



Gestion de l'eau et des minéraux chez la vigne (*Vitis vinifera* L.)

Discussion sur quelques principes physiologiques

Alain Deloire¹, Anne Pellegrino¹

¹ Département de Biologie-Ecologie, SupAgro, 2 place Pierre Viala, 34060 Montpellier, France

alain.deloire@supagro.fr anne.pellegrino@supagro.fr

DIONYSUD
08 Novembre 2018

Dimensionnement
et
installation de l'irrigation
Système d'irrigation

Outils d'Aide à la Décision

- Mesure de l'état hydrique du sol (! Positionnement des sondes en fonction du système d'irrigation)
- Mesure de l'état hydrique et de la vigne (! Prise en compte de la demande climatique)
- Mesure/calcul de l'Evapotranspiration (bilan hydrique)
- Estimation de l'hétérogénéité d'un vignoble (expression végétative, sarments/vigueur, fertilité, volume des baies)

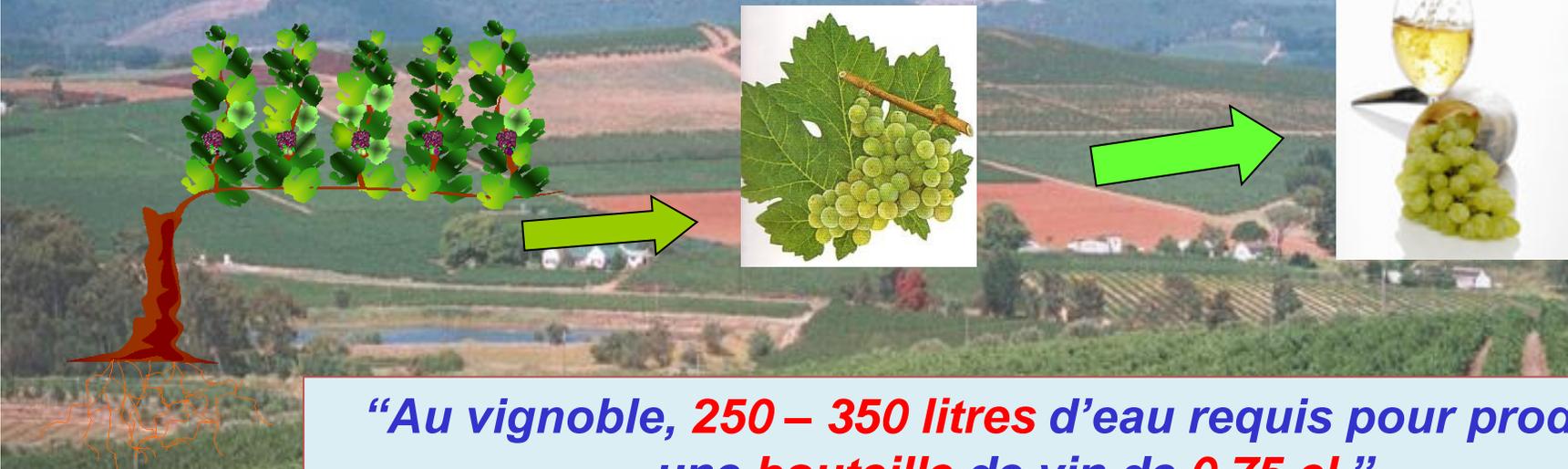
Rôle de l'eau chez la vigne

- 1) Pérennité de la plante: fonctionnements hydrique et carboné; (pluri annuel)
- 2) Développement de la canopée, architecture et microclimat (rameaux I et II)
- 3) Développement racinaire
- 4) Elaboration du rendement- fertilité (deux années consécutives)
- 5) Développement et volume de la baie; Composition de la baie (qualité)
- 6) Style de vin (typicité)

Le climat, en particulier l'eau: un facteur clé du terroir.

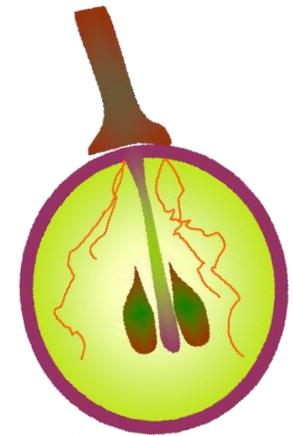
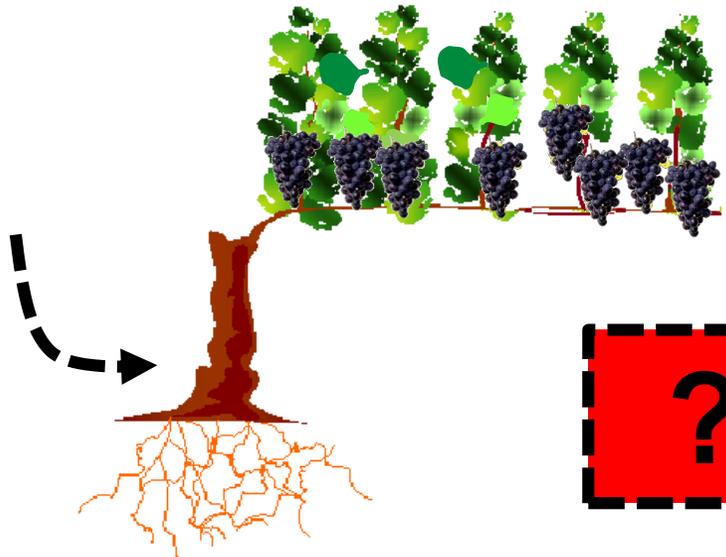


