



Viticulture et stress hydrique

► Mardi 17 juin 2014



L'irrigation de précision de la vigne : méthodes, outils et stratégies pour maximiser la qualité et les rendements de la vendange en économisant de l'eau.

Hernán Ojeda & Nicolas Saurin

INRA - Unité Expérimentale de Pech Rouge

<http://www1.montpellier.inra.fr/pechrouge>

Quantité d'eau nécessaire aux cultures

Besoins en eau en mm (10 m³/
hectare)

Cultures	
Canne à sucre	1250
Bananes	1200
Dattes	1100
Pamplemousses	825
Riz	770
Coton	750
Betterave à sucre	650
Soja	637
Arachide	600
Maïs	575
Blé	550
Patate douce	537
Pommes de terre	487
Sorgho	475
Oignons	475
Tomate	450
Vigne	450
Tabac	400
Haricots	375

Il faut :

5263 litres d'eau pour cultiver 1 kg de coton

5000 litres d'eau pour 1 kg de riz inondé

1600 litres d'eau pour 1 kg de riz pluvial

900 litres d'eau pour 1 kg de soja

590 litres d'eau pour 1 kg de blé

590 litres d'eau pour 1 kg de pomme de terre

524 litres d'eau pour 1 kg d'orge

454 litres d'eau pour 1 kg de maïs grain

346 litres d'eau pour 1 kg de banane

250 litres d'eau pour 1 kg de raisin

238 litres d'eau pour 1 kg de maïs ensilage

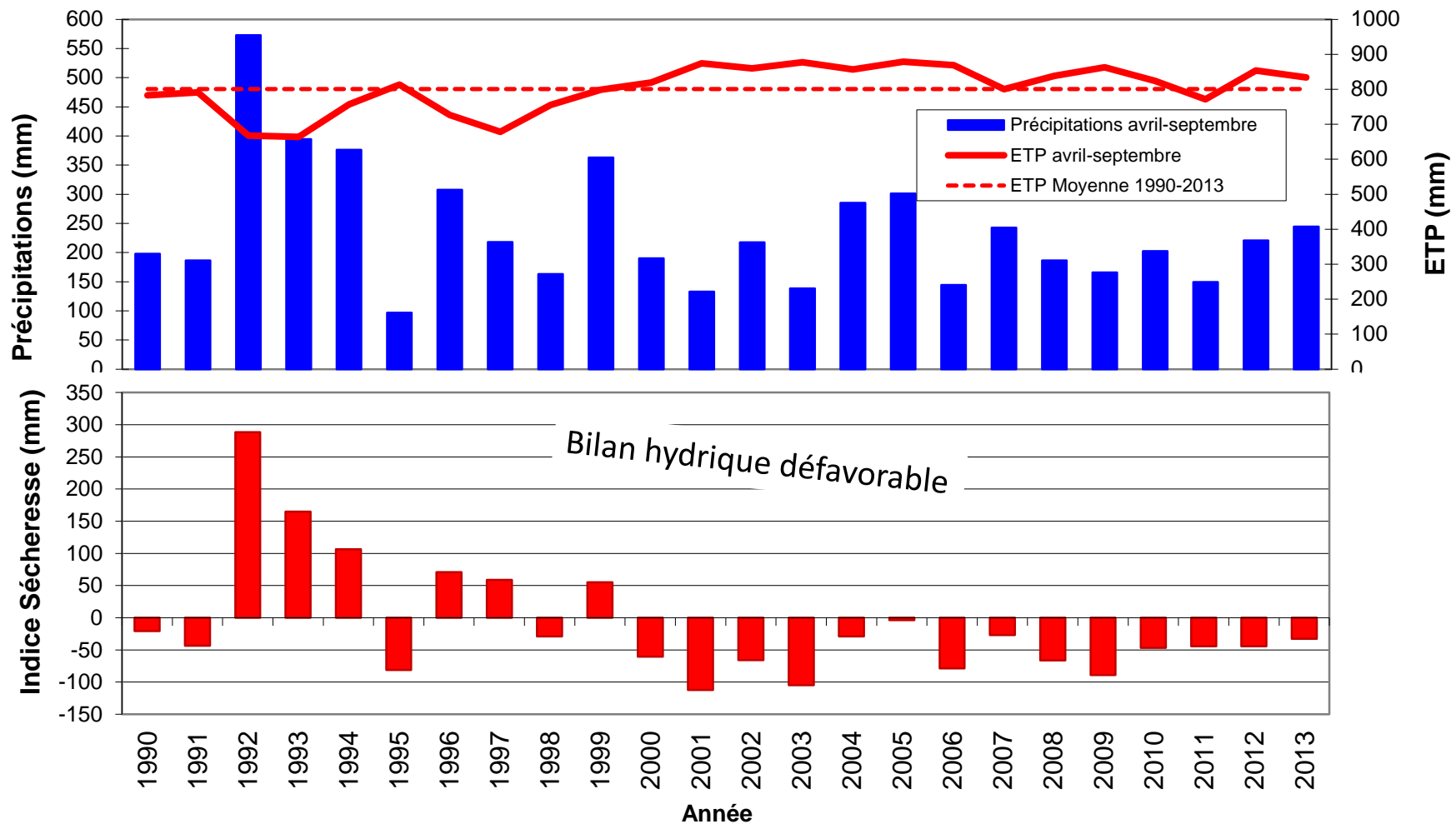
Sources : FAO, CNRS, INRA

L'irrigation de la vigne:

- ✓ **Pays du « Nouveau Monde » (l'Australie, l'Argentine, les Etats-Unis (Californie) et le Chili) 83 % de la surface irriguée (580.000 ha)**
- ✓ **Europe (<10 %) ▲ ▲**
- ✓ **Languedoc Roussillon: 25.000-30.000 ha irrigués (11 %) ▲ ▲**

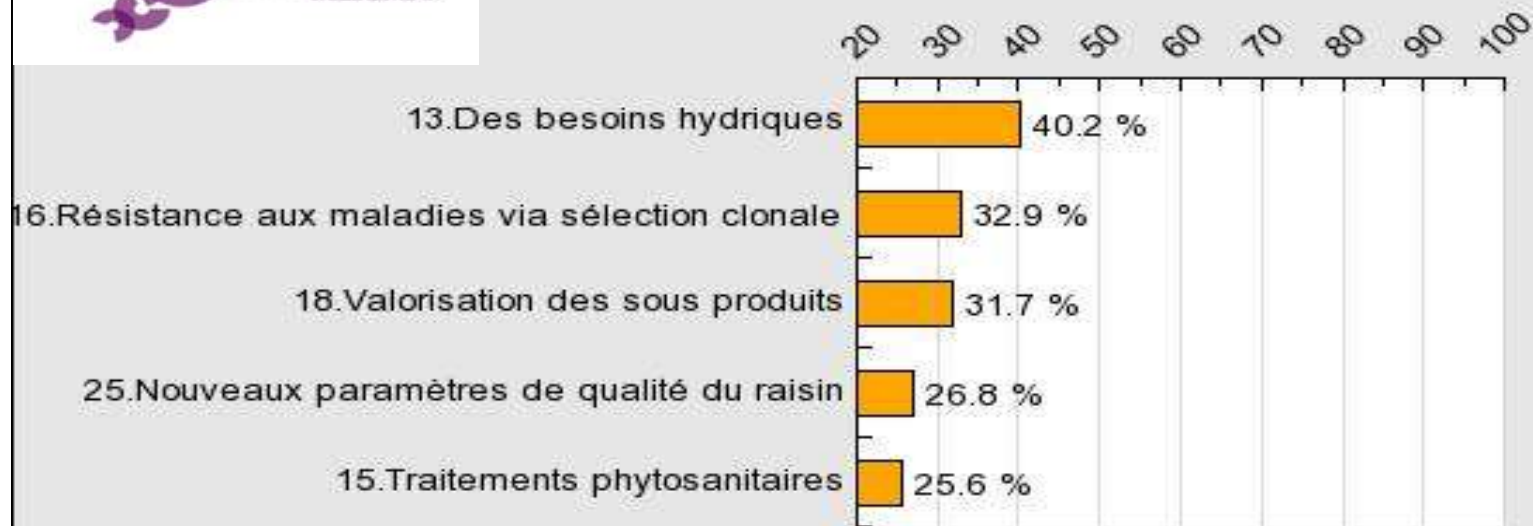
**Nécessité d'être compétitif
(rendements plus élevés avec meilleure qualité)**

Changement climatique?



