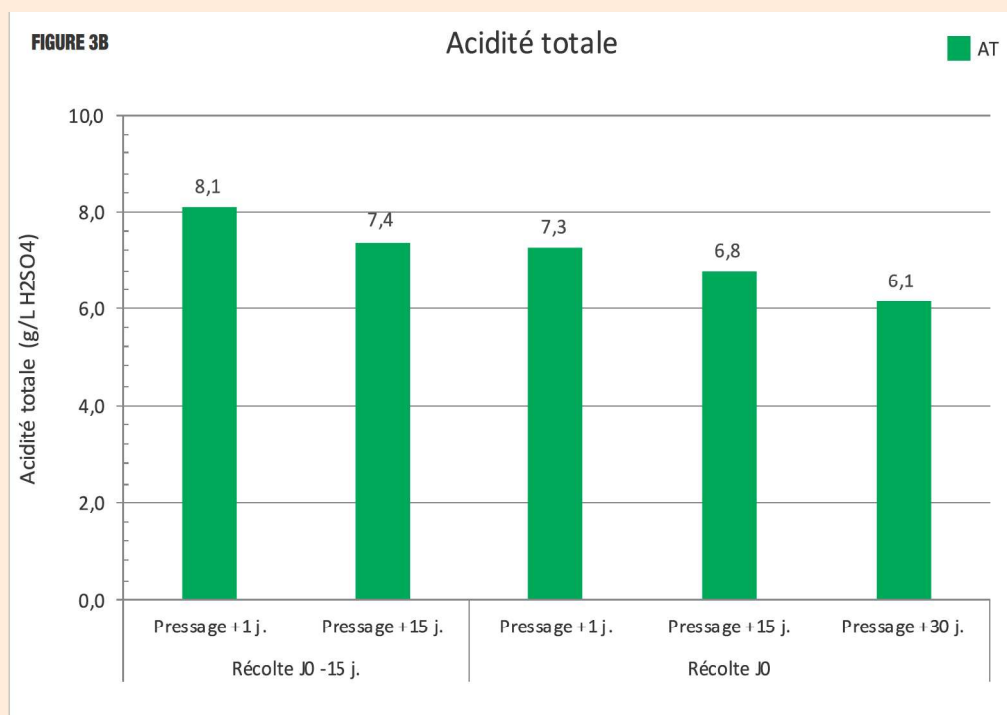
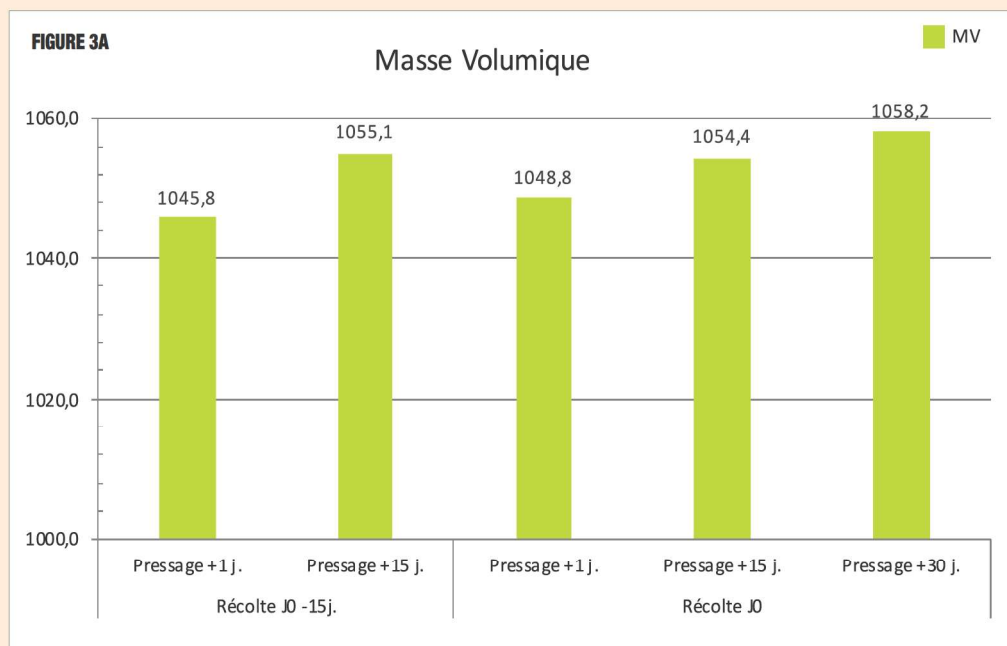