Température
Rayonnement
Vent
Humidité de l'air
Eau (pluie – irrigation)

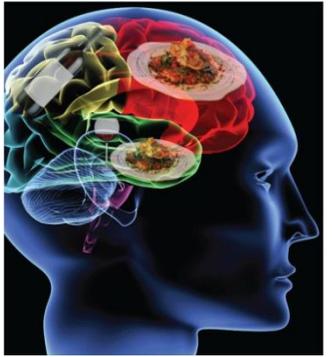


*“Au vignoble, **250 – 350 litres** d'eau requis pour produire une **bouteille** de vin de **0.75 cl.**”*

Quelles relations entre l'eau et les minéraux, la composition des fruits et le style du vin?



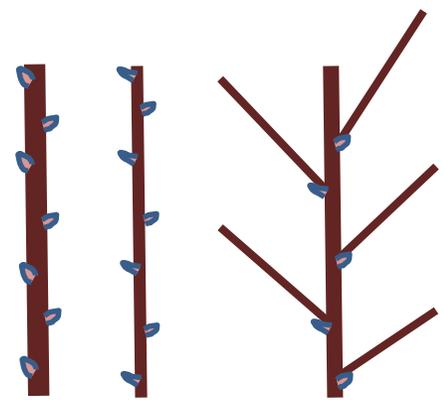
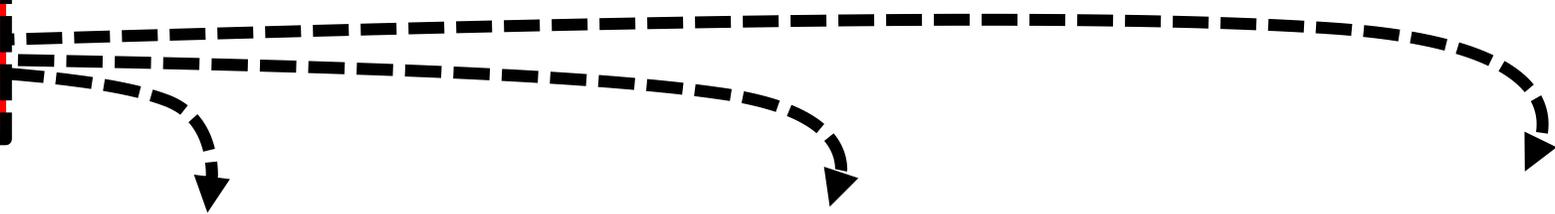
Croissance des baies
Composition des baies
Maturation des baies



Composition du vin
Style du vin
Profil sensoriel du vin



Quelle relations entre l'eau, les minéraux et la vigueur - rendement?



Vigueur

- Poids des rameaux primaires et secondaires
- Le diamètre des rameaux primaires influe sur leurs fertilité



Fertilité

- Nombre d'inflorescences par rameau primaire
- Nombre de fleurs par inflorescence



Production

- Nombre de grappes par rameau primaire
- Nombre de baies par grappes
- Volume/poids frais des baies



PUISSANCE = VIGUEUR + RENDEMENT

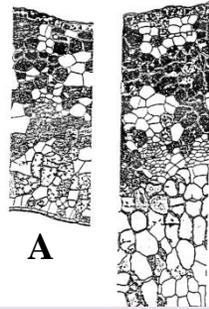
L'irrigation / fertirrigation = outils à raisonner selon les objectifs de production



L'**irrigation-fertirrigation** permet le contrôle notamment de :

- L'expression végétative (dimension) de la canopée, le **microclimat** dans la zone des fruits.
- la **photosynthèse**,
- le ratio **feuilles/fruits**,
- le **volume** des **baies** (jusqu'à un certain point),
- la **composition** des **baies** (azote, K) (jusqu'à un certain point),
- le niveau de **remplissage** de la **réserve utile du sol** avant le débourrement (en cas d'hiver sec)

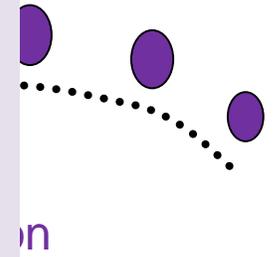
Floraison, fécondation-chute du capuchon floral