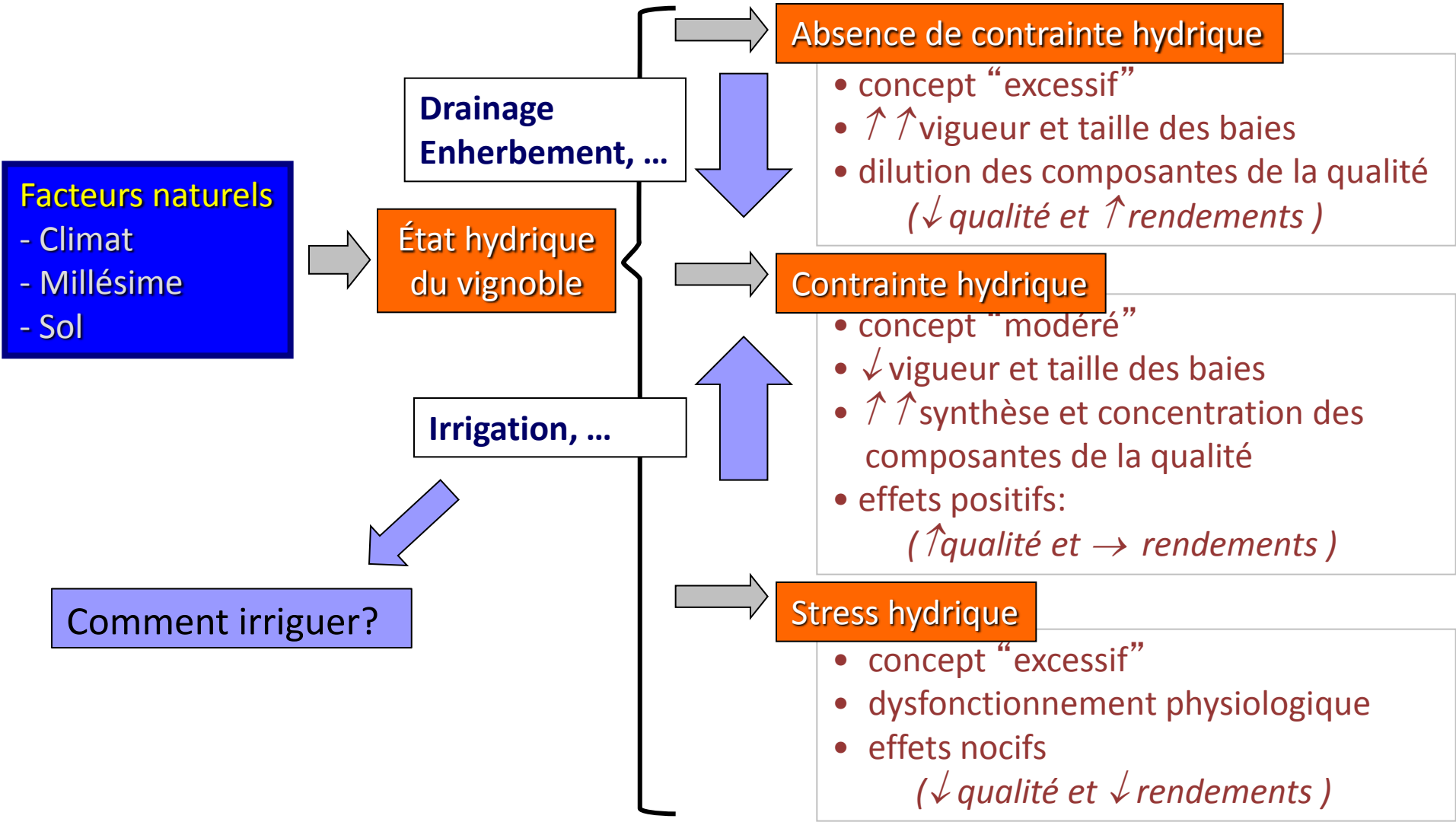
A: Evolution de l'évapotranspiration potentielle totale (ETP) et des précipitations, période avril – septembre. ; **B:** Evolution de l'Indice de Sécheresse (IS: *Tonietto et Carbonneau 2004*). Années 1990-2013. INRA, Unité Expérimentale de Pech Rouge, Gruissan, France.

Necesidades de I+D+i en Viticultura Languedoc-Roussillon



Année 2011

<http://www.winetech-sudoe.eu>





“Pozas”



“Californien”



“surcos”



“melgas”



aspersion



micro aspersion



goutte-à-goutte

Précision, économie en eau,
automatisation, fertirrigation

Quand et combien irriguer?

Méthodes d' aide à la décision pour l' irrigation

Des méthodes non basées sur des mesures directes sur la plante :

- l' estimation de l' évapotranspiration de la culture à partir de données climatiques;
- l' estimation de la disponibilité en eau du sol;
- l' utilisation de capteurs d' humidité du sol (tensiomètres, résistance électrique, sondes neutroniques, sondes FDR et TDR,...) ;
- le calcul d' indices basés sur une ou plusieurs méthodes

Des méthodes basées sur des mesures au niveau de plante :

- observation de symptômes
- la caractérisation physiologique de la plante avec des potomètres ou des analyseurs d' échanges gazeux ;
- le potentiel hydrique foliaire avec la chambre à pression ;
- la transpiration avec les capteurs de flux de sève;
- la dendrométrie pour contrôler les fluctuations de diamètre du tronc;
- la température de la feuille et de la canopée;
- la détermination du rapport isotopique $^{13}\text{C} / ^{12}\text{C}$ chez le raisin

Précision = réponse à partir de l'interprétation du fonctionnement physiologique de la plante car elle intègre l'ensemble des paramètres responsables de l'état hydrique du vignoble (ETP, pluies, type de sol, pratiques culturales, ...).

Méthodes d' aide à la décision pour l' irrigation

Des méthodes non basées sur des mesures directes sur la plante :

- l' estimation de l' évapotranspiration de la culture à partir de données climatiques;
- l' estimation de la disponibilité en eau du sol;
- l' utilisation de capteurs d' humidité du sol (tensiomètres, résistance électrique, sondes neutroniques, sondes FDR et TDR,...) ;
- le calcul d' indices basés sur un ou plusieurs méthodes

Des méthodes basées sur des mesures au niveau de plante :

- observation de symptômes
- la caractérisation physiologique de la plante avec des potomètres ou des analyseurs d' échanges gazeuses ;
- ✓ le potentiel hydrique foliaire avec la chambre à pression ;
- la transpiration avec les capteurs de flux de sève;
- la dendrométrie pour contrôler les fluctuations de diamètre du tronc;
- la température de la feuille et de la canopée;
- la détermination du rapport isotopique $^{13}\text{C} / ^{12}\text{C}$ chez le raisin

