



# EXTRACTION DES POLYPHÉNOLS

Extraction des polyphénols et autres composés d'intérêt de la pellicule des raisins par les champs électriques pulsés

Depuis quelques années, l'utilisation de Champs Electriques Pulsés (CEP) est expérimentée dans la filière œnologique avec pour objectif d'améliorer l'extraction des polyphénols lors de la vinification en rouge, et d'assurer la stabilité microbiologique des moûts et des vins. La technique des CEP vient tout juste d'être adoptée par l'O.I.V. suite aux travaux présentés par l'IFV Sud-ouest.

Depuis 6 ans, l'IFV travaille sur une nouvelle technologie innovante d'extraction des polyphénols et autres composés d'intérêt de la pellicule des raisins par des Champs Electriques Pulsés (CEP) en conditions semi-industrielles. Cette étude a fait l'objet de 2 programmes d'études soutenus par la région Occitanie (Readnov Electrowine et Electrowine 2.0). Ces études ont été menées en collaboration avec la société Toulousaine Leroy-Biotech spécialiste mondialement reconnue pour la conception de générateurs de CEP pour la médecine vétérinaire et la recherche qui a développé un générateur adapté à l'industrie vinicole pouvant travailler à des débits de 5 T/h.

L'IFV Sud-Ouest a présenté à l'Organisation Internationale de la vigne et du Vin (OIV) les résultats de ces travaux en vue de faire autoriser cette nouvelle technologie au niveau international. Après 4 années de démarches auprès de l'OIV, la technologie des CEP vient d'être adoptée par l'OIV lors de sa 18ème assemblée générale sous la résolution OENO-634-2020. Cette résolution porte sur l'extraction des polyphénols et autres composés d'intérêts (arômes ou précurseur d'arômes) des raisins rouge et blanc.

## Qu'est ce que les CEP ?

La technique des CEP est basée sur l'application d'un champ électrique haute tension (0,3-80 kV/cm) sous forme de courtes impulsions électriques de quelques microsecondes ( $\mu$ s), à plusieurs millisecondes (ms) à des fréquences variables, conduisant à la perméabilisation des cellules (électroporation) avec un chauffage minimum du produit. La valeur du champ électrique s'exprime comme étant le rapport de la tension appliquée sur la distance inter-électrode, et s'exprime en kilovolts par centimètre (kV/cm).

Lorsque les cellules biologiques sont sou-

mises à un champ électrique, leur potentiel transmembranaire augmente jusqu'à un seuil critique, ou les phénomènes de répulsion entre les molécules chargées de la membrane cellulaire entraînent la formation de pores, ce qui accroît la perméabilité de la membrane (perméabilisation). En fonction des caractéristiques du champ électrique (tension et durées des impulsions principalement, et nombre d'impulsions reçues), la formation des pores peut être réversible, permettant ainsi l'extraction des composés intracellulaires d'intérêt, ou irréversibles conduisant au vidage total du contenu cellulaire, et la mort de la cellule microbienne (stabilité microbiologique).

En fonction de l'objectif : extraction des polyphénols ou stabilité microbienne, l'efficacité du traitement dépendra des paramètres de traitement tels que l'intensité du champ électrique, le nombre d'impulsions reçues, la durée des impulsions, le type de polarité des impulsions et la température.

Pour que le traitement soit efficace, l'énergie apportée par les CEP doit être environ de 80 kJ/kg de raisins, à comparer aux 200 à 300 kJ/kg de raisin pour la thermovinification.

## Description du matériel

L'équipement de traitement de la vendange par champs électriques pulsés comprend 2 parties :

- Le générateur de champs électriques pulsés (CEP)
- Les chambres de traitement de la vendange, au nombre de 2

Le générateur de CEP est conçu pour délivrer des impulsions bipolaires de forme carrée d'une durée pouvant atteindre 100 ms sous une tension allant de 400 V/cm à 7 kV/cm. La durée des impulsions et leur fréquence peuvent être programmées en fonc-

tion des besoins de l'utilisateur. Le générateur est conçu pour un débit de vendange allant de 2 à 5 t/h en fonction de la puissance électrique disponible. Pour ces débits, le générateur présente un faible encombrement, et demande une surface au sol de moins de 2 m<sup>2</sup>.

