

Comment construire des variétés de vigne adaptées aux conditions climatiques du futur?

Laccave 2.21
WP1 – Topic 4

Éric Duchêne – INRAE Colmar

26 novembre 2021

Iñaki Garcia de Cortazar-Atauri
Philippe Darriet
Thierry Lacombe
Élisa Marguerit
Étienne Neethling
Jean-Marie Sablayrolles



WP1 Resources and think tank for vineyard adaptation to climate change

- Topic 1 : Water management and adaptation to climate change – from gene to territory
- Topic 2: Biotic environment in vineyards facing climate change
- Topic 3: The soil component, the hidden challenge
- Topic 4: Grapevine genetics and adaptation to climate change – moving towards grapevine ideotype

Les attentes pour le groupe de travail « Idéotypes »

1. Gestion de l'information

- Rassembler des données d'évolution du climat
- Rassembler des informations sur les caractéristiques génétiques,

2. Identifier et hiérarchiser les caractères à considérer

- Utiliser des outils de simulation des comportements
- Identifier les facteurs les plus importants selon les vignobles
- Définir un cahier des charges pour la construction de nouveaux géotypes adaptés aux nouvelles contraintes.

3. Déterminants génétiques des caractères d'adaptation

Les réalisations du groupe de travail « Idéotypes »

1. Définir les contraintes pour les grands ensembles viticoles
2. Explorer la diversité génétique
3. Structurer l'information disponible
4. Quel cahier des charges pour les génotypes du futur?

Définir les contraintes pour les grands ensembles viticoles



2019-2020
MASTER AETPF
Parcours ECOSAFE

Imaginer des variétés de vigne adaptées au
changement climatique du futur

Fritzner PIERRE-LOUIS

Eric DUCHÊNE, Ingénieur de recherche (SVQV)

Iñaki GARCIA DE CORTAZAR, Ingénieur de recherche (Agroclim)

Alice MICHELOT-ANTALIK, Maître de conférences Université de Lorraine

Objectifs du stage et missions

- Caractériser et quantifier les principales évolutions, et surtout les contraintes, auxquelles la viticulture sera confrontée dans le futur,
- Explorer quelles caractéristiques devraient avoir des variétés de vigne pour minimiser l'impact de ces évolutions,
- Le travail consiste :
 - ✓ À simuler le comportement de la vigne dans le futur (scénario RCP 8.5 x modèles)
 - ✓ À construire des génotypes virtuels de vigne en mesure d'assurer une production la plus stable possible, tant en volume qu'en qualité, dans le futur.
 - ✓ À confronter les caractéristiques attendues de ces génotypes virtuels à la variabilité génétique existante.

Vignobles et variétés étudiés

Combinaisons de 12 mailles x variétés



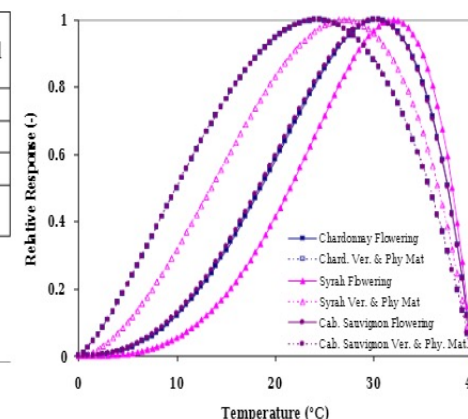
Mailles des vignobles (source: INRAE Avignon).

Régions	% superficie vignoble	Variétés
Colmar	27,11	Riesling
Vallée du Rhône	5,48	Syrah
Angers	10,47	Merlot
Reims	24,64	Chardonnay
Avignon	11,35	Syrah et Grenache
Montpellier	17,59	Syrah et Grenache
Bordeaux	31,08	Carbernet-S. et Merlot
Dijon	5,25	Chardonnay
Cognac	44,08	Ugni blanc

Modèles de prévision de la phénologie

- Débourrement :
 - ✓ modèle Smoothed-Utah pour le levée de dormance
 - ✓ modèle de Wang&Engel pour le cumul de chaleur
- Floraison et la véraison: modèle de Wang&Engel
- Maturité : mi-véraison + 40 jours

	Budbreak - Flowering		Flowering - Véraison		Véraison - Physiological Maturity	
	Topt	F*	Topt	F*	Topt	F*
Chardonnay	30.3	18.8	24.3	56.2	24.3	46.0
Syrah	32.0	12.5	27.0	52.8	27.0	43.2
Cabernet Sauvignon	30.2	20.3	24.3	63.0	24.3	51.5



Future scenarios were built using a stochastic weather generator, LARS-WG (Semenov et al., 1998), capable of reproducing weather data at single site (i.e., at grid scale). ECMWF historical series (1982-2008), taken to

Exemple de réponse du modèle de prédiction de la phénologie.

Outils AgroClim utilisés

- ✓ SICLIMA, extraction de données et calculs d'indicateurs écoclimatiques
- ✓ PMP version 5.5, calcul de la phénologie
- ✓ GETARI, calcul des indicateurs éco-climatiques

Calcul des indicateurs éco-climatiques

Liste des indicateurs calculés. S2 = débourrement, S3 = floraison, S4 = véraison, S5 = vendange.