France



Pérou



Argentine



France



Afrique du Sud



Canada



Italie



Alemagne



Italie



Chili



Chili



Chili

Modèles de stratégies de contrôle de l'état hydrique de la vigne

Chambre à
pression

Potentiel
hydrique

Ψ_b Ψ_t Ψ_h

0 0 0

-2 -5 -8

-4 -8 -11

-6 -11 -14

-8 -14 -16

débourrement

Croissance
du rameau

floraison -
nouaison

Croissance
herbacée de
la baie

véraison

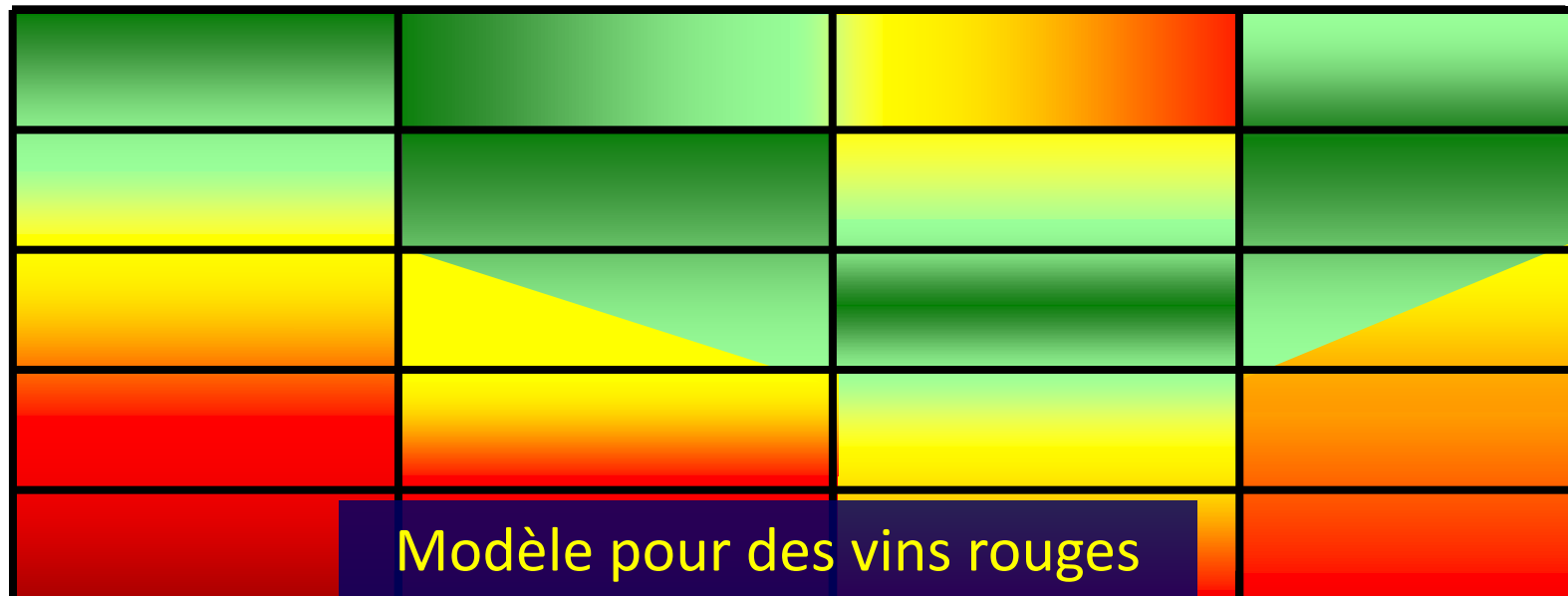
maturation

récolte

post-récolte

chute des feuilles

← Période végétative →



potentiel hydrique de base (Ψ_b), potentiel de "tige" au zénith (Ψ_t), potentiel de feuille au zénith (Ψ_f)

Modèles de stratégies de contrôle de l'état hydrique de la vigne

Chambre à
pression

Potentiel
hydrique

Ψ_b	Ψ_t	Ψ_h
0	0	0
-2	-5	-8
-4	-8	-11
-6	-11	-14
-8	-14	-16

débourrement

Croissance
du rameau

floraison -
nouaison

Croissance
herbacée de
la baie

véraison

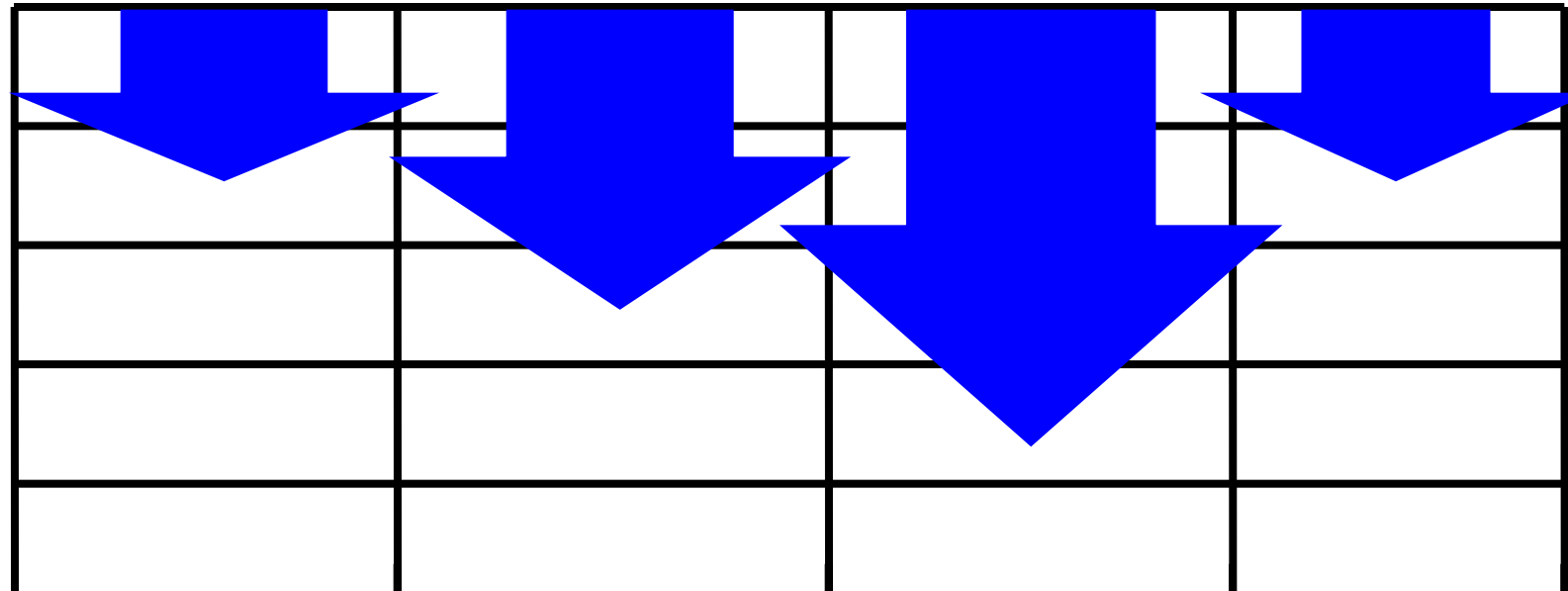
maturation

récolte

post-récolte

chute des feuilles

← Période végétative →



potentiel hydrique de base (Ψ_b), potentiel de "tige" au zénith (Ψ_t), potentiel de feuille au zénith (Ψ_f)