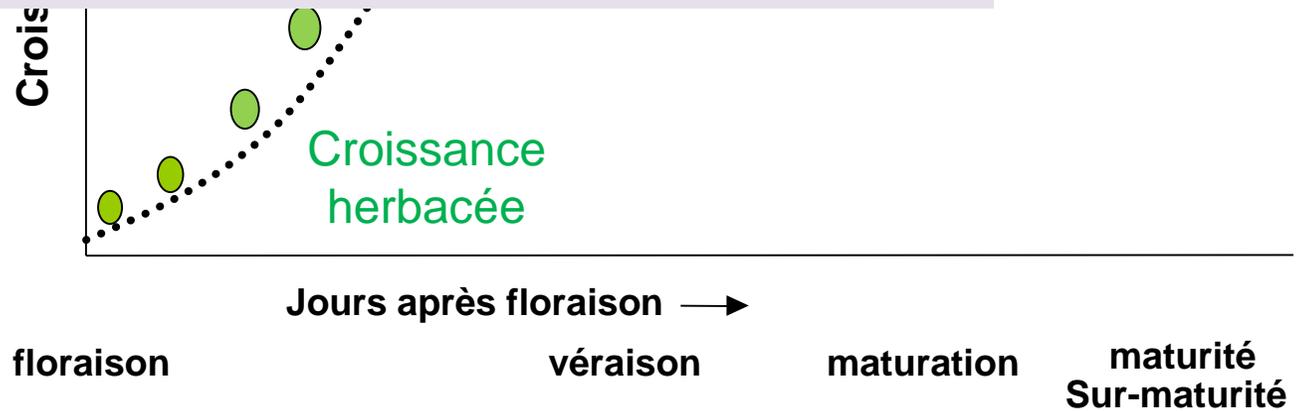
Floraison et fécondation, l'initiation de la croissance de la baie

Les déterminants du développement-volume du fruit sont:

- l'eau
- les sucres
- les pépins
- l'azote
- le nombre de cellules?

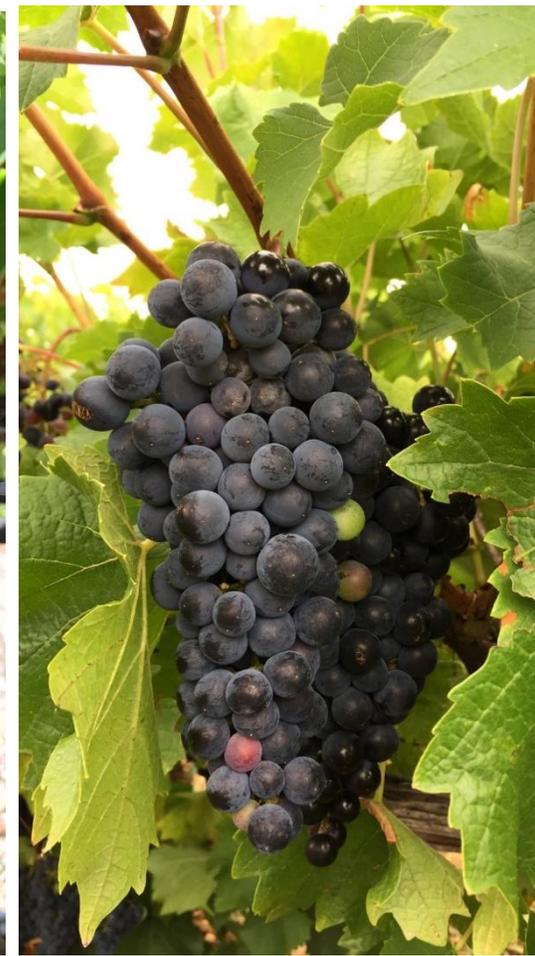
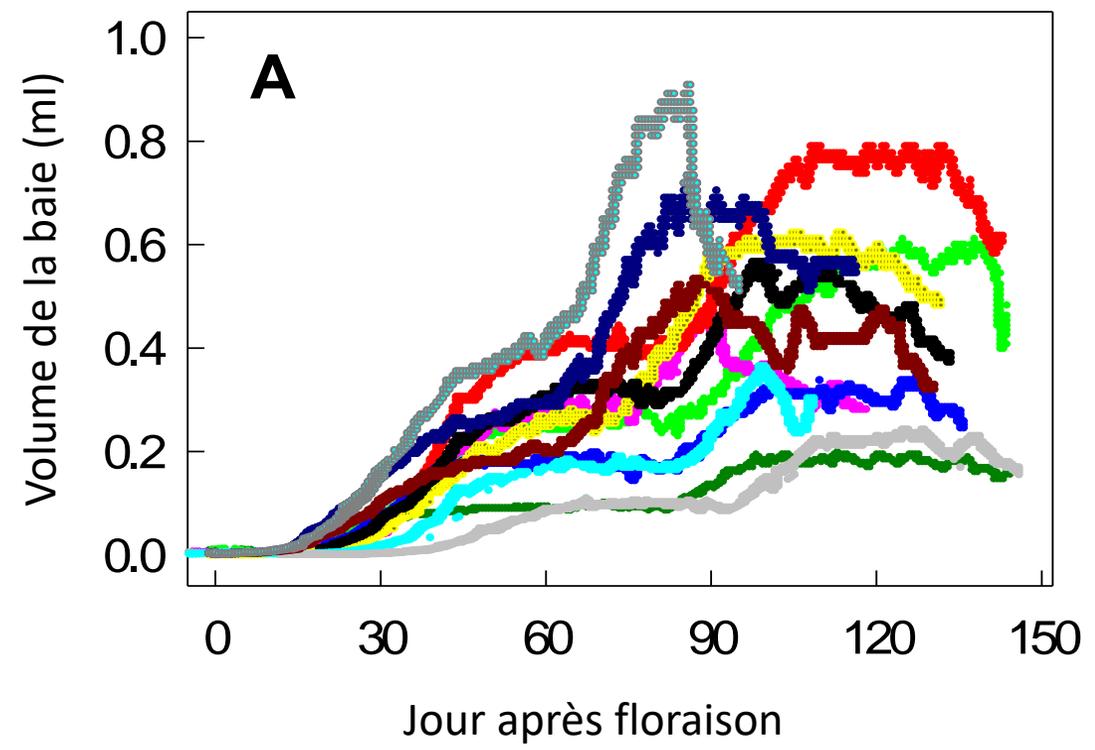


