



Stockage frigorifique pour les viticulteurs

Un filet de sécurité essentiel face au réchauffement climatique

Étude de nouvelles méthodes innovantes de conservation du raisin pendant les vendanges

Résumé

Tout le monde, à l'exception des climatosceptiques, s'accorde à dire que la planète se réchauffe.

Le réchauffement climatique a incité plus de 190 pays à signer l'accord Paris lors de la COP 21 en 2015 et à prendre toutes les mesures nécessaires pour éviter que les températures ne dépassent les niveaux préindustriels de plus de 1,5 °C.

Pour ce faire, les scientifiques ont prévenu que les émissions de gaz à effet de serre doivent culminer au plus tard en 2025.

Si certains disent que cela s'est déjà produit¹, de nombreux experts s'attendent à ce que nous franchissions cette limite de 1,5 degré dans les prochaines années, indépendamment des progrès en matière d'émissions².

Le changement climatique est au centre des préoccupations des millions de personnes dans le monde qui travaillent dans l'agriculture. Les agriculteurs doivent de plus en plus faire face aux sécheresses, aux inondations, aux canicules, aux variations des périodes de récolte et même aux changements de zones thermiques.

Comme exemple à cela, nous pouvons citer certaines régions méditerranéennes, où la culture des oliviers s'étend progressivement vers le nord³. De 2010 à 2020, la région italienne ayant enregistré le plus grand nombre de nouvelles entreprises de production d'huile d'olive était le Piémont, où le nombre d'immatriculations a triplé de 641 à 1 939. La région du Piémont, entourée par les Alpes, est pourtant célèbre pour son climat tempéré.

Le fait est que 2023 et la dernière décennie ont été les plus chaudes jamais enregistrées depuis le début des relevés en 1880. Pour de nombreux viticulteurs du monde entier, cette situation représente une difficulté considérable. Les étés plus chauds et plus longs peuvent perturber l'équilibre délicat entre sucre, acides et composés secondaires des raisins d'une région, ce qui affecte leur développement et, en fin de compte, la qualité du vin.



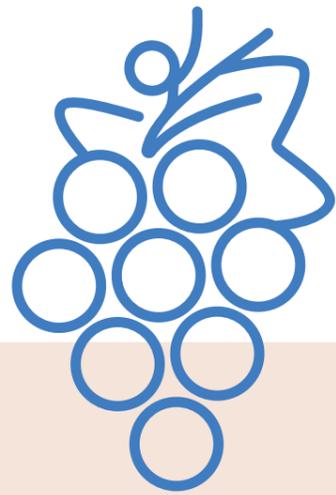
— L'année 2023 et la dernière décennie ont été les plus chaudes jamais enregistrées depuis le début des relevés en 1880.

— **Climate.gov**

— Dans ce livre blanc, nous évaluons l'impact du réchauffement climatique sur la production de vin et nous nous penchons sur la façon dont les températures extrêmes bouleversent la période de récolte.

Nous examinons également certaines des techniques et innovations émergentes dans le secteur viticole qui contribuent à atténuer les effets du changement climatique.

Nous étudions également le cas du plus vieux domaine viticole d'Autriche qui s'est équipé de conteneurs de stockage frigorifique mobiles de 20 pieds pour bénéficier d'un « filet de sécurité » pendant les vendanges.



L'impact du changement climatique sur la production de vin

Le marché mondial du vin est estimé à environ 350 milliards de dollars par an.⁴ Environ un million de personnes travaillent dans 100 000 domaines viticoles répartis dans le monde entier.⁵

Les régions viticoles se trouvent traditionnellement à des latitudes suffisamment chaudes pour favoriser la maturation du raisin, sans être soumises à des chaleurs extrêmes. Ces régions bénéficient parfois de climats secs, ce qui contribue à réduire le risque de maladies fongiques.