Modèles de stratégies de contrôle de l'état hydrique de la vigne

Chambre à
pression

Potentiel
hydrique

Ψ_b Ψ_t Ψ_h

0 0 0

-2 -5 -8

-4 -8 -11

-6 -11 -14

-8 -14 -16

débourrement

Croissance
du rameau

floraison -
nouaison

Croissance
herbacée de
la baie

véraison

maturation

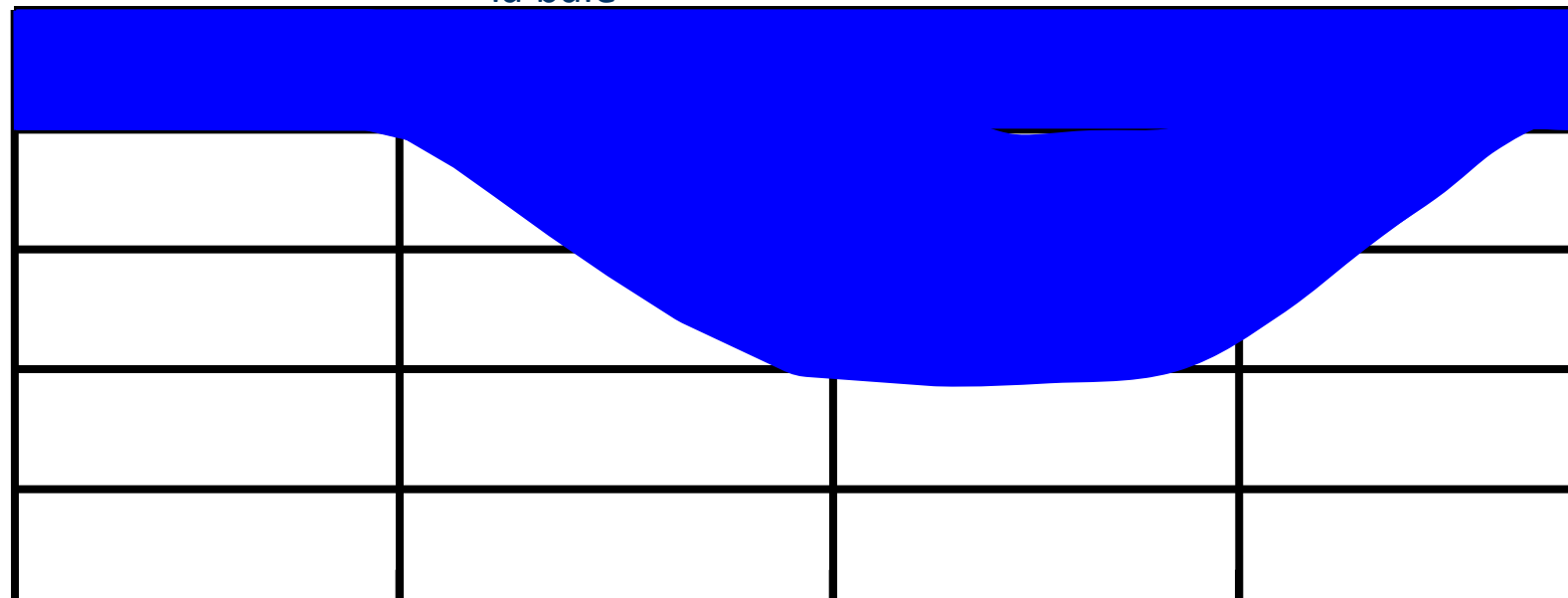
récolte

post-récolte

chute des feuilles

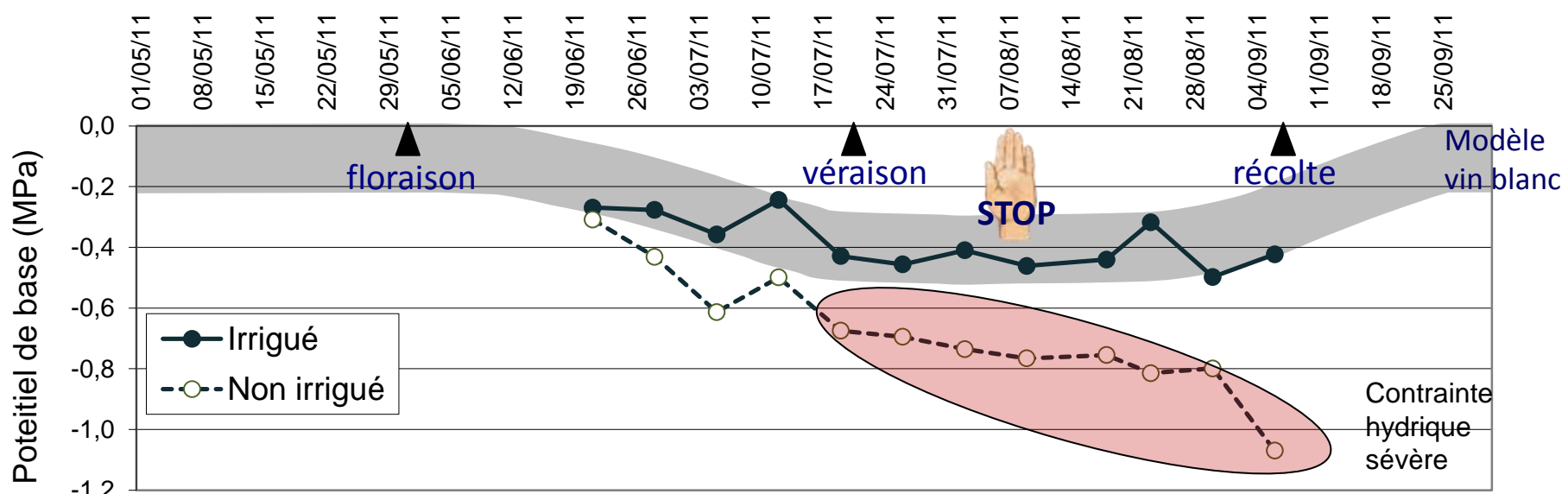


Période végétative

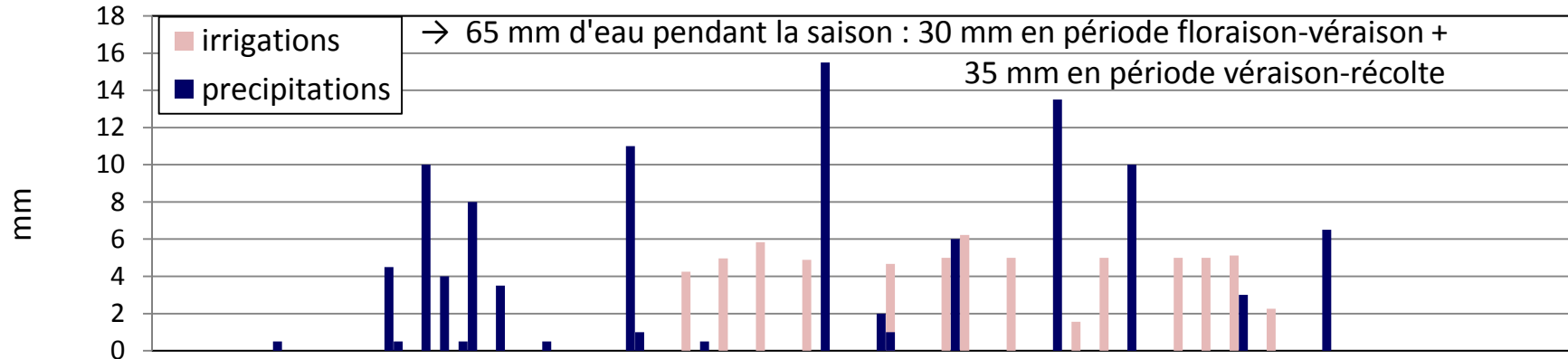