Fécondation des ovules de l'ovaire par le pollen: 1 à 4 graines par baie. 1 graine suffisante pour assurer un développement normal de la baie.



Ovaire (coupe transversale) (x 50; from A.C. Bernard, Agro Montpellier; Harris *et al.*, 1968).

Hétérogénéité et asynchronie du développement des baies au sein d'une grappe



Recalculé à partir du diamètre de la baies (Friend *et al.*, 2009); Courtesy of Rezk Shahood & Charles Romieu, 2017

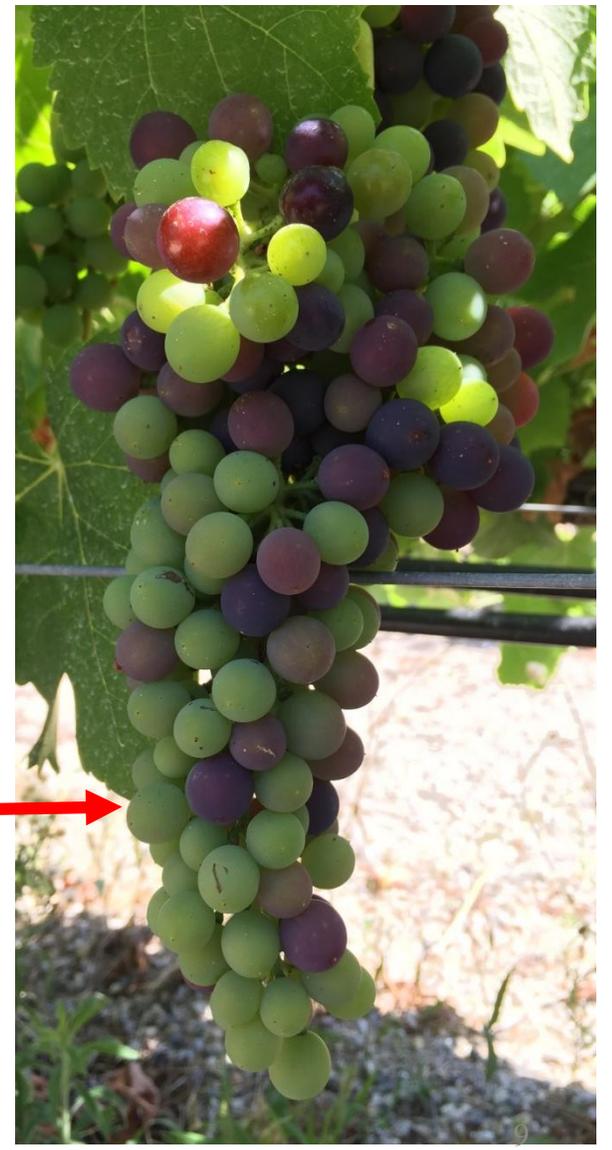
Absence de gradient du développement des baies au sein d'une grappe