Selon l'INRAE, l'Institut de recherche national français pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement en France, « en cas de réchauffement global supérieur à 2 °C, environ 90 % des régions viticoles traditionnelles des régions côtières et des plaines en Espagne, en Italie, en Grèce et au sud de la Californie risquent de perdre leur aptitude à produire du vin de qualité à des rendements économiquement soutenables d'ici la fin du siècle en raison des risques de sécheresse excessive et de vagues de chaleur plus fréquentes. »⁶

La solution à ces circonstances spectaculaires, bien sûr, serait l'adéquation des pays plus froids, comme l'Écosse et la Suède, pour la production de vin. Cependant, la transition vers un tel monde entraînerait des perturbations sans précédent dans le secteur.



Bien que l'augmentation de 2 °C des températures reste un scénario apocalyptique, pour l'instant du moins, le réchauffement climatique provoque déjà le chaos dans les vignobles du monde entier.

- Les hivers doux font sortir les vignes de leur dormance plus tôt, les rendant ainsi vulnérables au gel. En 2021, la récolte française a été la plus faible depuis des décennies en raison de températures inférieures à zéro en avril. Quatre ans auparavant, un gel mordant a détruit 40 % de la récolte dans le Bordelais⁷.
- Les pénuries d'eau dans des pays tels que l'Australie et l'Afrique du Sud poussent certains producteurs à remettre en question la viabilité à long terme de leurs vignes.⁸
- Les feux de forêt aux États-Unis, en Afrique du Sud, au Chili, au Canada, au Portugal et dans d'autres pays ont provoqué des incendies dans les vignobles ou encore un « goût de fumée », ce qui peut gâcher la saveur du vin.
- Les chaleurs extrêmes deviennent un problème dans de nombreuses régions viticoles du monde entier, avec des étés plus longs et plus chauds qui exigent de faire les vendanges plus tôt et à la rage du soleil.

Le magazine The World of Fine Wine a récemment déclaré : « En seulement 20 ans, le changement climatique est passé, pour le secteur viticole, d'un problème théorique à un problème bien réel. »⁹



En 2021, la récolte française a été la plus faible depuis des décennies en raison de températures inférieures à zéro en avril.

La maturation précoce des raisins et les problèmes qui en découlent

Pendant des siècles, nombre de viticulteurs du monde entier ont été capables de prévoir les dates des vendanges avec une certaine précision. Bien que ces prédictions aient toujours dépendu de la variété des raisins et de la région, la récolte se faisait en général à la fin de l'été ou à l'automne.

Cependant, les températures sont déjà supérieures de 1,2 °C aux températures préindustrielles, et les vendanges sont de plus en plus précoces. Les scientifiques ont constaté que les vendanges devaient être avancées de six à sept jours pour chaque degré centigrade de réchauffement.¹⁰

Comme nous l'avons mentionné précédemment, la majorité des étés de la dernière décennie ont été exceptionnellement chauds, avec des dates de récolte encore plus précoces. À Jerez, en Espagne, les températures élevées ont avancé la date de début des vendanges de 2022 au 28 juillet, la date la plus précoce jamais enregistrée. Dans un vignoble du sud de l'Australie, les dates des vendanges ont avancé d'un mois au cours des 50 dernières années.¹¹

Les viticulteurs ne prennent pas la décision de récolter des raisins à maturité dans des conditions défavorables à la légère.

Bien que les raisins récoltés au plus chaud de l'été puissent répondre aux critères en termes de maturité et d'acidité, ils risquent cependant de manquer de tous les composés aromatiques essentiels faisant la réputation de leurs vins et qui se développent généralement avec le temps, sur le pied de vigne.



Les risques de ne pas récolter les raisins pendant une vague de chaleur

Les viticulteurs qui décident d'attendre se retrouvent confrontés à une multitude de problèmes potentiels. La teneur en sucre, par exemple, peut augmenter lorsque les raisins sont laissés sur pied, ce qui entraîne une teneur en alcool supérieure à celle souhaitée lors de la fermentation.

L'acidité, quant à elle, risque de diminuer, et avec elle une grande partie de la structure et de la fraîcheur du vin. Lorsque les raisins ne sont pas récoltés, le risque de pourriture et de maladie doit également être pris en compte, tout comme les dégâts causés par les oiseaux et les insectes.