potentiel hydrique de base (Ψ_b), potentiel de "tige" au zénith (Ψ_t), potentiel de feuille au zénith (Ψ_f)

A



B



Evolution des valeurs de potentiel hydrique foliaire de base (A), irrigations appliquées et précipitations (B) d'une parcelle de Viognier située dans le Domaine de Pech Rouge (Gruissan) pendant la saison 2011.

Unités

Cépages type
isohydriques



Cépages type
anhisohydriques

Photosynthèse, Transpiration

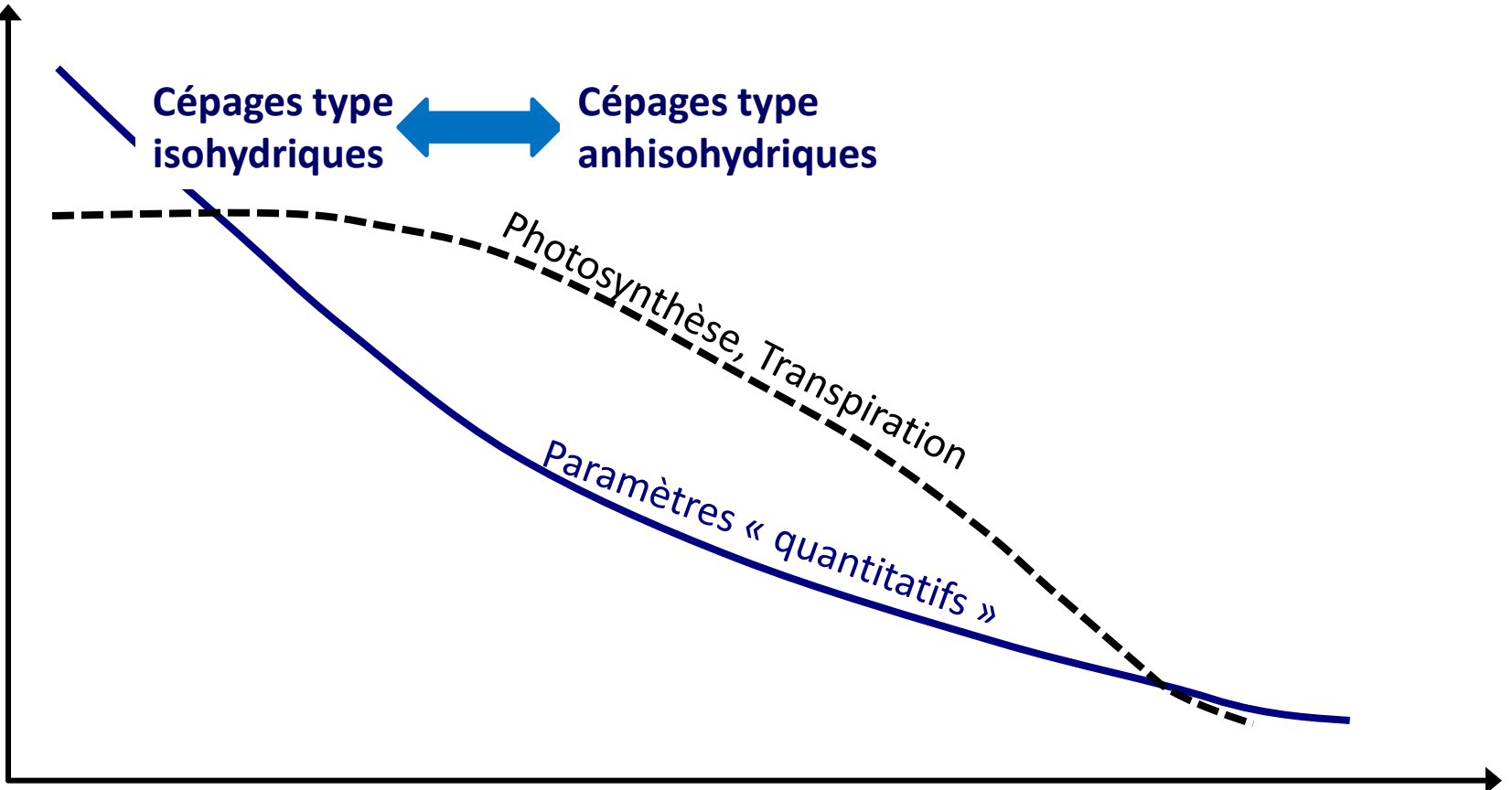
Paramètres « quantitatifs »