Les chambres d'impulsions sont montées en série et sont dimensionnées pour un débit maximum de 5 t/h. Ces chambres de traitement sont traversées de façon continue et régulière par de la vendange foulée et éraflée. Elles peuvent être placées directement sur une canalisation de transfert de la vendange ou sur un support spécifique. Pour des raisons de sécurité, les chambres de traitement sont enfermées dans un tube en plastique transparent étanche et isolant

## Dispositif expérimental

La vendange est préalablement éraflée et foulée (Delta E2 Bucher vaslin) avant passage dans les chambres de traitement CEP. Pour une efficacité optimale de l'application des CEP, le flux de vendange doit être régulier et continu. Pour ces essais, nous utilisons donc une pompe à rotor hélicoïdale (PM4 Bucher Vaslin) à un débit de 2T/h. Les modalités traitées par les CEP reçoivent 30 impulsions de type bipolaire de 2 ms sous 800 V/cm qui entraînent une élévation de température de 15 à 20 °C maximum.

Les essais en rouge sont réalisés sur Cabernet Sauvignon, Malbec, Syrah et Fer-Servadou (Bassin Sud-ouest). Pour chacun des quatre cépages étudiés, les raisins sont vendangés manuellement et répartis en lots homogènes de 60 kg. En fonction des cépages étudiés, 3 à 7 lots sont constitués par essai. Les essais sont réalisés en phase liquide (Syrah, Fer Servadou et Cabernet Sauvignon) et en vinification traditionnelle (Cabernet Sauvignon et Malbec).

En vinification phase liquide, ces essais sont mis en œuvre en comparant la technologie des CEP à une thermovinification classique (70°C durant 20 mn suivie d'un pressurage) à un Témoin qui correspond à une vendange qui a suivi les mêmes traitements que la modalité CEP, mais sans mise en marche des Champs électriques pulsés. Les modalités CEP et Témoin sont ensuite mises à macérer durant 17 à 22h à la température de 35°C.

A l'issue de cette phase de macération, les 2 modalités sont pressées dans un pressoir pneumatique (Xpro, Bucher-Vaslin). L'objectif de ce Témoin, est de mesurer l'effet des CEP indépendamment de l'élévation de température liée au traitement CEP et de la durée de macération.

Pour la modalité thermovinifiée, la vendange est chauffée jusqu'à 70°C, puis maintenue à cette température durant 20 mn. Après chauffage, la vendange est pressée dans un pressoir pneumatique. Les moûts sont enzymés puis mis à débourber 48h à 5°C avant levurage et fermentation alcoolique, puis fermentation malolactique.

Pour les vinifications traditionnelles, après passage dans les chambres de traitement (témoin et modalité traitée), 2 durées de macération sont étudiées : 3 jours et 14 jours de cuvaison.

Un essai est réalisé sur une vendange blanche de Sauvignon (AOP Gaillac). Il est réalisé de façon identique aux rouges, avec une durée de macération post traitement de 2h permettant de simuler le temps d'attente nécessaire au remplissage du pressoir. Après pressurage, le moût est enzymé et mis à débourber 48h à 5°C.

Les paramètres analytiques classiques ainsi que la mesure de la couleur, des anthocyanes et de l'Indice des Polyphénols totaux ont été suivis aux différents stades d'élaboration du vin. Des analyses de composés aromatiques sont également réalisées. Une analyse organoleptique est réalisée sur l'ensemble des vins.