Les jeunes vignes peuvent également souffrir si des grappes mures sont laissées sur les pieds. Le magazine Vineyard indique en effet que cela entame « les réserves de glucides qui seraient autrement conservées pendant la période de dormance hivernale pour être utilisées en vue d'une croissance forte et précoce au printemps suivant. »¹²

Pourquoi de nombreux viticulteurs peinent-ils à traiter de grandes quantités de raisins rapidement ?

Les viticulteurs ont bâti leur capacité de traitement autour d'une période de récolte gérable et prévisible. Autrefois, les raisins mûrissaient à un rythme relativement lent et attendu. Lorsque de grandes quantités de raisin mûrissent plus rapidement et sous le soleil brûlant de l'été, plusieurs problèmes peuvent néanmoins se poser.

- **Équipement limité** : la plupart des caves viticoles ont une capacité fixe pour le foulage, le pressurage et la fermentation. L'augmentation de cette capacité n'est ni aisée ni rapide et nécessiterait un investissement considérable.
- **Main-d'œuvre** : dans la chaleur étouffante de l'été, les vendangeurs peuvent avoir besoin de faire plus de pauses et de travailler plus lentement. Cette situation peut être problématique lorsqu'il est nécessaire de récolter de très grandes quantités de raisin en peu de temps.

La plupart des caves viticoles ne sont tout simplement pas équipées pour traiter l'intégralité de leur récolte dans un délai très court.



Dans un vignoble du sud de l'Australie, les dates des vendanges ont avancé d'un mois au cours des 50 dernières années.

Les principaux problèmes rencontrés par les viticulteurs en raison d'étés plus chauds

Partout dans le monde entier, le réchauffement climatique modifie la période de récolte, ce qui représente un défi pour de nombreux viticulteurs.

Face à la maturation rapide des raisins et à des températures élevées qui ne laissent pas de répit, de nombreux viticulteurs ont le sentiment de n'avoir d'autre choix que de commencer les vendanges plus tôt qu'ils ne le souhaiteraient.

Une décision qui implique potentiellement de récolter des centaines de tonnes de raisins en très peu de temps. Une fois les raisins récoltés, le principal problème pour de nombreux viticulteurs est actuellement la capacité. Que peuvent-ils bien faire de ces raisins attendant d'être transformés ?

Il n'est pas rare que des goulots d'étranglement se forment. Et le risque de perdre une récolte précieuse augmente à chaque seconde qui passe.

Risque de détérioration du raisin due aux températures ambiantes élevées

Alors que les raisins fraîchement récoltés pouvaient autrefois attendre leur transformation dans la fraîcheur de septembre ou d'octobre, un stockage dans les conditions actuelles (avec des températures qui ne chutent pas en dessous de 25 °C, même la nuit) risque de précipiter leur détérioration.

Il n'existe pas de consensus ferme sur la température idéale pour stocker les raisins, même si la plupart des experts conviennent que celle-ci est comprise entre 1 et 5 °C. Toutefois, tout le monde s'accorde sur le fait qu'il faut à tout prix éviter de les stocker à des températures élevées avant de les fouler et de les presser.

Cette situation entraîne de nombreuses préoccupations :

- Développement de moisissures
- Oxydation
- Fermentation prématurée
- Développement de bactéries

Les caves viticoles de la Californie à l'Autriche en passant par l'Australie cherchent désormais à conserver le raisin dans un lieu sûr et frais jusqu'à ce qu'il puisse être transformé.

Atténuer les effets du réchauffement climatique sur la production de vin

Tous les agriculteurs veulent jouer un rôle, aussi modeste qu'il soit, dans la réduction des déchets alimentaires. Les viticulteurs ne font pas exception à la règle.

Selon l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture, le gaspillage alimentaire s'élève à 1,6 milliard de tonnes chaque année, soit une valeur de 1 000 billions de dollars.¹³

Pour éviter que les raisins ne soient endommagés, les viticulteurs font appel à un éventail de solutions innovantes pour protéger leur récolte tout en faisant face aux effets du réchauffement climatique.