Phase	Indicateur	Description	Variable utilisée
S2S3	Jours froids Tmin	Nombre de jours de gel ($T_{min} < 0\text{ °C}$)	Tmin
S3S4, S4S5 et S2S5	Rayonnement cumulé	Rayonnement cumulé (joule/cm ² ou W/m ²)	Radiation
S4S5	Moyenne des températures maximales	Pour chaque phase de développement	Tmax
S4S5 et S2S5	Moyenne des températures moyennes	Pour chaque phase de développement	Tmean
	Somme des pluies	Cumul des précipitations	Pluie
S2S5	Déficits hydriques	Pluviométrie moins l'évapotranspiration potentielle	Pluie et ETP

Une base de données d'indicateurs

Laccave 2.21 - Idéotypes	
Ce fichier récapitule les données obtenues par Fritzner Pierre-Louis lors de son stage de M2 en 2020	
"Imaginer des variétés de vigne adaptées au changement climatique du futur"	
Master AETPF, Parcours ECOSAFE, AgroparisTech, Université de Lorraine	
Encadrement: Eric Duchêne (INRAE Colmar), Iñaki GARCIA DE CORTAZAR (INRAE Avignon)	
Outils utilisés :	SICLIMA, PMP, Getari (INRAE Avignon Agroclim)
Description des variables	
frostdaystmin	Jours de gel
frostend	Fin du risque de gel
froststart	Début du risque de gel
hdaystmax	Jours chauds Tmax
hdaystmean	Jours chauds Tmoy
heatsumtmax	Somme des températures maximales chaudes
heatsumtmean	Somme des températures moyennes chaudes
hsdays	Jours de stress thermique
maxt	Moyenne des températures maximales
meant	Moyenne des températures moyennes

Une base de données d'indicateurs

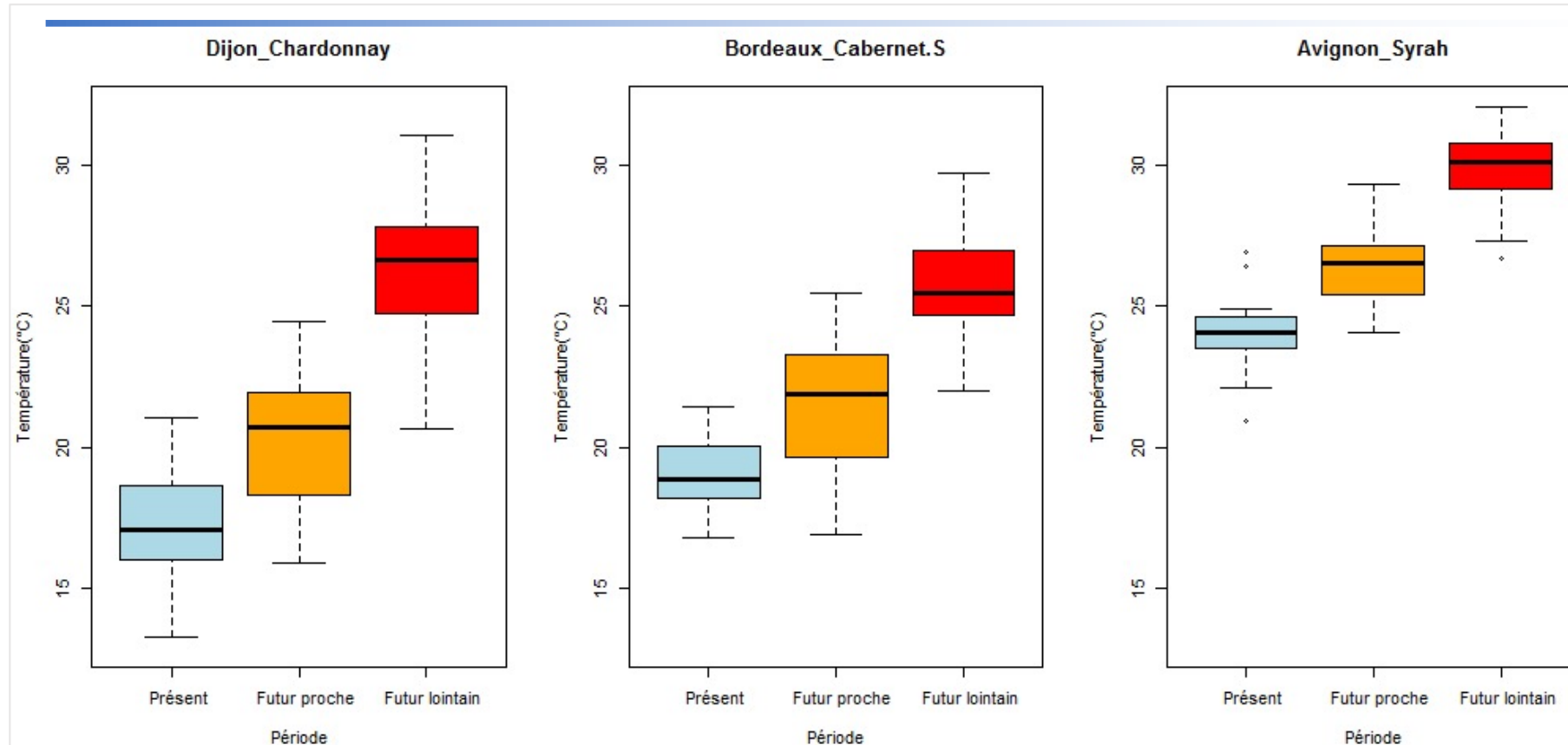
Regions	maille_ safran	maille_ drias	latitude	longitude	altitude	% SUPERFICIE VIGNOBLE	Variétés	Données météorologiques	Periodes	Phases	frostdaystmin	frostend	froststart	hdaystmax
Reims	1266	14954	49.017	3.5531	126	24.64	Chardonnay	RCP.8.5 Drias_Aladin	1985-2015	S2-S3	0			4.066666667
Reims	1266	14954	49.017	3.5531	126	24.64	Chardonnay	RCP.8.5 Drias_Aladin	2030-2060	S2-S3	0.129032258			4.741935484
Reims	1266	14954	49.017	3.5531	126	24.64	Chardonnay	RCP.8.5 Drias_Aladin	2070-2100	S2-S3	0			5.967741935
Reims	1266	14954	49.017	3.5531	126	24.64	Chardonnay	RCP.8.5 Drias_Aladin	1985-2015	S3-S4	0			25.53333333
Reims	1266	14954	49.017	3.5531	126	24.64	Chardonnay	RCP.8.5 Drias_Aladin	2030-2060	S3-S4	0			31.90322581
Reims	1266	14954	49.017	3.5531	126	24.64	Chardonnay	RCP.8.5 Drias_Aladin	2070-2100	S3-S4	0			41.77419355
Reims	1266	14954	49.017	3.5531	126	24.64	Chardonnay	RCP.8.5 Drias_Aladin	1985-2015	S4-S5	0.166666667			4.2
Reims	1266	14954	49.017	3.5531	126	24.64	Chardonnay	RCP.8.5 Drias_Aladin	1985-2015	S4+30	0	70.2	69.43333	13.38709677
Reims	1266	14954	49.017	3.5531	126	24.64	Chardonnay	RCP.8.5 Drias_Aladin	2030-2060	S4+30	0	0	0	30.06451613