Pas de gradient de la masse des baies ni du nombre de pépins par baie



Pas de gradient de la couleur des baies (véraison) ou de leur maturation



Absence de gradient du développement des baies au sein d'une grappe

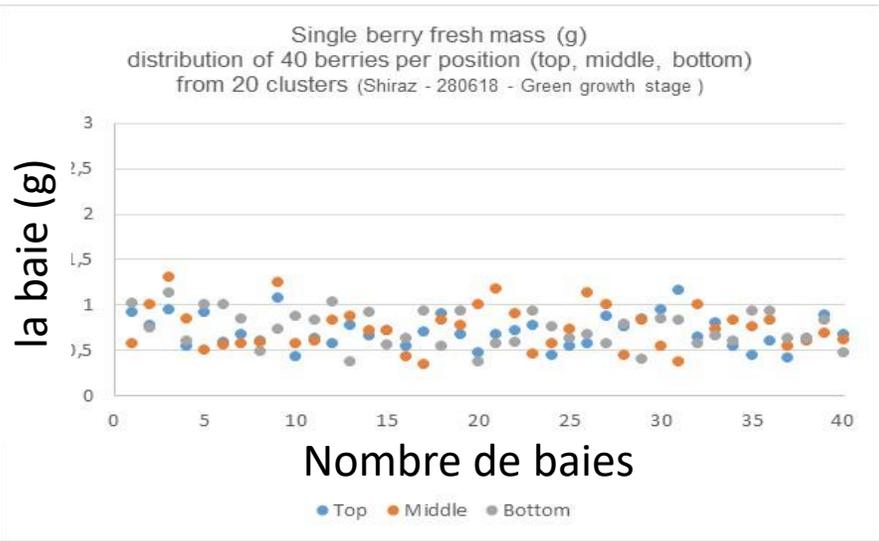


Les baies entre en **maturation** (ramollissement puis coloration) de façon **asynchrone**.

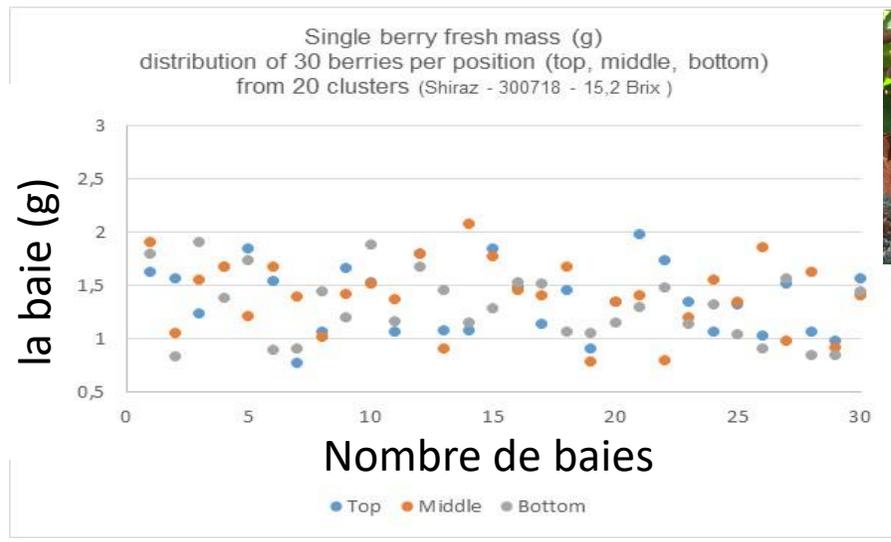
Le ramollissement des baies est suivi par l'accumulation de sucres.

Evolution de l'hétérogénéité des baies du stade de croissance herbacée à la vendange (poids frais et concentration en sucre)

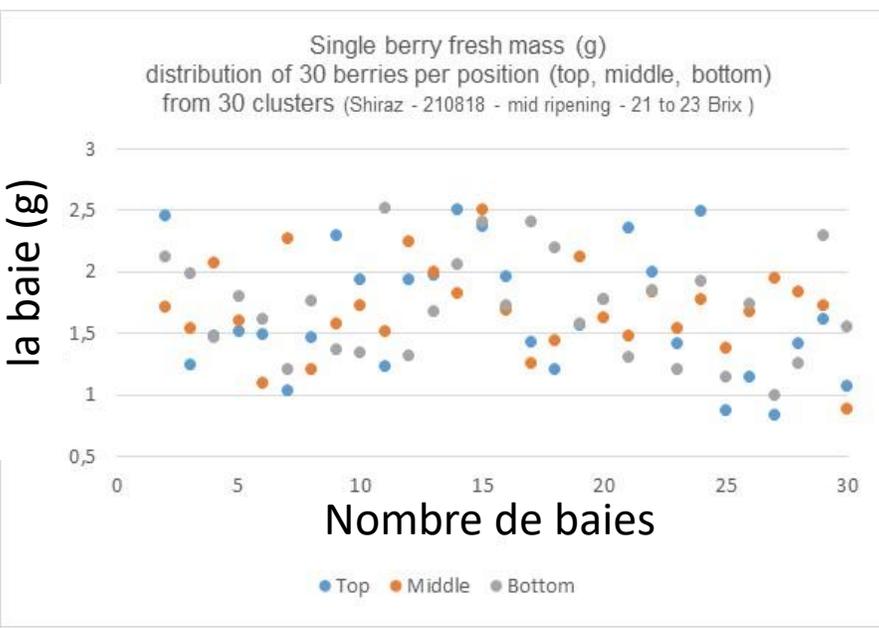
Masse fraîche de la baie (g)