S'adapter à la hausse des températures

Pour lutter contre le réchauffement climatique, les viticulteurs se tournent vers diverses solutions, des filets d'ombrage aux variétés de raisins résistantes aux conditions climatiques. Même les viticulteurs traditionnels de la région bordelaise expérimentent avec des variétés de raisin plus adaptées aux climats chauds.

En juin 2024, le Times écrivait que les variétés de raisin traditionnelles du Bordelais comme le merlot, le cabernet sauvignon et le cabernet franc n'étaient pas adaptées à la chaleur et à l'humidité, et présentait le cas d'un domaine viticole, Château la Tour Carnet, qui plante de nouvelles vignes depuis 2013.¹⁴

Le 26 janvier 2021, l'Institut national de l'origine et de la qualité (INAO) a officiellement approuvé quatre nouvelles variétés de raisin rouge et deux nouvelles variétés de raisin blanc dans le Bordelais.¹⁵

Dans le monde entier, les acteurs du secteur explorent également diverses solutions de pointe.



Gestion innovante des vignobles face à l'évolution rapide du climat

Les viticulteurs ne cessent jamais de s'informer sur le terroir, la météo, la fermentation et les techniques d'assemblage. Les plus visionnaires associent leur expérience et leur connaissance de la longue histoire et des conditions de croissance de leur vignoble pour tirer parti de nouvelles possibilités.

Parmi les développements technologiques récents, nous pouvons citer les suivants :

- Capteurs intelligents et détection à distance pour surveiller les sols, la température et d'autres facteurs.
- Prévisions météo de pointe pour favoriser la prise de décisions éclairées sur la gestion des vignobles.
- Apprentissage machine et IA pour aider à prédire la maturité du raisin et les périodes de récolte optimales.¹⁶
- Pulvérisations à base de microbes marins qui peuvent aider les vignes à devenir plus résistantes.¹⁷
- Solutions de stockage frigorifique de nouvelle génération pour protéger les raisins fraîchement cueillis qui attendent d'être transformés. En Afrique du Sud, des bacs de stockage mobiles alimentés grâce à l'énergie solaire sont utilisés pour maintenir les raisins au frais sans avoir à dépendre du réseau électrique.¹⁸

Toujours en Afrique du Sud, une entreprise de stockage frigorifique qui compte plus de 20 domaines viticoles comme clients déclare que l'utilisation de conteneurs frigorifiques pendant les vendanges présente les avantages suivants :

- Prix abordable par rapport aux solutions frigorifiques fixes
- Rapidité d'installation
- Contrôle précis de la température
- Mobilité

Aux États-Unis, une entreprise basée dans le Connecticut propose des camions frigorifiques sur site aux domaines afin de faire gagner du temps aux responsables des vignobles lorsque les raisins doivent être récoltés, mais qu'il n'est pas possible de les transformer immédiatement.

TITAN Containers est la plus grande entreprise familiale de conteneurs au monde. Sa marque de conteneurs frigorifiques ArcticStore est actuellement au service de clients viticoles en France, en Grèce et en Autriche, où la demande a connu une forte hausse au cours des vendanges de 2024.

Selon l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture, le gaspillage alimentaire s'élève à 1,6 milliard de tonnes chaque année, soit une valeur de 1 000 billions de dollars.

Conteneurs frigorifiques pour les viticulteurs : un filet de sécurité essentiel face au réchauffement climatique

Alors que les températures mondiales ne cessent de grimper, les contraintes auxquelles les installations de production de vin font face s'intensifient également. Lorsque les raisins fraîchement cueillis ne peuvent pas être foulés et pressés immédiatement, le stockage frigorifique permet aux responsables des domaines de bénéficier d'une certaine flexibilité.

Les scientifiques du Laimburg Research Center en Italie ont étudié les bienfaits que le stockage frigorifique des raisins peut avoir sur le processus de vinification. Andreas Putti, du Food Microbiology Laboratory de Laimburg, déclare : « Lors d'un test préliminaire, nous avons compté les germes, les levures et les bactéries d'acide acétique sur les variétés de raisin ruländer et merlot à différentes températures de stockage (4 °C et 20 °C). »

Le rapport de M. Putti indique que les températures élevées pendant le stockage favorisent la multiplication de la microflore naturelle des raisins. Ce phénomène se produit en particulier avec les raisins malsains, lorsque le jus des grappes partiellement écrasées a déjà commencé à s'écouler dans les bacs inférieurs.