Évolution du nombre de jours de gel durant la période débourrement-floraison

Nombre moyen de jours de gel par an sur 30 ans pour les mailles où ce risque augmente dans le futur.

Région	Variété	Safran	CNRM_Pr	CNRM_FP	CNRM_FL	IPSL_Pr	IPSL_FP	IPSL_FL
Colmar	Riesling	0	0	0,10	0	0,43	0,29	0,26
Dijon	Chardonnay	0,1	0,03	0,13	0	0,5	0,42	0,39
Avignon	Syrah	0	0,03	0,06	0	0,07	0,23	0
Avignon	Grenache	0	0,07	0,06	0	0,07	0,19	0
Montpellier	Syrah	0	0	0	0	0	0,10	0
Montpellier	Grenache	0	0	0	0	0	0,10	0
Reims	Chardonnay	0,3	0	0,13	0	0,87	0,61	0,26

Évolution de la moyenne des températures moyennes durant la maturation



Évolution de la moyenne des températures moyennes simulées durant la phase Véraison-vendange sur les périodes 2031-2060 et 2071-2100 comparées avec la période 1986-2015.

Création de génotypes virtuels

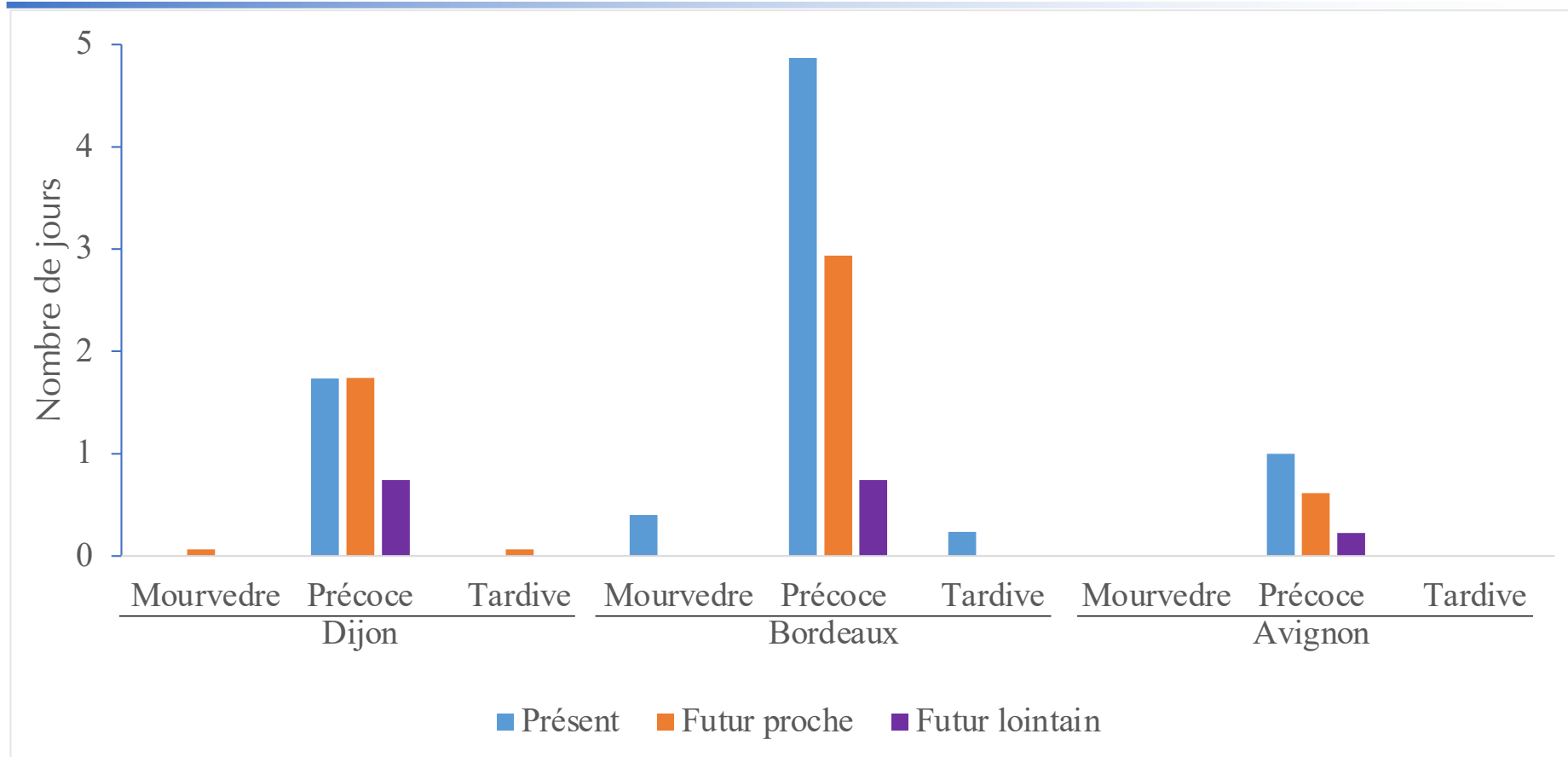
Critères : éviter le risque de gel après le débourrement et période de maturation dans la gamme de température actuelle.