## Résultats

Dans la majorité des cas, on mesure une légère augmentation du pH sur les modalités traitées aux CEP en lien avec l'extraction accrue du potassium. L'extraction d'azote ammoniacal et surtout alpha-aminée est améliorée (6 à 24%) dans les modalités traitées par les CEP. La conséquence des différentes extractions liées au traitement de la vendange par les CEP se traduit par une forte augmentation de la conductivité. Il n'a pas été observé de différence significative sur les taux de bourbes dans les jus extrait lors du pressurage ce qui écarte l'hypothèse d'une trituration de la pellicule. Dans tous les cas, la thermovinification entraîne des modifications de la composition analytique du moût, supérieures au traitement de la vendange par les CEP.

## Analyse de la couleur et des polyphénols des vins rouges fin FML

En vinification phase liquide, le traitement de la vendange par des CEP conduit à une augmentation par rapport au témoin de l'intensité colorante des vins de 20 à 30% et de 10 à 30% pour les anthocyanes totales. Cette efficacité variable du traitement CEP dépend du cépage et du niveaux de maturité.

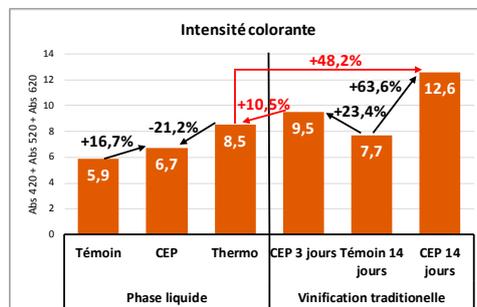


Figure N°1a : Influence du traitement de la vendange de Cabernet-Sauvignon par des CEP et de la technique de vinification sur la couleur des vins

Vinifiés en phase liquide, les CEP ont un effet plus limité (7 à 17%) sur l'extraction des tanins (IPT), probablement en raison de la phase de macération en milieu « non alcoolique ». Vinifié en phase liquide, le traitement de la vendange avec des CEP ne permet pas d'obtenir un niveau d'extraction aussi élevé qu'un vin issu de Thermovinification. Les niveaux d'extraction polyphénolique et colorimétrique obtenus avec le traitement de la vendange par les champs électriques pulsés sont inférieurs d'environ 30% par rapport aux mêmes vins obtenus par thermovinification.

Les résultats de vinification traditionnelle sur Cabernet-Sauvignon des lots CEP montrent qu'une fermentation de 3 jours en phase solide, avec une fin de fermentation en phase liquide, permet d'obtenir un vin avec une intensité colorante comparable à la thermovinification. L'intensité colorante obtenue après 3 jours de macération sur une vendange traitée aux CEP (CEP 3J), est supérieure de 16% au Témoin avec une durée de cuvaison de 14 jours (TEM 14J). L'extraction des tanins, mesurée par l'IPT, est inférieure de seulement 5,3% pour la modalité CEP avec 3 jours de macération (CEP 3J) par rapport au Témoin avec 14 jours de cuvai-

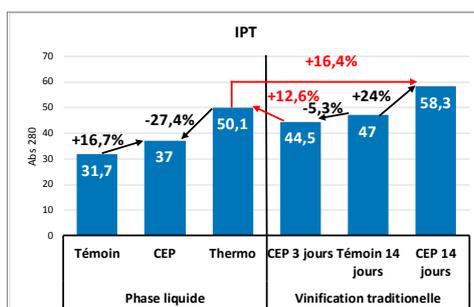


Figure N°1b : Influence du traitement de la vendange de Cabernet-Sauvignon par des CEP et de la technique de vinification sur l'Indice des polyphénols Totaux

son (TEM 14J). Le gain en IPT est supérieur de 30% entre le CEP 3 jours et 14 jours de macération.