« Un nombre initial élevé de levures ou de bactéries indésirables pourrait à la fois perturber le processus de fermentation et entraîner l'apparition d'arômes indésirables », déclare M. Putti.¹⁹ Les premiers tests ont montré que le nombre total de bactéries était plus élevé après 72 heures de stockage des raisins à 20 °C qu'à 4 °C. Les recherches menées par le centre se poursuivent.

Spécifications techniques des conteneurs de stockage frigorifique pour le raisin

Les conteneurs de stockage frigorifique modernes sont peu gourmands en énergie et sont capables d'atteindre rapidement des températures basses adaptées au stockage du raisin.

Certains modèles, tels que les conteneurs de stockage frigorifique ArcticStore de dernière génération de TITAN, offrent des niveaux d'isolation optimaux et une technologie de refroidissement de pointe. Résultat, ils consomment 20 % d'énergie en moins par rapport aux modèles standard d'il y a deux ou trois ans.

À l'instar de nombreuses unités de stockage frigorifique modernes, les conteneurs ArcticStore sont disponibles en versions de 10, 20 et 40 pieds. Ils sont également équipés d'un système de surveillance et de contrôle à distance de la température afin que les viticulteurs puissent s'assurer que leurs raisins sont stockés dans des conditions optimales.

La gestion des niveaux de CO2 est un élément clé à prendre en compte. Les groupes frigorifiques Thermo King des conteneurs ArcticStore sont dotés d'un système de gestion de l'air frais appelé AFAM+, qui aide à protéger les produits frais des conditions défavorables.

De nombreuses solutions de stockage frigorifique, telles que celles de la gamme ArcticStore, peuvent être louées à la demande. En louant l'une de ces solutions pendant 4 à 6 semaines lors de la période de récolte prévue, les responsables de domaine peuvent bénéficier d'une solution de sécurité qui ne nécessite aucun investissement ni aucune interruption due à des travaux.

Stockage à froid Dans le secteur du vin

— Maximiser la récolte



ARCTIC STORETM
www.ArcticStore.com
A DIVISION OF TITAN CONTAINERS

TITU 826598 2
22RB



Comment les conteneurs de stockage frigorifique peuvent-ils aider à réduire les pertes dans le secteur viticole ?

Une fois que les raisins ont été cueillis et qu'ils attendent d'être transformés, le temps s'accélère. En faisant le choix de placer les récoltes au frais, dans un conteneur de stockage frigorifique, les viticulteurs pourraient ainsi limiter le gaspillage et les pertes. Voici quelques-uns des avantages du stockage frigorifique.

- Protection contre la détérioration : l'environnement à température contrôlée peut réduire le risque de moisissure et de contamination bactérienne.
- Fermentation spontanée retardée : les levures présentes sur le raisin peuvent déclencher une fermentation échappant au contrôle du viticulteur, ce qui entraîne la mise au rebut d'une partie de la production.
- Préservation du goût et des arômes : le stockage frigorifique aide à préserver la qualité et les saveurs du vin qui font la réputation des domaines.

Les viticulteurs peuvent placer des conteneurs de stockage frigorifique à des emplacements stratégiques pour un maximum de commodité et de flexibilité pendant la récolte. Des systèmes de verrouillage performants sont généralement fournis pour empêcher les nuisibles de pénétrer à l'intérieur et protéger le raisin contre le vol.





Étude de cas

— Le stockage frigorifique, « filet de sécurité » essentiel pour le plus ancien domaine viticole autrichien

— Fondé en 1114, le domaine viticole de Stift Klosterneuburg est le plus ancien d'Autriche. Comme de nombreux vignobles du pays, il subit de plus en plus les effets du changement climatique.