Paramètres des besoins en froid (C*) et de forçage (F*) des variétés « Tardive » et « Précoce » des modèles de prévision phénologique Smoothed-Utah et Wang et Engel (Morales-Castillas et al, 2019, AgroClim)

Variétés	C_DB	F_DB	F_DB-FL	F_FL-VER
Chasselas	135,44	13,57	17,8	49,71
Grenache	69,91	21,06	18,04	64,12
Mourvèdre	95,68	19,96	20,94	60,54
Pinot noir	163,27	11,86	15,78	54,73

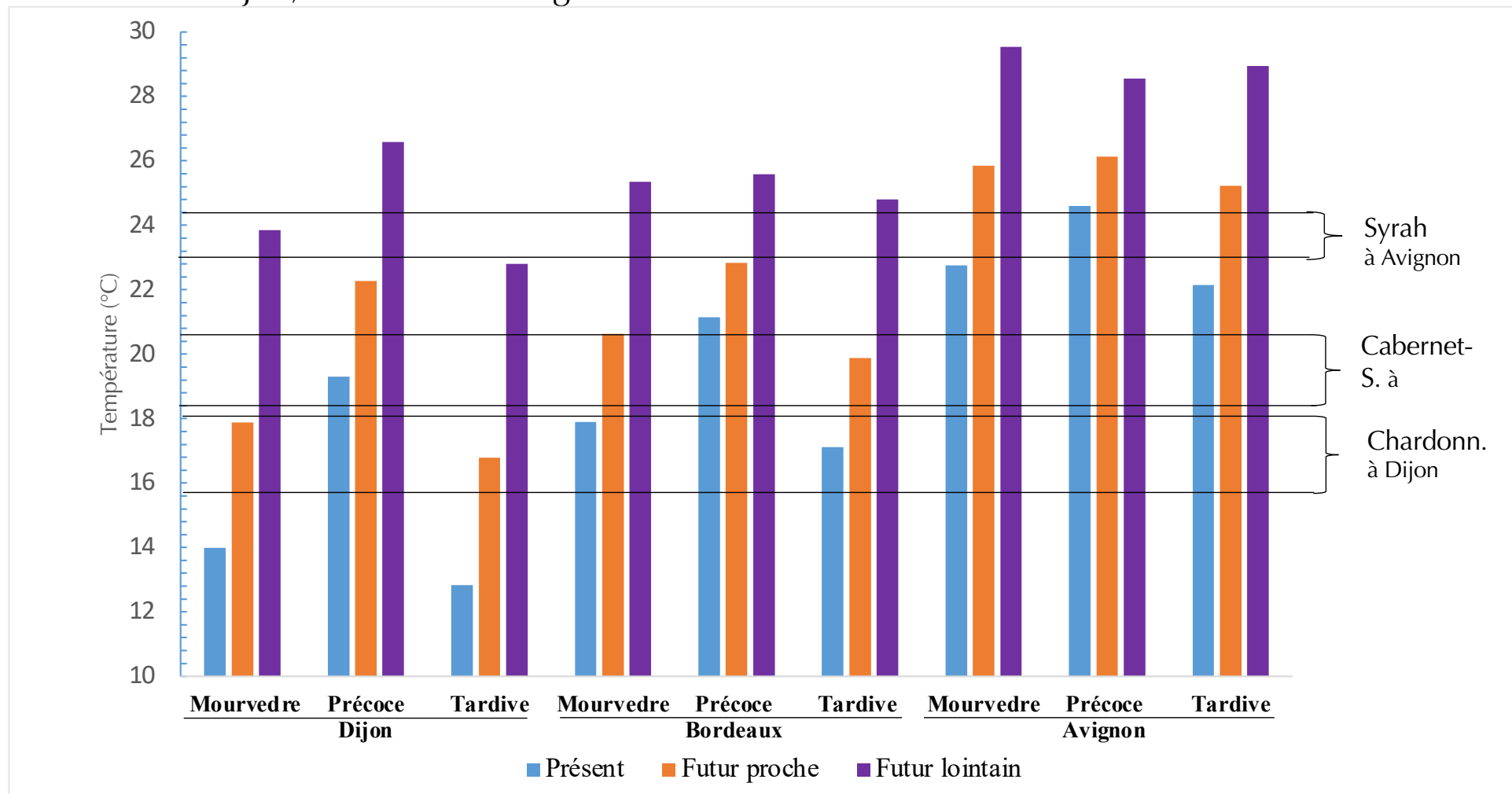
Variétés	C*DB	F*DB	F*DB-FL	F*FL-VER
Génotype Précoce	69,91	11,86	15,78	49,71
Génotype Tardif	100,00	21,06	20,94	64,12