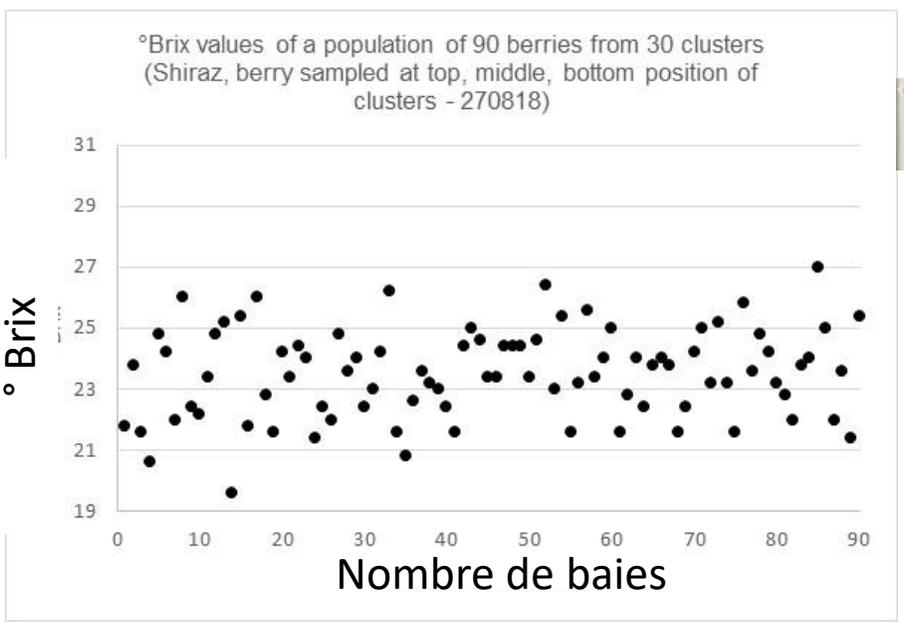
Masse fraîche de la baie (g)



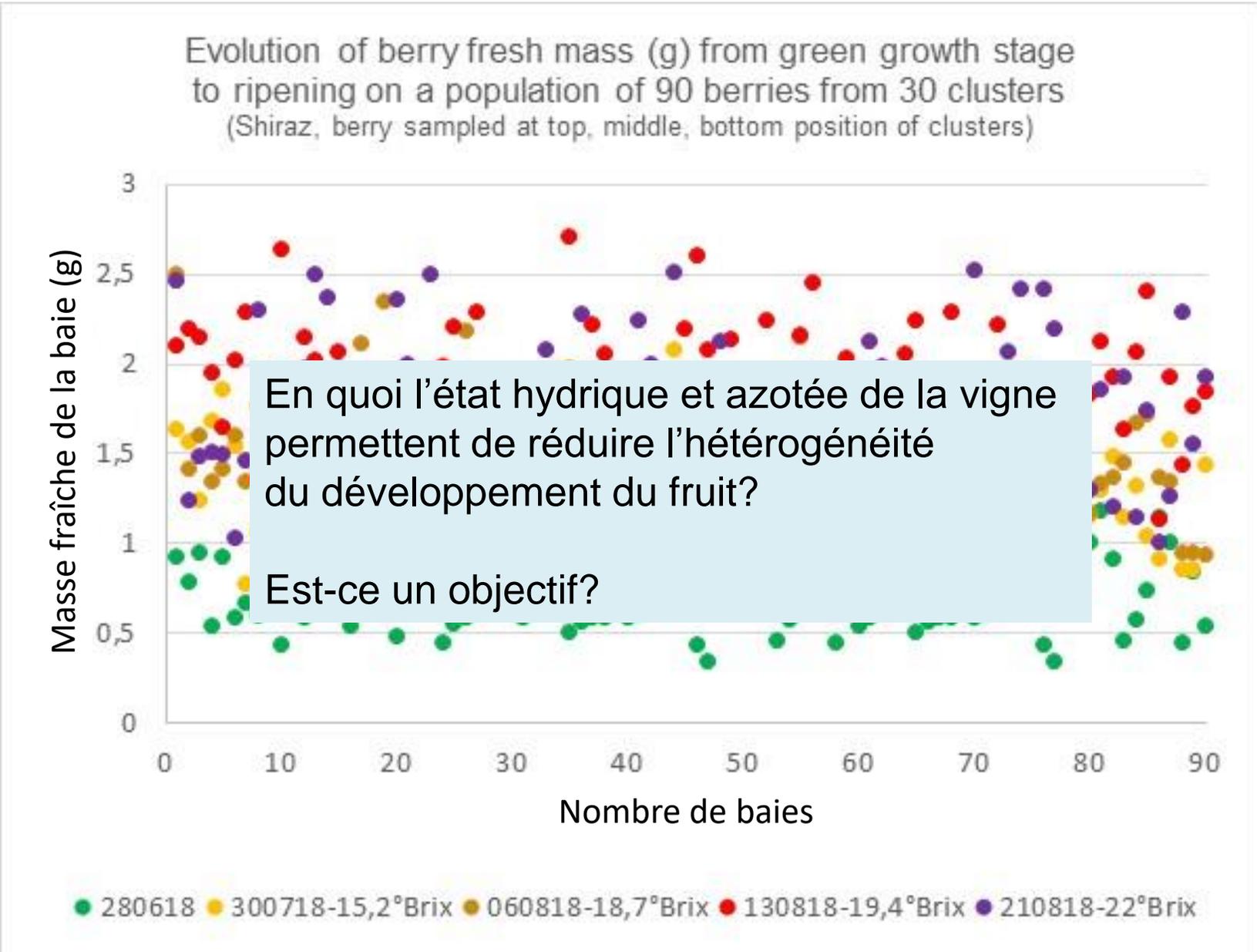
Masse fraîche de la baie (g)