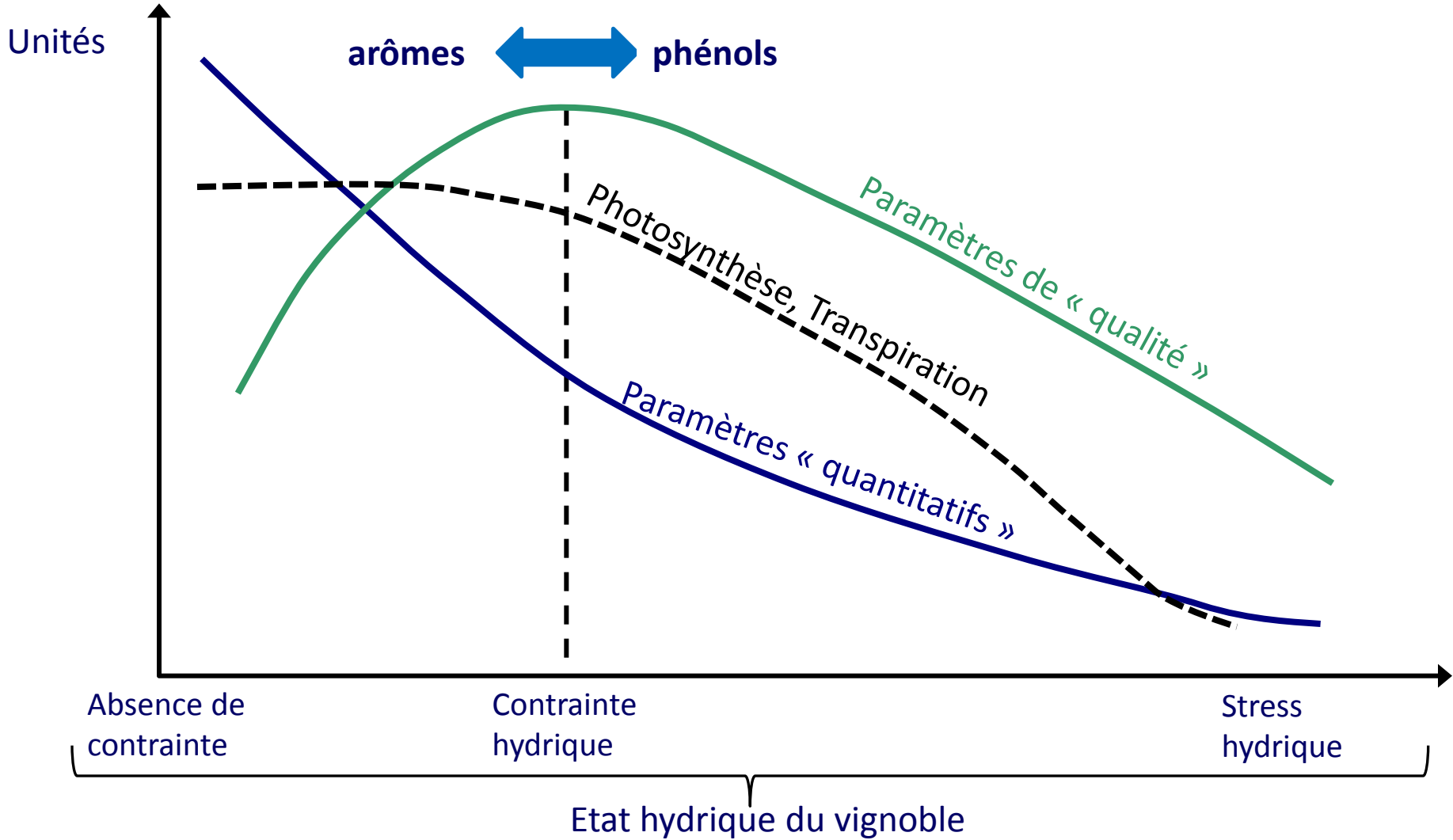
Absence de
contrainte

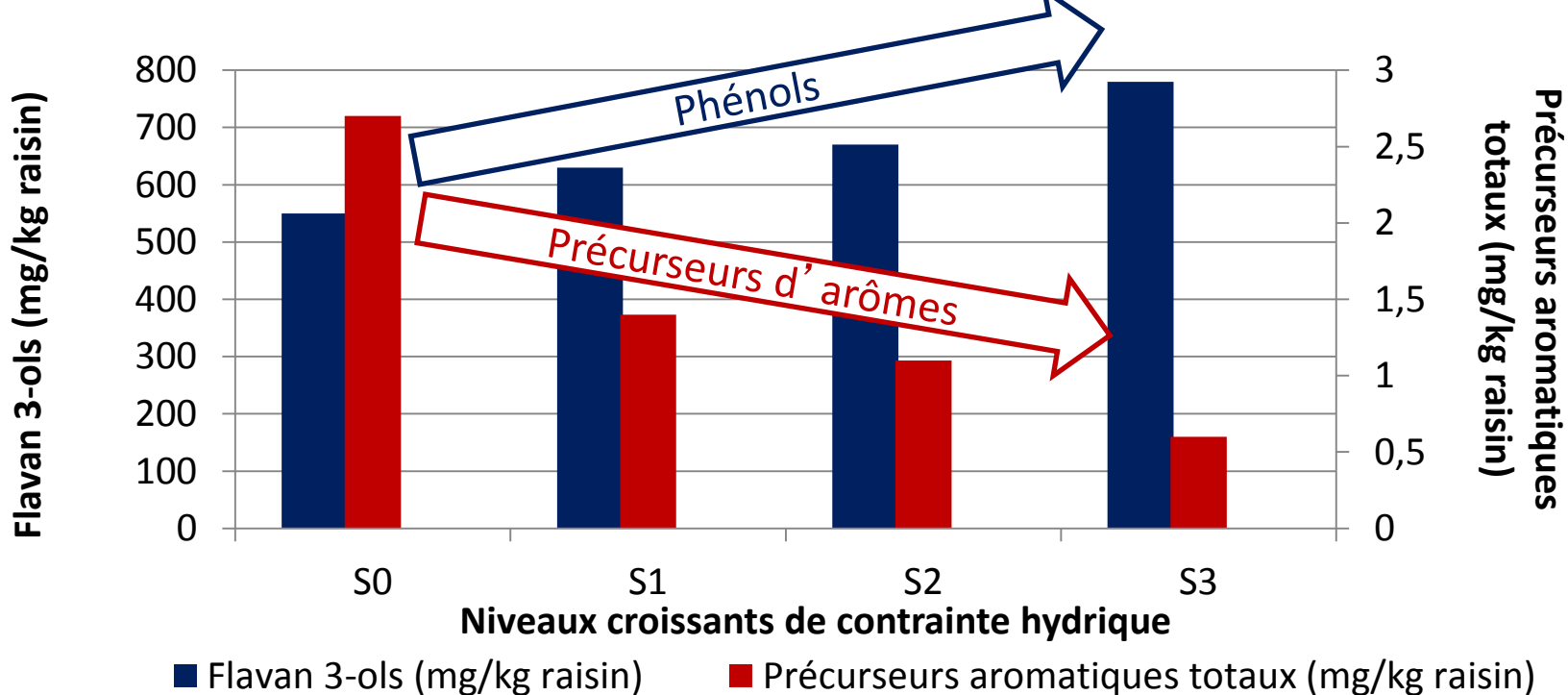
Contrainte
hydrique

Stress
hydrique

Etat hydrique du vignoble



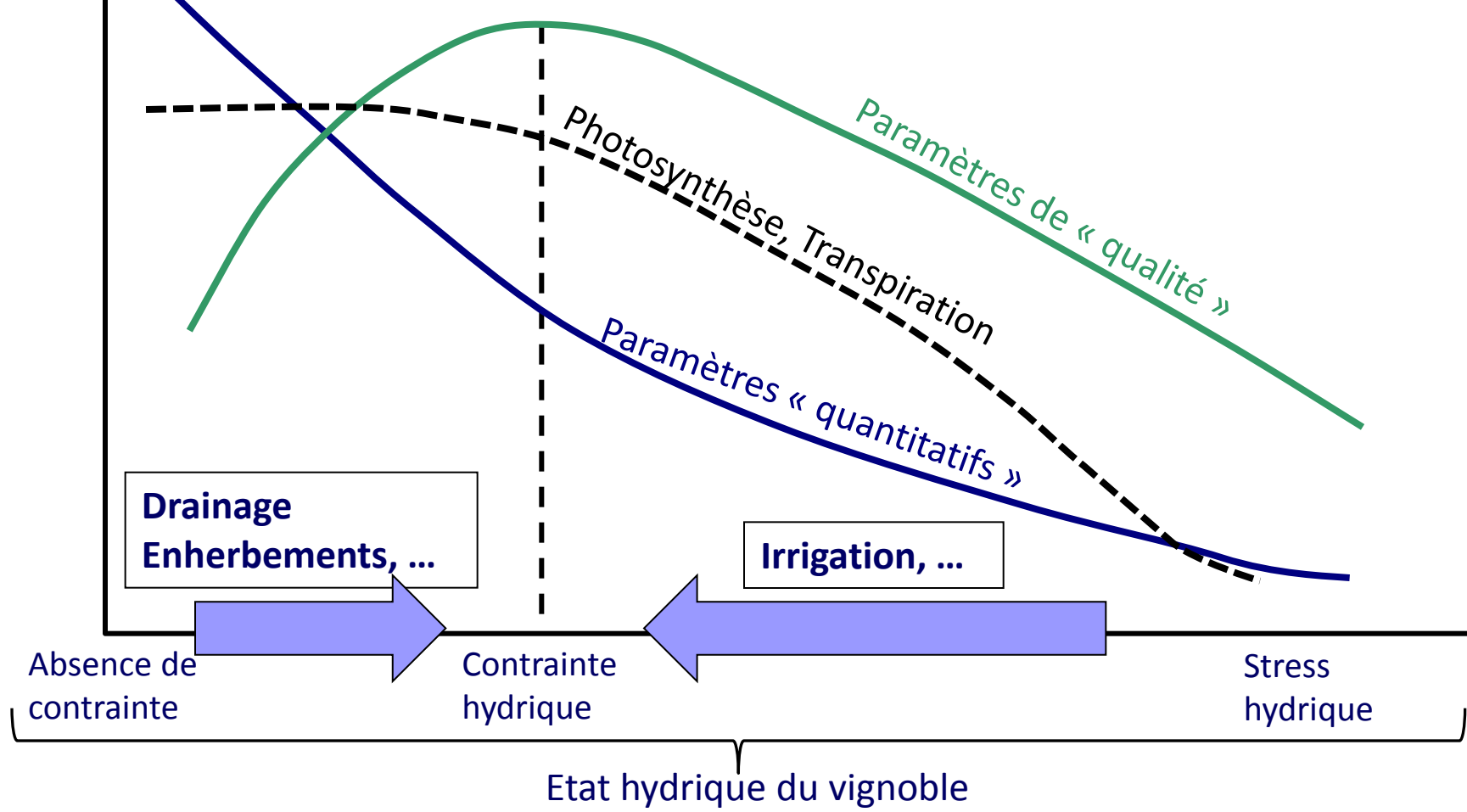




Tejerina M., Velado D., Hernandez E., Puxeu M., Ojeda H. 2013. Influence of water deficit on plant physiology, grape aromatic precursors and wine quality of White Grenache. *Proceedings of the 18th International Symposium Giesco, Porto, Portugal, 7-11 juillet 2013, pp 500-504.*