Les risques de gel: la variété 'Précoce' est trop exposée



Évolution du nombre moyen de jours par an de gel simulés après le débournement pour les variétés Mourvèdre, Précoce et Tardive à Dijon, Bordeaux et Avignon sur les périodes 2031-2060 et 2071-2100 comparés avec la période 1986-2015.

Évolution de la température au cours de la maturation des variétés Mourvèdre, Précoce et Tardive à Dijon, Bordeaux et Avignon



Évolution des températures moyennes simulées avec le modèle CNRM durant la phase véraison-vendange sur les périodes 2031-2060 et 2071-2100 comparées avec la période 1986-2015. Les lignes Q1 et Q3 représentent le premier et le troisième quartile des températures moyennes simulées avec les données de référence SAFRAN pour les variétés Cabernet-Sauvignon, Chardonnay et Syrah.

Conclusion

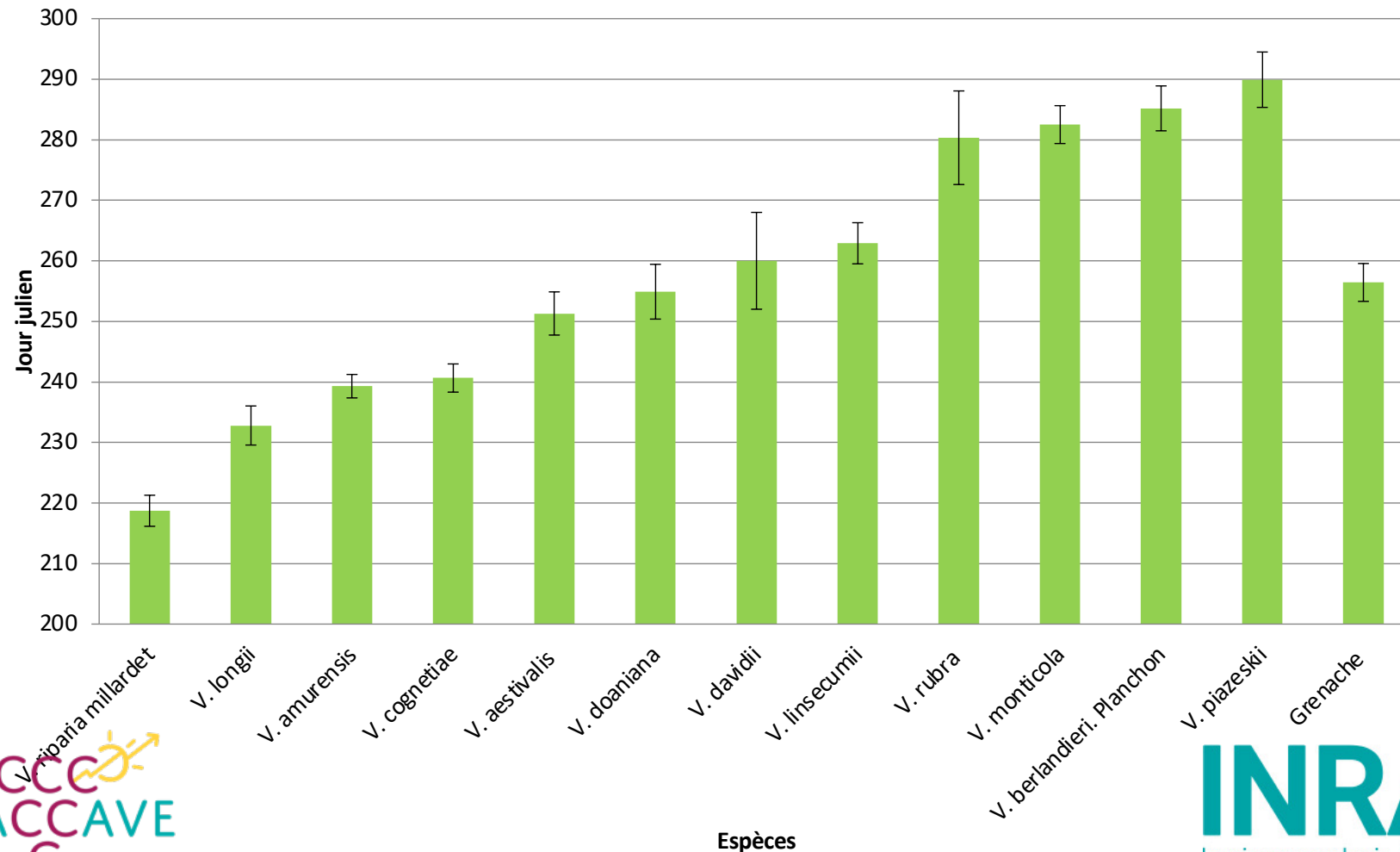
- Ce travail formalise des idées existantes
- Il faut anticiper des risques de gel de printemps en augmentation dans certaines situations,
- Il sera à long terme très difficile de retrouver des conditions de maturation fraîches, voire impossible dans la vallée du Rhône, dans la gamme génétique explorée.
- Travail à poursuivre avec l'intégration du confort hydrique, voire des modèles plus complexes pour prévoir le volume de récolte et les caractéristiques des raisins.