Depuis plusieurs années, le domaine Stift Klosterneuburg utilise des conteneurs de stockage frigorifique mobiles pour bénéficier d'une plus grande flexibilité lors de la récolte du raisin. En 2024, le domaine a loué deux conteneurs ArcticStore de 20 pieds auprès de l'équipe autrichienne de TITAN Containers.

En effet, le domaine a estimé que ces conteneurs permettraient à ses viticulteurs de bénéficier d'une plus grande flexibilité lors des vendanges. Les responsables du domaine savaient également qu'ils pourraient utiliser les conteneurs comme zone de stockage pour les petites cuves de jus de raisin blanc fraîchement pressé, ce qui permettrait ainsi de contrôler d'une certaine manière un processus essentiel : la fermentation.

Les équipes de livraison de TITAN ont installé les conteneurs loués par le domaine Stift Klosterneuburg à des emplacements optimaux dans deux vignobles du domaine. L'un a été installé à l'extérieur d'un site de vinification et l'autre sur un parking.

Les raisins étaient stockés toute la nuit avant leur transformation le lendemain, et le domaine viticole est convaincu que leur conservation à une température de 5 °C aura un impact positif sur le millésime de cette année.

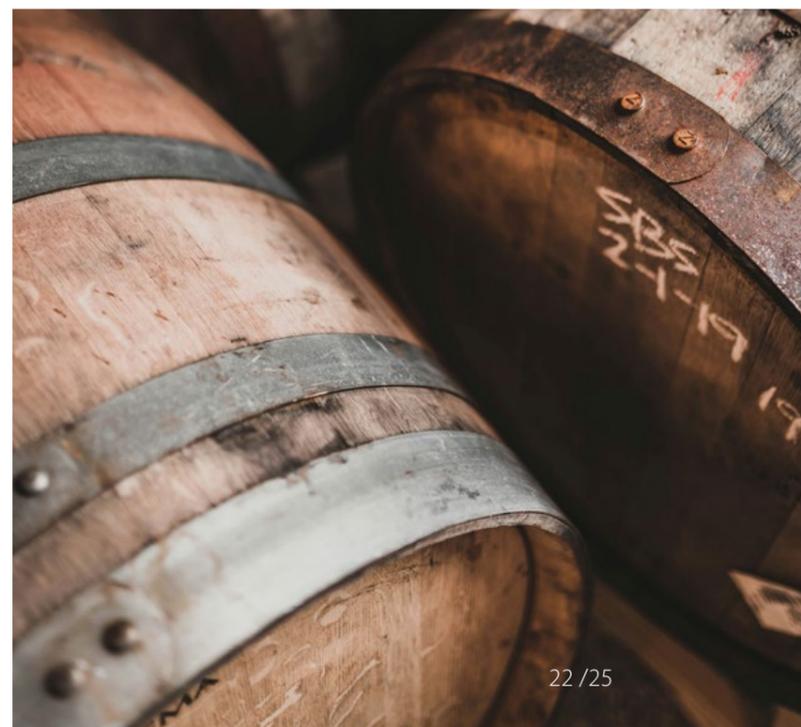
Peter Philipp, responsable de la production du domaine Stift Klosterneuburg, a déclaré : « Le froid est un excellent moyen de préserver les arômes du raisin. Il s'agit également d'une stratégie non invasive de protection microbologique qui réduit le risque de fermentation spontanée, qui est un phénomène indésirable. »

« Nous voulons que la fermentation commence après le foulage des raisins. Le stockage frigorifique nous fait gagner du temps. »

En 2024, TITAN Autriche a constaté une augmentation de plus de 100 % des commandes de la part des clients du secteur viticole, conséquence directe du changement climatique. Au total, 19 clients viticoles ont loué des conteneurs de 20 ou 40 pieds pour une courte durée (4 à 6 semaines) et ont déclaré que le « filet de sécurité » dont ils ont bénéficié pendant la période chargée des vendanges était inestimable.