Figure 3 : Impact de la date de récolte et de la durée de conservation post-récolte sur la composition physicochimique des moûts de la variété 'Guillevic' : A) Masse volumique (kg/m³), B) Acidité totale (g/L H₂SO₄)

acides aminés libres (250 mg/L) que ceux provenant de fruits récoltés à J0 (164 mg/L) (données non présentées).

Analyse de la composition aromatique des cidres

Pour chacune des 5 modalités décrites ci-dessus, les moûts ont été mis à fermenter en conditions contrôlées. La composition aro-

matique des cidres a ensuite été étudiée, après fermentation.

L'analyse statistique du jeu de données montre l'importance de la date de récolte et de la durée de conservation post-récolte sur la composante aromatique des cidres. A noter toutefois que l'impact de ces deux facteurs est différent suivant la classe de composés considérée.

Pour l'acétate d'hexyle (aux notes de poire), c'est essentiellement la durée de conservation post-récolte qui a un effet positif sur la génération de ce composé (Figure 4A). Ceci s'explique par une quantité plus importante de son précurseur (l'hexanol) dans les moûts correspondants, en lien avec la maturité des fruits (données non présentées).



Ainsi, plus les pommes sont mûres, plus la teneur en hexanol est importante dans les moûts, et plus la teneur en acétate d'hexyle (aux notes de poire) sera importante dans les cidres. L'effet est similaire pour l'acétate d'isoamyle (aux notes de banane, **Figure 4B**) et son précurseur (2 et 3-méthylbutanol) dans les cidres, tandis que pour le phényléthanol (aux notes florales/rose, **Figure 4C**), l'effet de la récolte et de la conservation post-récolte est inversé.

Pour la catégorie des thiols variétaux, la date de récolte et la durée de conservation ont un effet sur la teneur en 3-mercaptohexanol (aux notes de pamplemousse, **Figure 4D**) dans les cidres. Dans les conditions testées, la teneur en 3-mercaptohexanol est maximale pour des fruits pressés à maturité (J0) et pour la durée de conservation post-récolte la plus courte (pressage +1 j. après la récolte)