° Brix



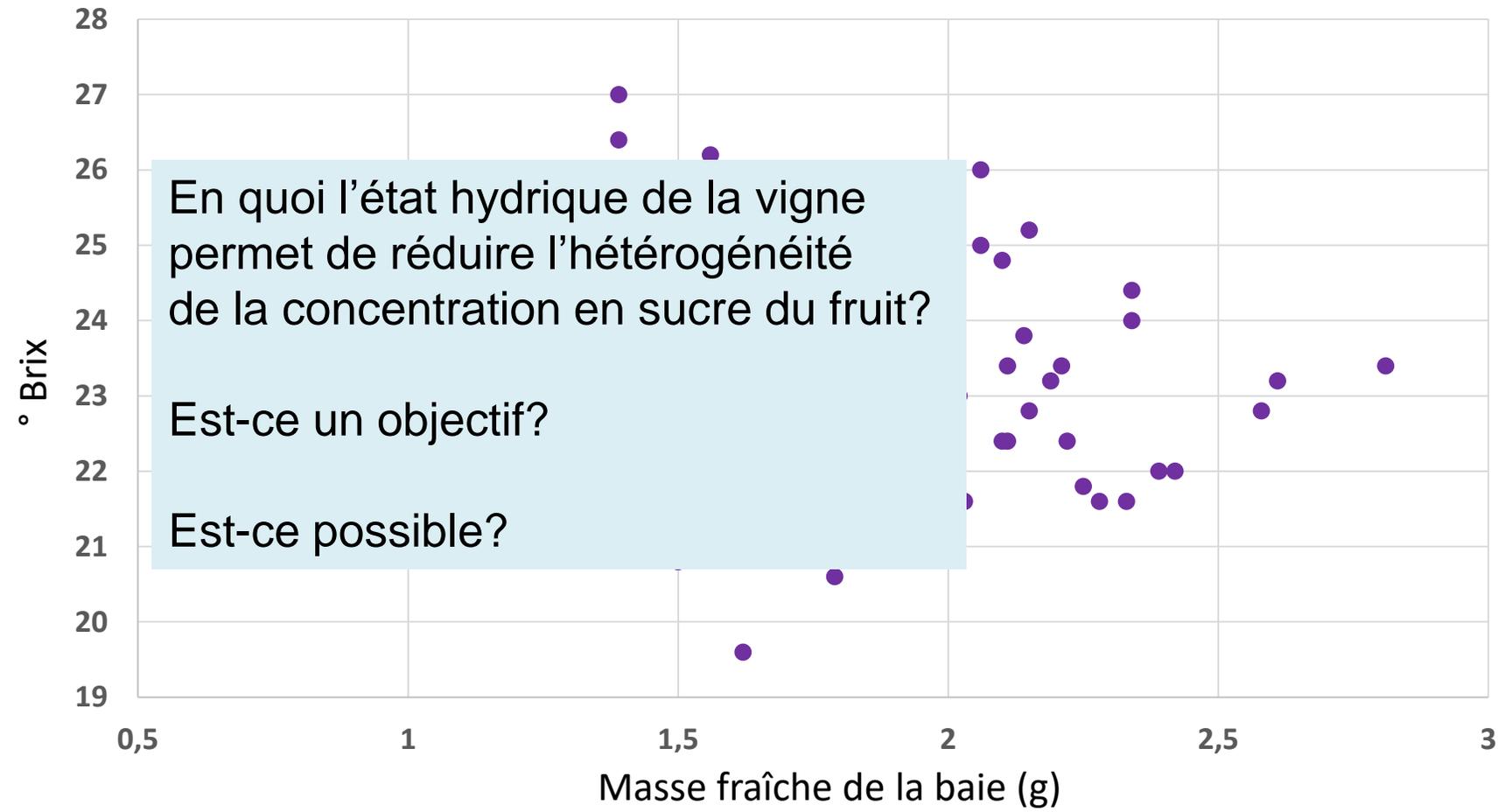
Asynchronie du développement des baies au cours du temps



Augmentation de l'hétérogénéité du développement des baies entre les stades de **croissance herbacée** et de **maturation** des baies

Quelle relation entre la **taille de la baie** et **sa teneur en sucre**?