Explorer la diversité génétique



Explorer la variabilité entre espèces

Veraison en jour julien en fonction des espèces
Bergheim (68) de 1967 à 1990



Explorer la variabilité entre clones d'une même variété

Wine Identity DA
ESA Angers

29/01/2020

LACCAVE Project

**Adaptation of viticulture to climate change focusing on clonal
variability**

Final report

Frédérique ABHE
Felix BAUMGARTNER
Audrey CELLIER
Léo LECLERRE
Nathan SENECHAU
Francisco TOMAZ NETTO

Supervision: **Étienne Neethling**, ESA Angers



Explorer la variabilité entre clones d'une même variété

Table V: Average DOY and Heat Requirement for flowering and veraison for varieties in the given years.

Variety	Range of data	Flowering DOY	Heat Requirement for Flowering	Veraison DOY	Heat Requirement for Veraison
Grolleau Noir	Early	160	1267	216	2570
	Mean	164	1348	232	2780
	Late	170	1428	245	3122
	Difference	10	161	29	552
Chenin Blanc	Early	161	1301	228	2618
	Mean	164	1343	235	2771
	Late	168	1396	241	2895
	Difference	7	95	13	277
Sauvignon Blanc	Early	165	1352	225	2480
	Mean	167	1394	231	2660
	Late	169	1422	234	2736
	Difference	4	70	9	256

Modèle pour le sommes des températures : GFV (Parker et al, 2011)

Explorer la variabilité entre clones d'une même variété

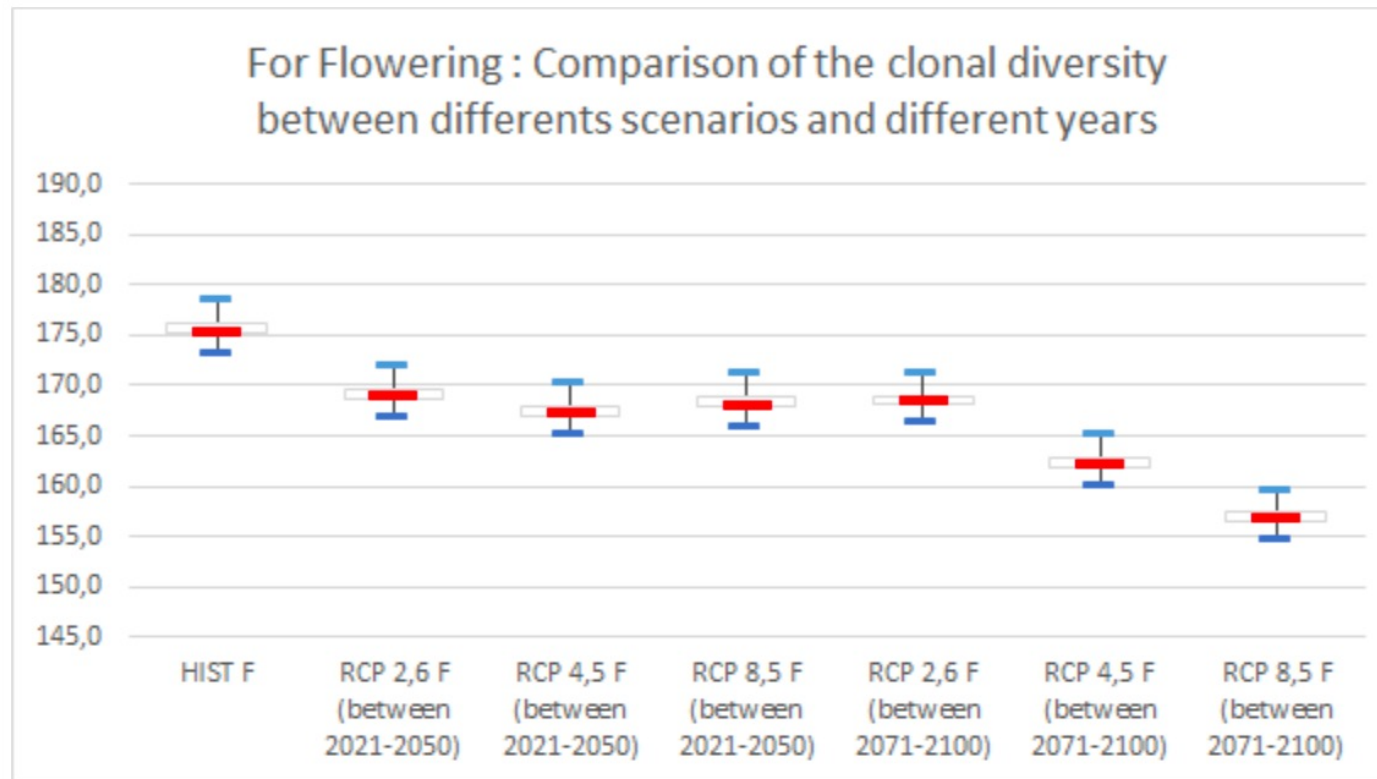


Figure 17 : Comparison of the clonal diversity of flowering (in DOY) between different scenarios and different years for Chenin Blanc (red colors refers to mean, light blue refers to late extreme and dark blue refers to early extreme)