## Analyses des composés aromatiques

La composition des vins en esters éthyliques est plus ou moins influencée par le traitement de la vendange par des champs électriques pulsés. En fonction du cépage et du type de vinification, on peut mesurer de petits écarts entre modalités, mais qui ne vont pas toujours dans le même sens. Seul l'acétate d'isoamyle (odeur de banane) semble augmenter dans les vins issus de traitement CEP. Le traitement de la vendange par des CEP peut, dans certains cas, augmenter la teneur des vins en  $\beta$ -damascénone et  $\beta$ -ionone (odeur de rose et de violette), par rapport au témoin et/ou à une thermovinification. Cette augmentation semble plus importante dans les vinifications réalisées en phase liquide.

Sur Sauvignon blanc, les teneurs en 3MH et A3MH augmentent sur les lots traités par des CEP. Sur vin fini, l'analyse des thiols montre une augmentation de +126% pour le lot traité aux CEP (figure 2), résultat confirmé par l'analyse organoleptique, avec une « intensité aromatique » et une note de « thiols fruités » significativement plus élevées sur la modalité traitée aux CEP. Ce gain aromatique s'accompagne cependant d'une forte augmentation de l'extraction des polyphénols de 30% et une plus grande amertume. Des études complémentaires sont en cours pour limiter l'effet de l'augmentation des polyphénols.

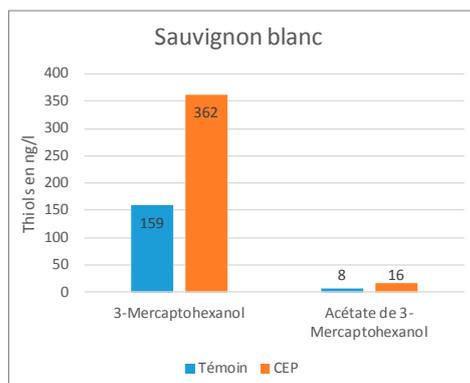


Figure N°2 : Analyse des thiols sur Sauvignon Blanc. Seuil de perception du 3MH : 60 ng/l, seuil de perception de l'A3MH : 4 ng/l.

Des essais réalisés sur Riesling et Gewürztraminer montrent une augmentation systématique des terpénols sur la vendange traitée par des CEP. Le gain en terpénols va de 30% à 2 fois plus en fonction du terpène considéré (tableau 1). Cet effet est également présent sur tous les cépages contenant des terpènes libres. On ne note aucune apparition d'IBMP lors du traitement des vins par les CEP.

Tableau 1 : Caractérisation des vins de Gewurtztraminer et de Riesling en terpénols

en µg/L	Gewurtztraminer		Riesling	
	Témoin	CEP	Témoin	CEP
Linalol	25,2	37,2	28,1	43,4
Nérol	14,3	60,0	1,8	3,1
Géranol	76,6	202,0	17,2	20,2
Citronellol	8,6	33,9	0,0	0,0
alpha terpineol	7,7	14,6	9,0	14,5
Rose Oxyde	0,8	1,3	0,0	0,0
Rose Oxyde	1,2	2,2	0,0	0,0
Somme	134,3	351,2	56,1	81,1

### Caractéristiques organoleptiques des vins

Les raisins traités par des CEP et vinifiés en phase liquide ont un profil aromatique différent des thermovinifications (figure 3), et ne

présentent pas de notes de « cuits » et de « confits ». L'absence de chauffage élevé (35 °C maximum) lors du traitement de la vendange aux CEP, explique cette perception.