Stockage frigorifique pour les viticulteurs



Conclusion

Outre les données empiriques sur la façon dont le changement climatique touche le secteur viticole mondial, la communauté viticole peut faire état de raisins qui se dessèchent ou de brûlures sur les pieds de vigne au cours de l'été. National Geographic a rapporté que des villes du sud-ouest de la France ont vu les feuilles de vigne brûler en 2019, provoquant le dessèchement du fruit qu'elles protégeaient du soleil.²⁰

« Un climat chaud fait partie de notre avenir », explique Peter Philipp du domaine Stift Klosterneuburg. « Bien sûr, il y aura des années où les vins ressembleront davantage à ce que nous avons connu, mais les années seront de plus en plus semblables à cette année 2024. Nous devons trouver des stratégies pour y faire face. »

Les conteneurs de stockage frigorifique, selon lui, font partie de la solution. Le rôle qu'ils jouent dans la réduction des goulots d'étranglement pendant le traitement est de plus en plus important.

Peter Philipp explique : « Si je devais recommencer à zéro, je ferais tout différemment et je prévois des fouloirs, des presses et des cuves de plus grande capacité, mais aussi des caves de fermentation et des zones de stockage climatisées, sans oublier une chambre froide dédiée pour stocker toute la nuit les raisins fraîchement cueillis. Mais la plupart des établissements viticoles ne sont pas en capacité de mettre cela en place. »

Alors que le changement climatique continue de perturber les tendances climatiques mondiales, les responsables de domaine sont confrontés à des défis sans précédent. L'arrachage étant inimaginable dans la majorité des cas, la seule solution raisonnable consiste à étudier de nouvelles méthodes qui aideront les viticulteurs à tirer le meilleur parti de la situation.

L'INNOVATION DANS LE SECTEUR DU VIN N'EST PLUS UNE OPTION, ELLE EST DEVENUE INDISPENSABLE.

Références

1. Climate Analytics

<https://climateanalytics.org/publications/when-will-global-greenhouse-gas-emissions-peak>

2. WMO

<https://wmo.int/media/news/global-temperature-likely-exceed-15deg-c-above-pre-industrial-level-temporarily-next-5-years>

3. Olive Oil Times

<https://www.oliveoiltimes.com/business/europe/report-reveals-growing-number-of-olive-producers-in-northern-italy/>

4. Statista

<https://www.statista.com/statistics/922403/global-wine-market-size/>

5. Académie du Vin Library

<https://academieduvinlibrary.com/blogs/vinosity/wine-statistics>

6. INRAE

<https://www.inrae.fr/en/news/global-map-how-climate-change-changing-winegrowing-regions/>

7. Decanter

<https://www.decanter.com/wine-news/opinion/news-blogs-anson/bordeaux-wine-frost-2017-vintage-383633/>

8. Meiningers International

<https://www.meiningers-international.com/wine/general/wines-emerging-water-crisis>

9. World of Fine Wine

<https://worldoffinewine.com/news-features/climate-change-wine-industry>

10. Columbia Climate School

<https://www.earth.columbia.edu/articles/view/3276>

11. Foss Analytics

<https://www.fossanalytics.com/en/news-articles/wine/deciding-picking-dates-for-grapes-in-a-changing-climate>

12. Vineyard Magazine

<https://www.vineyardmagazine.co.uk/agronomy/looking-ahead-to-the-first-time-harvest/>

13. Brookings

<https://www.brookings.edu/articles/how-off-grid-cold-storage-systems-can-help-farmers-reduce-post-harvest-losses/>

14. The Times

<https://www.thetimes.com/world/europe/article/five-new-grape-varieties-that-could-save-bordeaux-vineyards-d8dss3c95>

15. Wine Enthusiat

<https://www.wineenthusiast.com/culture/industry-news/bordeaux-grape-varieties-news/>

16. BM Wine Guide

<https://bmwinecellar.com/the-biggest-technology-trends-revolutionizing-the-wine-industry/>

17. BBC

<https://www.bbc.com/future/article/20230727-the-microbes-that-could-protect-grapevines-from-climate-change>

18. SolarFreeze

<https://www.solarfreeze.co.ke/solutions/?1>

19. Laimburg

https://www.laimburg.it/it/news.asp?news_action=4&news_article_id=658571

20. National Geographic

<https://www.nationalgeographic.com/science/article/wine-harvest-dates-earlier-climate-change>