Explorer la variabilité entre clones d'une même variété

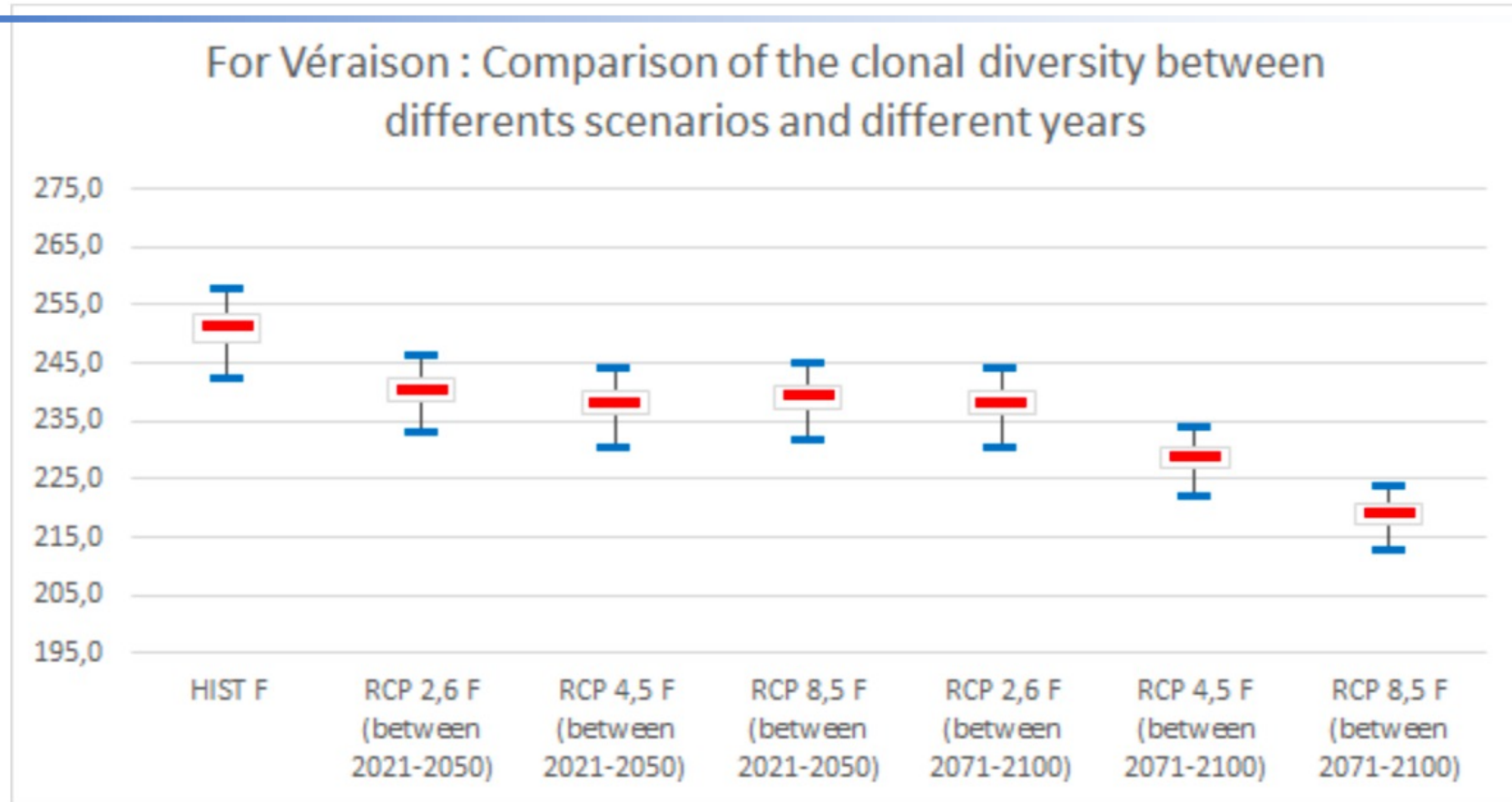


Figure 18: Comparison of the clonal diversity for veraison (in DOY) between different scenarios and different years for Chenin Blanc. (red colors refers to mean, light blue refers to late extreme and dark blue refers to early extreme)

Explorer la variabilité entre clones d'une même variété

Table IX: Difference in days between the early and late ripening clones for veraison for each variety for each scenario.

	History (1971- 2000)	RCP 2.6 (2021- 2050)	RCP 4.5 (2021- 2050)	RCP 8.5 (2021- 2050)	RCP 2.6 (2071- 2100)	RCP 4.5 (2071- 2100)	RCP 8.5 (2071- 2100)
Grolleau Noir	15	13	13	13	13	11	11
Chenin Blanc	16	13	14	13	14	12	11
Sauvignon Blanc	14	12	12	12	12	11	10

Données à exploiter pour Cot, Cabernet-franc, Merlot, Petit Verdot, Pinots, Riesling, Syrah

Structurer l'information



Comment rassembler et mettre à disposition de l'information sur la variabilité clonale existante?