Mis à part les notes fermentaires au nez, les

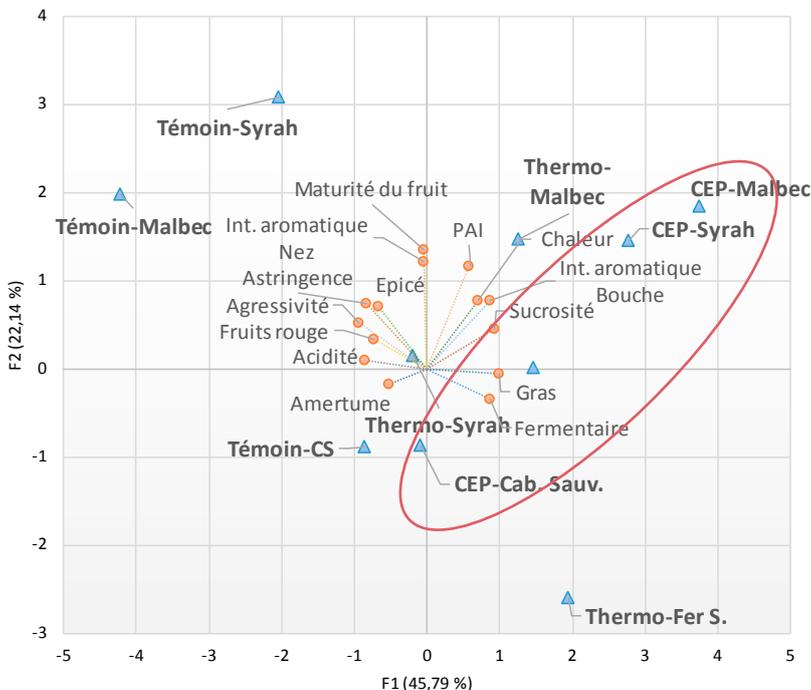


Figure N°3 : Analyse en Composante Principale (ACP) sur les principales caractéristiques organoleptiques des vins rouge vinifiés en phase liquide. Axe F1 et F2 : 67,93%

lots traités par les CEP et les thermovinifications, se distinguent surtout par leurs caractéristiques en bouche. Ces vins présentent une forte intensité aromatique. Comme pour les thermovinifications, ce qui caractérise les vins traités par les CEP est la perception plus importante du gras et de la sucrosité par rapport aux modalités Témoin. Cela se traduit également par une plus faible perception de l'acidité et de l'astringence. Dans la majorité des cas, les vins issus de vendanges traitées par les CEP présentent un volume en bouche et une perception de gras plus importante que les Témoins.

### Conclusion

Cette nouvelle méthode d'extraction des constituants de la pellicule en conditions semi-industrielles (2 t/h) est intéressante à plusieurs titres. En phase liquide comme en phase solide, la technologie permet des gains notables en couleur par rapport à un témoin traditionnel. Ces gains ne sont cependant pas aussi importants qu'avec une thermovinification. Nos essais ont également mis en évidence une augmentation parfois majeure des teneurs en composés aromatiques des vins à la suite des traitements CEP.

Cette technologie ayant fait ses preuves, la société Bucher-Vaselin est en cours d'industrialisation d'un générateur de CEP permettant le traitement de la vendange.

Pour en savoir plus sur les CEP retrouvez tous nos articles techniques sur [www.vignevin-occitanie.com](http://www.vignevin-occitanie.com)

Cette étude a été réalisée avec le soutien financier de la région Occitanie dans le cadre du programme ReadyNov.



### Contact

François Davaux  
IFV Pôle Sud-Oues  
[francois.davaux@vignevin.com](mailto:francois.davaux@vignevin.com)  
Tel. : 04.63 33 62 62

## ACTUS

### Un nouveau dispositif mis en place en 2020 pour étudier les maladies du bois

Suite aux résultats obtenus dans le cadre d'un premier projet (Grappe d'Autan n° 112 de 2018), et en lien avec le programme ORIGINE labellisé par le plan dépérissement, une nouvelle parcelle d'essai a été implantée en 2020 par l'IFV Sud-Ouest. Elle met en comparaison des plants issus de greffage herbacés, qui ne renferment aucun champignon pathogène, avec des plants issus de greffages ligneux classiques, dans l'objectif d'approfondir les connaissances sur les contaminations fongiques post-plantation. Des caractérisations moléculaires et un dispositif en bloc devraient permettre de déterminer l'origine des contaminations très rapides constatées dans les premiers essais. En complément,

des répétitions de plants issus de diverses modalités de greffage ont également été implantées, dans le but de suivre sur le long terme d'éventuelles différences de comportement