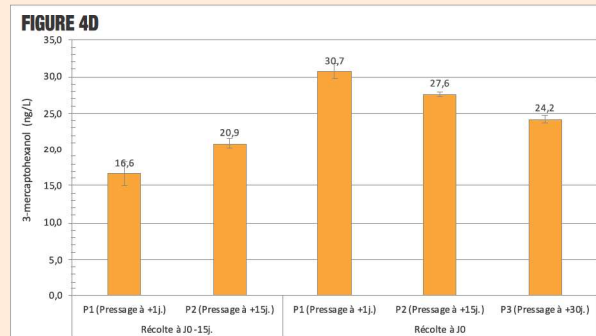
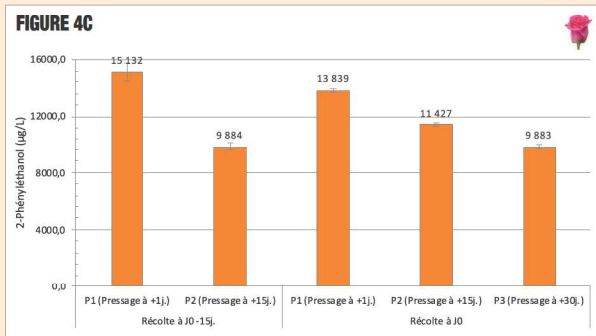
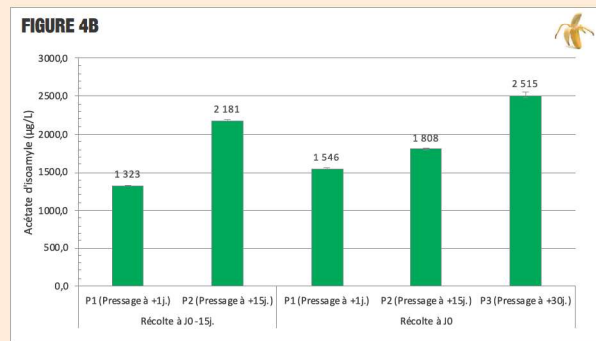
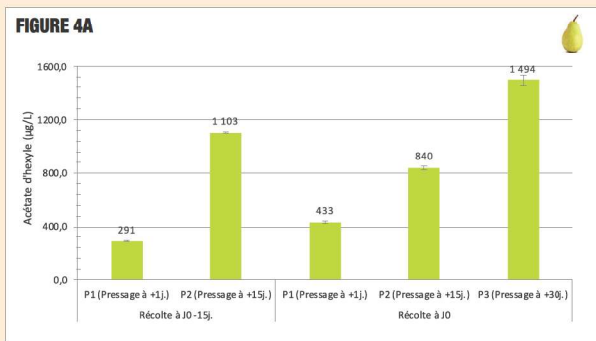


Figure 4 : Impact de la date de récolte et de la durée de conservation post-récolte sur la génération d'arômes fruités dans les cidres issus de la variété 'Guillevic' : A) cas de l'acétate d'hexyle (aux notes de poire), B) de l'acétate d'isoamyle (aux notes de banane), C) du phényléthanol (aux notes florales/rose) et D) du 3-mercaptohexanol (aux notes d'agrumes).

Conclusion et perspectives

En conclusion, la composition des moûts en facteurs nutritionnels (azote, lipides...) a une importance particulière dans la génération de composés aromatiques marqueurs du fruité. L'azote et les lipides apparaissent donc comme des nutriments clés à contrôler pour moduler le profil aromatique des cidres. A noter que les lipides apportés par les bourbes ont à la fois un effet positif sur la production d'arômes, mais aussi sur l'état physiologique des levures, la cinétique fermentaire et la capacité des levures à consommer l'azote.

Au-delà de ces résultats, il est important, et surtout pour les produits non pasteurisés, de prendre en compte la nécessité de faire en sorte que l'ensemble de l'azote soit consommé en fin de fermentation, afin d'éviter de trop fortes reprises de fermentation en bouteille ce qui pourrait engendrer des problèmes de surpression.

La date de récolte et la conservation post-récolte (en lien avec la

maturité des fruits) ont également un impact important sur la composition en précurseurs des moûts, et indirectement sur la composante aromatique des cidres. Ces travaux apportent donc des éléments supplémentaires pour une meilleure compréhension de la génération d'arômes fruités dans les cidres.

Enfin, l'obtention de cidres fruités est à raisonner de manière globale au niveau de la cidrerie, et doit notamment tenir compte de l'état sanitaire des fruits, de la température de la cuverie (pour conserver ces arômes fruités générés lors de la fermentation), mais aussi de l'hygiène du matériel et des locaux (pour éviter le développement de *Brettanomyces* connu pour son rôle dans la dégradation des marqueurs du fruité). Un dernier point important concerne les souches de levures qui ont également rôle prépondérant sur la composante aromatique fruitée des cidres, en lien avec la composition en nutriments du moût.

Auteurs : Pascal POUPARD (IFPC), Hugues GUICHARD (IFPC), Rémi BAUDUIN (IFPC)

Financiers : CASDAR, UNICID

Partenaires : IFPC (pilote), Institut Français de la Vigne et du Vin (IFV), INRAE Centre de Montpellier - Unité Science Pour l'œnologie (SPO), Laboratoire NYSEOS, UMT RESILICIDRE