Unités

arômes ↔ phénols



Modèles de stratégies de contrôle de l'état hydrique de la vigne

Chambre à
pression

Potentiel
hydrique

Ψ_b Ψ_t Ψ_h

0 0 0

-2 -5 -8

-4 -8 -11

-6 -11 -14

-8 -14 -16

débourrement

Croissance
du rameau

floraison -
nouaison

Croissance
herbacée de
la baie

véraison

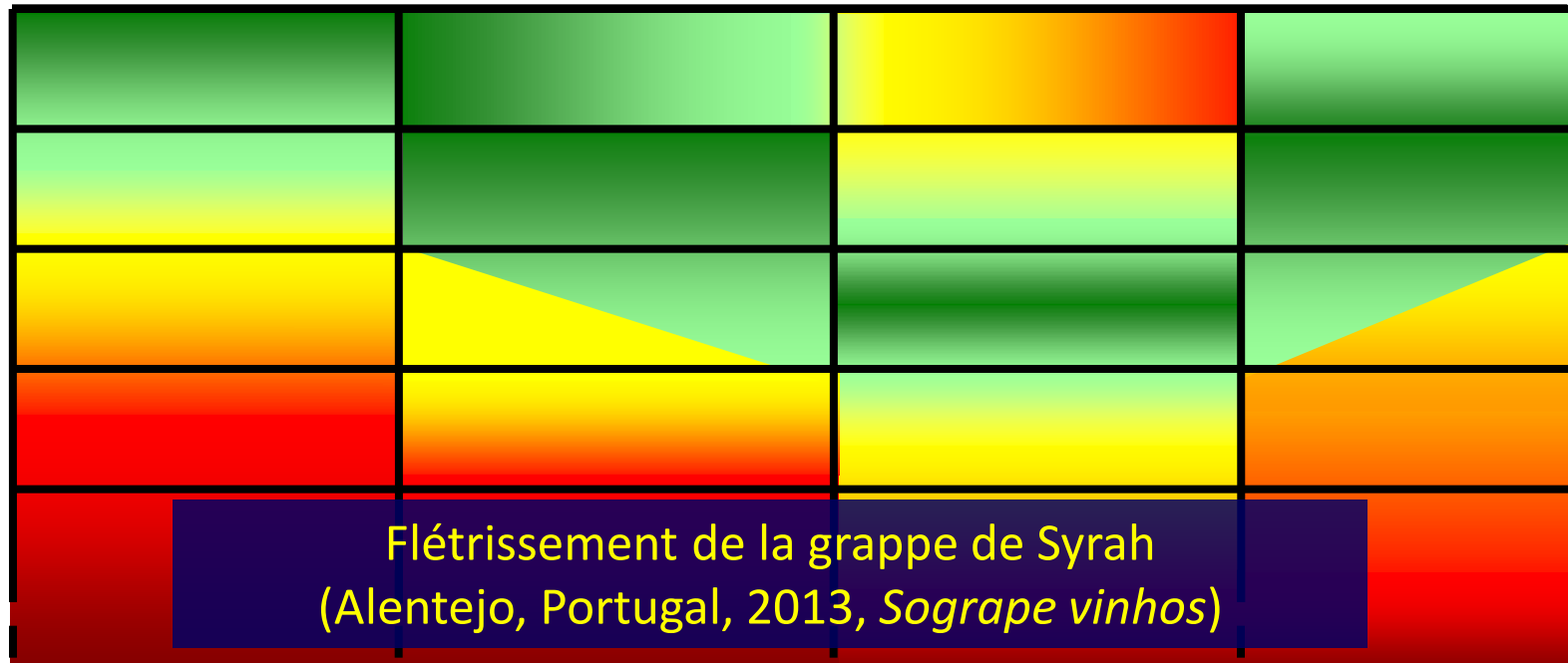
maturation

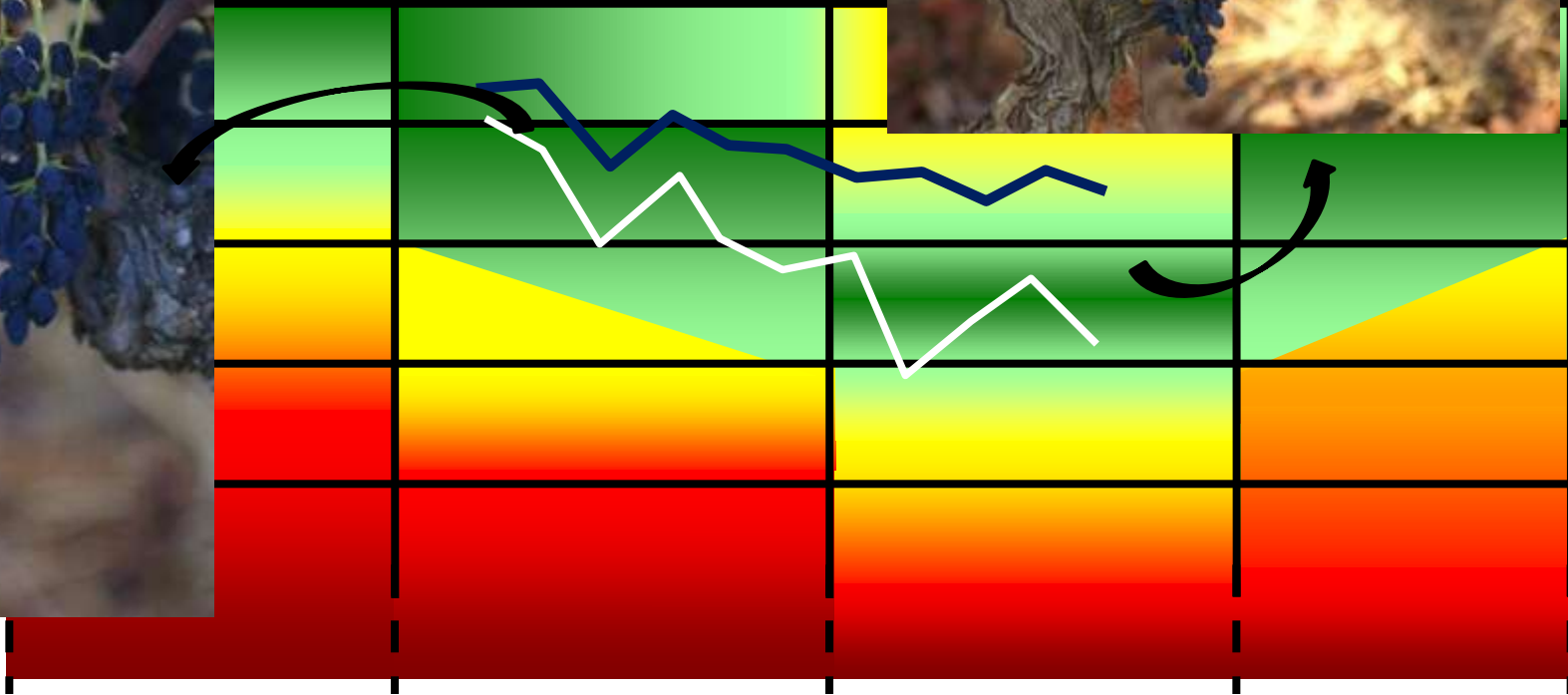
récolte

post-récolte

chute des feuilles

← Période végétative →





France



Pérou



Argentine



Afrique du Sud



Méthode de référence
Valeurs avec interprétation universelle

Inconvénients:
Mesure manuelle, ponctuelle et non automatisable



Italie



Chili



Chili



Chili

Méthodes d'aide à la décision pour l'irrigation

Des méthodes non basées sur des mesures directes sur la plante :

- l'estimation de l'évapotranspiration de la culture à partir de données climatiques;
- l'estimation de la disponibilité en eau du sol;
- l'utilisation de capteurs d'humidité du sol (tensiomètres, résistance électrique, sondes neutroniques, sondes FDR et TDR,...) ;
- le calcul d'indices basés sur un ou plusieurs de ces méthodes

Des méthodes basées sur des mesures directes au niveau de plante :

- l'observation de symptômes
- la caractérisation physiologique de la plante avec des potomètres ou des analyseurs d'échanges gazeuses ;
- le potentiel hydrique foliaire avec la chambre à pression ;
- la transpiration avec les capteurs de flux de sève;
- la dendrométrie pour contrôler les fluctuations de diamètre du tronc;
- la température de la feuille et de la canopée;
- la détermination du rapport isotopique $^{13}\text{C} / ^{12}\text{C}$ chez le raisin

Suivi du potentiel de base en continu

Valeur de potentiel de base et Irrigation recommandée, suivant objectif spécifié

Connaissance du niveau de stress en une vue

The screenshot displays the iTK Vigne dashboard interface. The main area is a satellite map of a vineyard with several colored markers representing different parcels. A sidebar on the left lists the parcels, with 'Winsord35' selected. A detailed data panel on the right provides specific information for the selected parcel.

Tableau de bord

Parcelles

- Winsord35
- Downhill23
- test
- Middle12
- Medford3
- Uphill12

Stations météo

- Heqdsburg
- KingCity2014
- Medford2014
- Middletown2014
- test Assis

Winsord35
Parcelle hydraulique

Potential de base : **-0,77 MPa**
Déficit hydrique : **27 heures**
Eau disponible dans le sol : **2 mm**

[Fiche parcelle](#)

Paramètres

Cépage : Cabernet-Sauvignon
Station météo : Medford2014
Objectif de Vins rouges fruités production : (50 à 80 hl/ha)