Un outil pour créer des graphiques standardisés:

<https://inra-colmar.shinyapps.io/vitgenvar/>

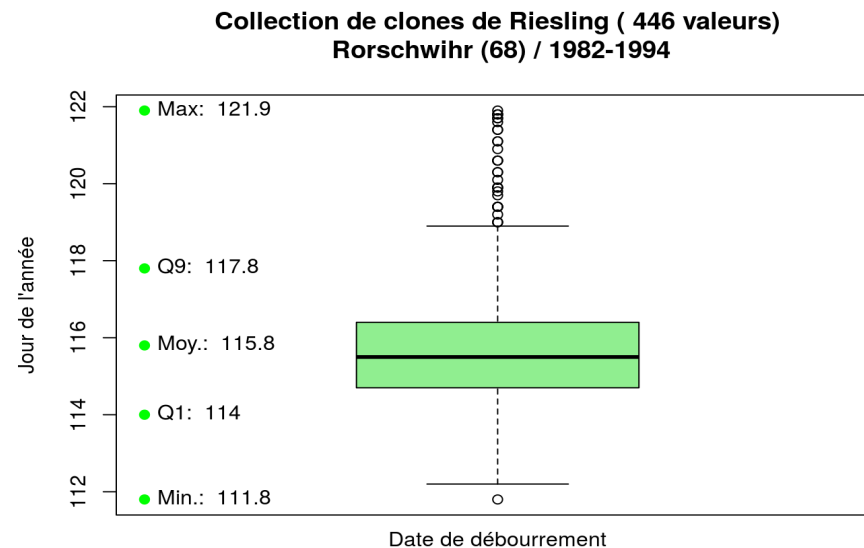
Laccave 2.21 - Idéotypes

Quelle variabilité génétique chez la vigne?

Variable : Date de débourrement

Commentaire: Les données présentées incluent les clones virosés (Court-noué et/ou Enroulement) mais la distinction est possible.

Figure réalisée par **Éric Duchêne**
le 26/09/2019



Éric Duchêne/Amandine Velt, INRA Colmar, Mai 2019

Comment rassembler et mettre à disposition de l'information sur la variabilité clonale existante?

Une proposition :

- stocker les graphiques, séries de données et autres rapports dans la base Bioweb-RFCV du réseau français des conservatoires de vigne (CTNSP)
- développer des fonctionnalités de recherche avancée de ces informations.

Projet en cours de finalisation (sortie prévue en janvier 2022), coord. Thierry Lacombe, Cécile Marchal et Christophe Sereno.

https://bioweb.supagro.inra.fr/collections_vigne/Home.php

Réseau Français des Conservatoires de Vigne
Base de données des collections

Accueil Recherche Ma sélection Connexion

Accueil

Les partenaires du réseau
Une démarche collective de la sélection française
Le Réseau Français des Conservatoires de Vigne (RFCV) regroupe 36 partenaires régionaux impliqués dans la sauvegarde des ressources génétiques et la sélection. Plus de 180 conservatoires sont actuellement implantés dans toutes les régions viticoles du pays.
>>> En savoir plus

Charte de gestion des ressources vigne
Un document de référence
Ce texte de référence a été rédigé en 1999 sous l'égide du Bureau des Ressources Génétiques (aujourd'hui FRB). Il définit le cadre, les objectifs et les modalités des actions entreprises par le réseau français en matière de ressources génétiques de la vigne.
>>> En savoir plus

Conservatoires de vigne en France
Préservation de la diversité des cépages
Les conservatoires sont des parcelles assurant, dans un bon état sanitaire et physiologique, la conservation des variétés et clones clairement identifiés et choisis pour représenter la plus grande diversité du matériel végétal. Près de 180 parcelles de ce type existent aujourd'hui dans le pays.
>>> En savoir plus

Contacts Crédits Droits et devoirs des utilisateurs

© 2005-2015 INRA - IPV - Montpellier SupAgro Actualisation base de données : 02-09-2015



Quel cahier des charges pour les génotypes du futur?

- Un séminaire rassemblant généticiens, agronomes et œnologues organisé par E.Duchêne, Élisabeth Marguerit, Philippe Darriet et Jean-Marie Sablayrolles,
- Plus de 80 participants (en virtuel),
- Des vidéos de référence : témoignages et synthèses scientifiques,
- Des ateliers de réflexion autour de 3 questions: 397 contributions sur un tableau de bord (merci aux 9 animateurs des ateliers)

Adapter les pratiques œnologiques

- Le changement climatique provoque des modifications importantes de la composition de la baie de raisin
Teneur en sucres, acidité, arômes et précurseurs, polyphénols
- Il existe d'ores et déjà des moyens d'adapter la vinification
Adaptation des pratiques œnologiques (macération, oxygène ...), réduction de la teneur en alcool, ajustement de l'acidité (procédés physiques et microbiologiques)
- Cette adaptation nécessite de nouvelles recherches
Compréhension du microbiote (Métraprogramme MicroVarioR), Nouvelles stratégies de contrôle (ANR Starwine), Lien métabolisme de la baie et composante œnologique des vins (GPR Plant Sciences)
- Ces recherches doivent s'intégrer dans des approches systémiques
Approches viti-oeno sur les nouvelles variétés résistantes (interactions entre UR Vigne-Vin dans différents centres et UMT)

Et la suite?

- Mettre à disposition les résultats des simulations,
- Mettre à disposition les données sur la variabilité clonale,
- Compléter les outils de simulations et les intégrer dans des outils conviviaux (VitisExplorer),
- Poursuivre des recherches sur le débourrement et sur les gels de printemps,
- Poursuivre des recherches sur la tolérance aux fortes températures et au déficit hydrique.

Merci pour votre attention