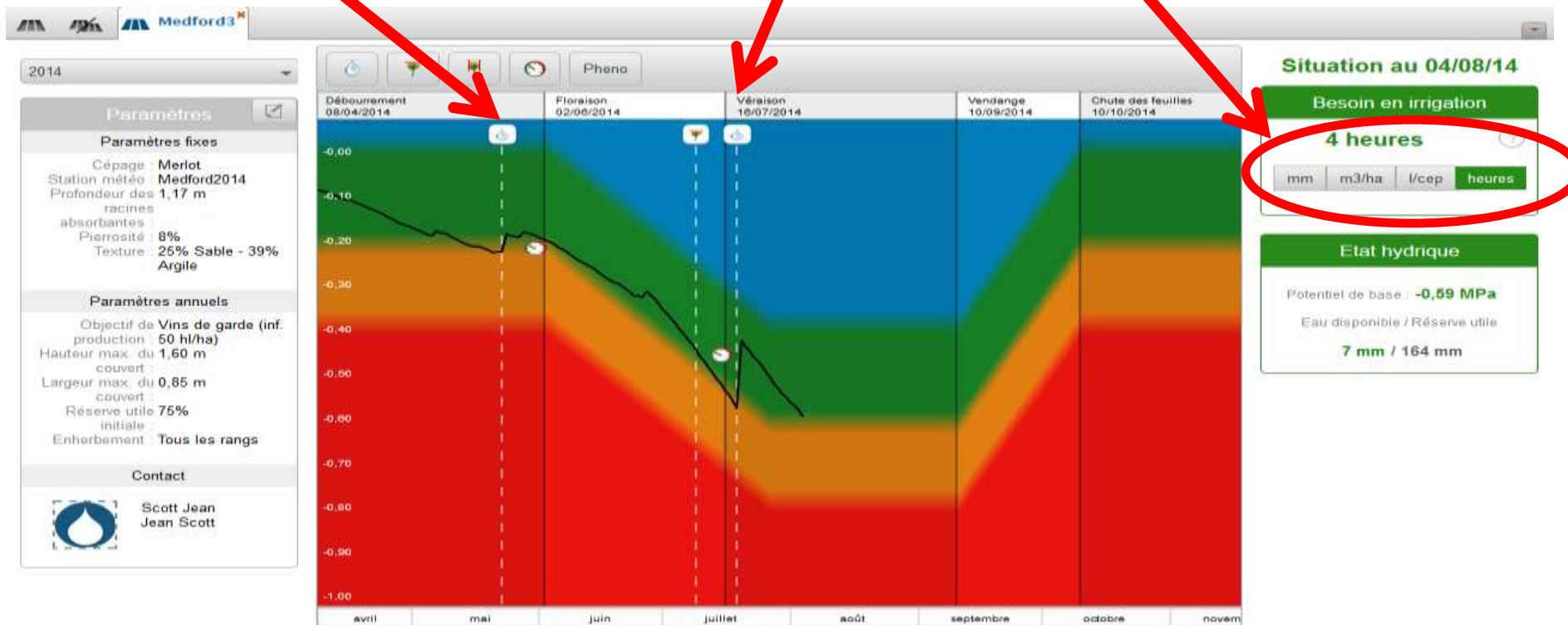
Contact

JandM

Suivi du potentiel de base en continu

Historique des irrigations, des stades phénologiques

Différentes unités d'irrigation



Méthodes d'aide à la décision pour l'irrigation

Des méthodes non basées sur des mesures directes sur la plante :

- l'estimation de l'évapotranspiration de la culture à partir de données climatiques;
- l'estimation de la disponibilité en eau du sol;
- l'utilisation de capteurs d'humidité du sol (tensiomètres, résistance électrique, sondes neutroniques, sondes FDR et TDR,...) ;
- le calcul d'indices basés sur un ou plusieurs des méthodes

Des méthodes basées sur des mesures directes au niveau de plante :

- l'observation de symptômes
- la caractérisation physiologique de la plante avec des potomètres ou des analyseurs d'échanges gazeuses ;
- le potentiel hydrique foliaire avec la chambre à pression ;
- la transpiration avec les capteurs de flux de sève;
- la dendrométrie pour contrôler les fluctuations de diamètre du tronc;
- la température de la feuille et de la canopée;
- la détermination du rapport isotopique $^{13}\text{C} / ^{12}\text{C}$ chez le raisin



SUIVI PLANTE

- 1 Cabernet Sauvignon
26 % Déficit hydrique
- 2 Cabernet Sauvignon
22 % Déficit hydrique

PARCELLES NON SUIVIES

- 10 Zinfandel
- 3 Cabernet Sauvignon
- 4 Cabernet Franc
Humidité du sol, Irrigation
- 5 Cabernet Franc
Irrigation
- 6 Merlot
Humidité du sol
- 7 Merlot
- 8 Petit Verdot
Irrigation
- 9 Cabernet Sauvignon

Liste de vos parcelles

Code couleur en fonction
du déficit hydrique
Alertes personnalisables

VARIÉTÉS

- Cabernet Sauvignon
- Zinfandel
- Cabernet Franc
- Merlot
- Petit Verdot

[Inverser la sélection](#)

COUCHES

Opacité:

Variétés

Placer un repère

Affichage de cartes d'intérêt (sols, terroirs, NDVI, Delta C13, etc...)
Possibilité de placer un repère géolocalisé

Outil d'analyse – Pilotage de l'irrigation

Déconnexion

Signaler un problème

Tableau de bord

Analyse

Données



MONO PARCELLE

MULTI PARCELLES

MILLÉSIME

ANALYSE PETIOLAIRE

RAPPORTS EN 1 CLICK

Etat hydrique

Fruit

Apport d'eau

Avancé

COMPAREZ DES PARCELLES

Décocher tout (2 sélectionné(s))

Suivi plante

Parcelles non suivies

Eau

Phénologie

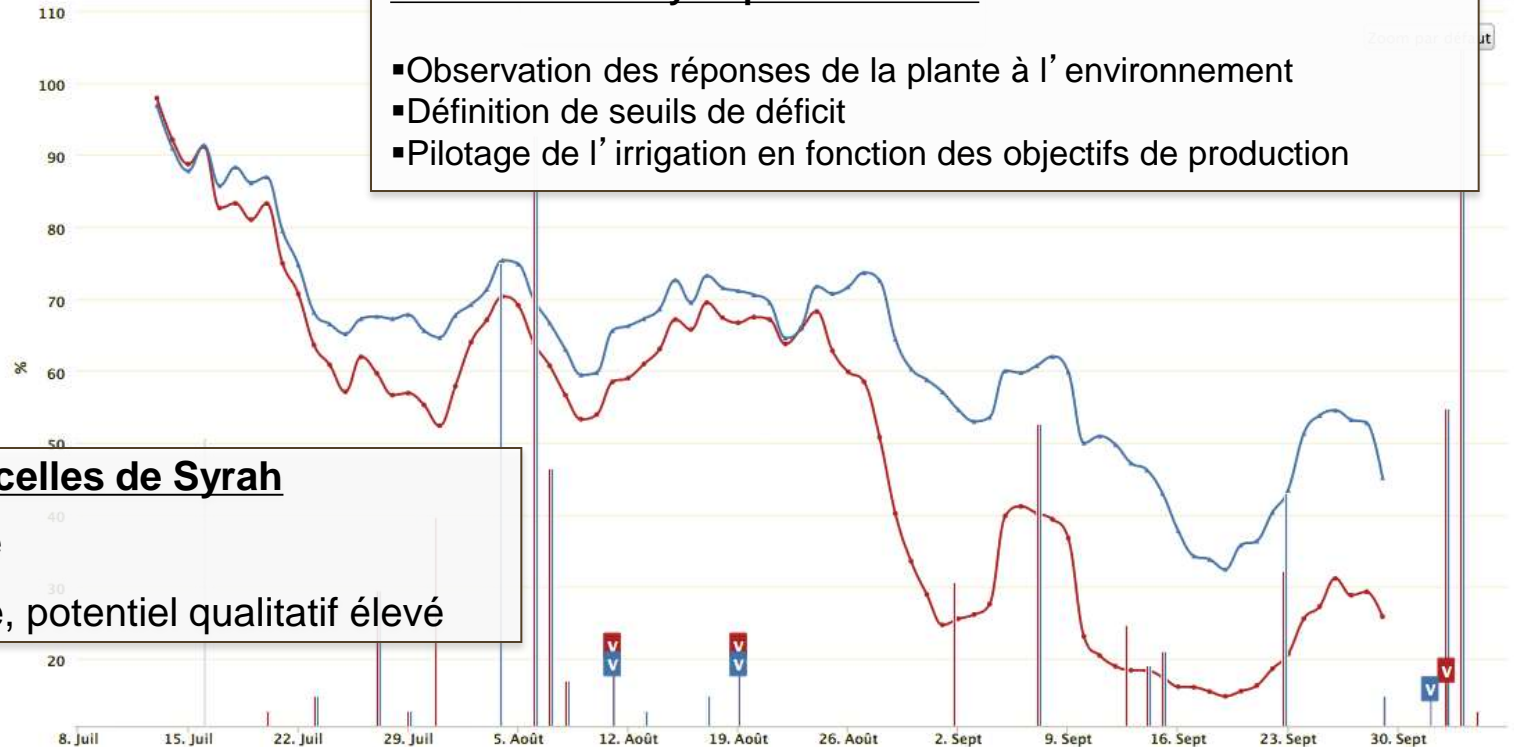
Opérat®

EXPORTER



Suivi du déficit hydrique en continu

- Observation des réponses de la plante à l'environnement
- Définition de seuils de déficit
- Pilotage de l'irrigation en fonction des objectifs de production



Exemple : 2 parcelles de Syrah

--- : syrah jeune

--- : syrah vieille, potentiel qualitatif élevé

Irrigation

Irrigation

L'irrigation de précision de la vigne : méthodes, outils et stratégies pour maximiser la qualité et les rendements de la vendange en économisant de l'eau.

Conclusions:

- ✓ Changement climatique → augmentation de la sécheresse
- ✓ Nécessité d'être compétitif → priorité de la filière
- ✓ Evolution d'outils et de techniques → précision, économie en eau, traçabilité
- ✓ Evolution des connaissances → « irrigation qualitative »
- ✓ Evolution de la réglementation avec l'autorisation de:
 - irrigation après le 15 août
 - utilisation du goutte à goutte enterré