Berry fresh mass (g) and °Brix values of a population of 90 berries from 30 clusters (Shiraz, berry sampled at top, middle, bottom position of clusters - 270818)



En quoi l'état hydrique de la vigne permet de réduire l'hétérogénéité de la concentration en sucre du fruit?
 Est-ce un objectif?
 Est-ce possible?

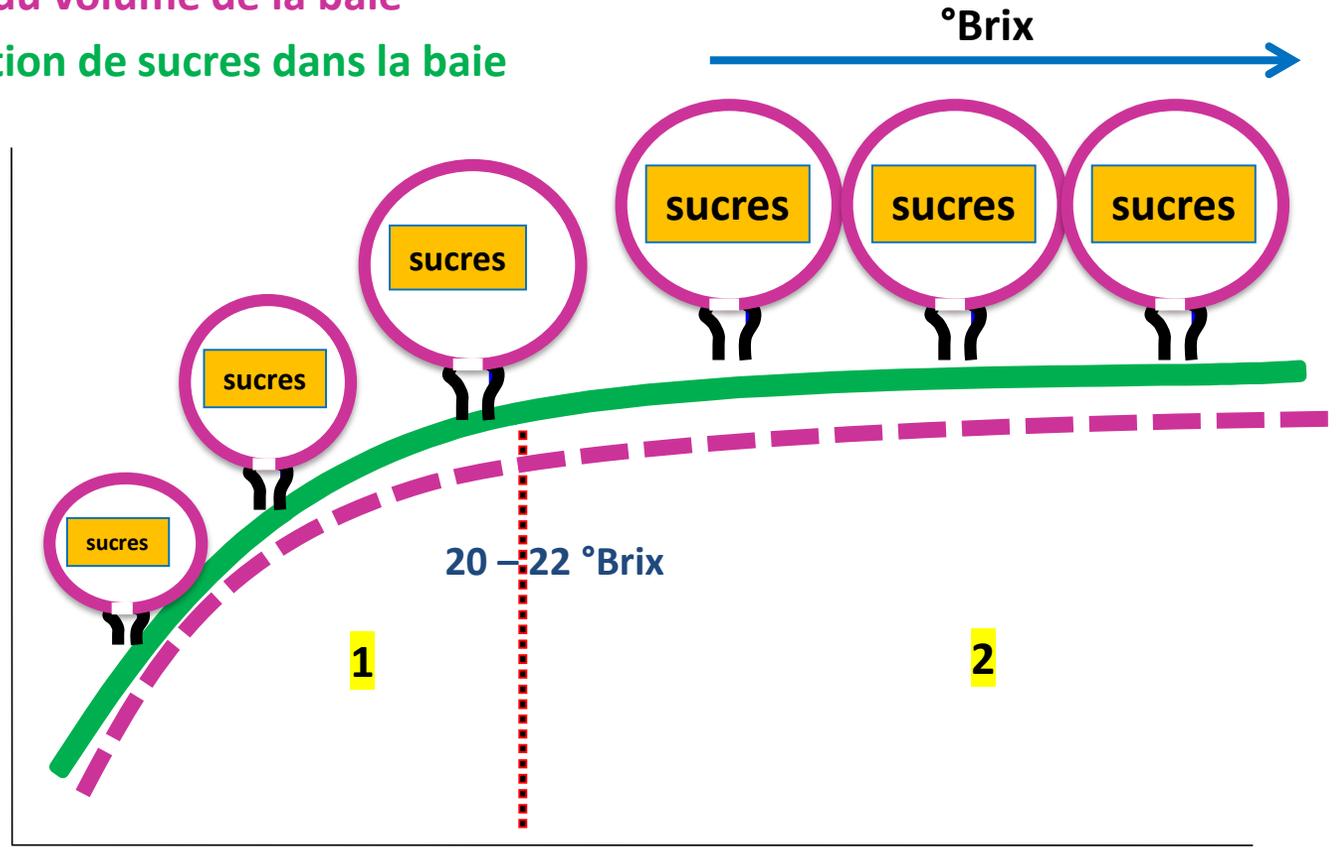
La **masse fraîche** de la baie n'est **pas corrélée** au **°Brix** (concentration en sucres).

Chaque point représente une baie

Accumulation de sucre dans la baie: relation volume et °Brix

Evolution du volume de la baie

Accumulation de sucres dans la baie



Début de véraison
(ramollissement de la baie)

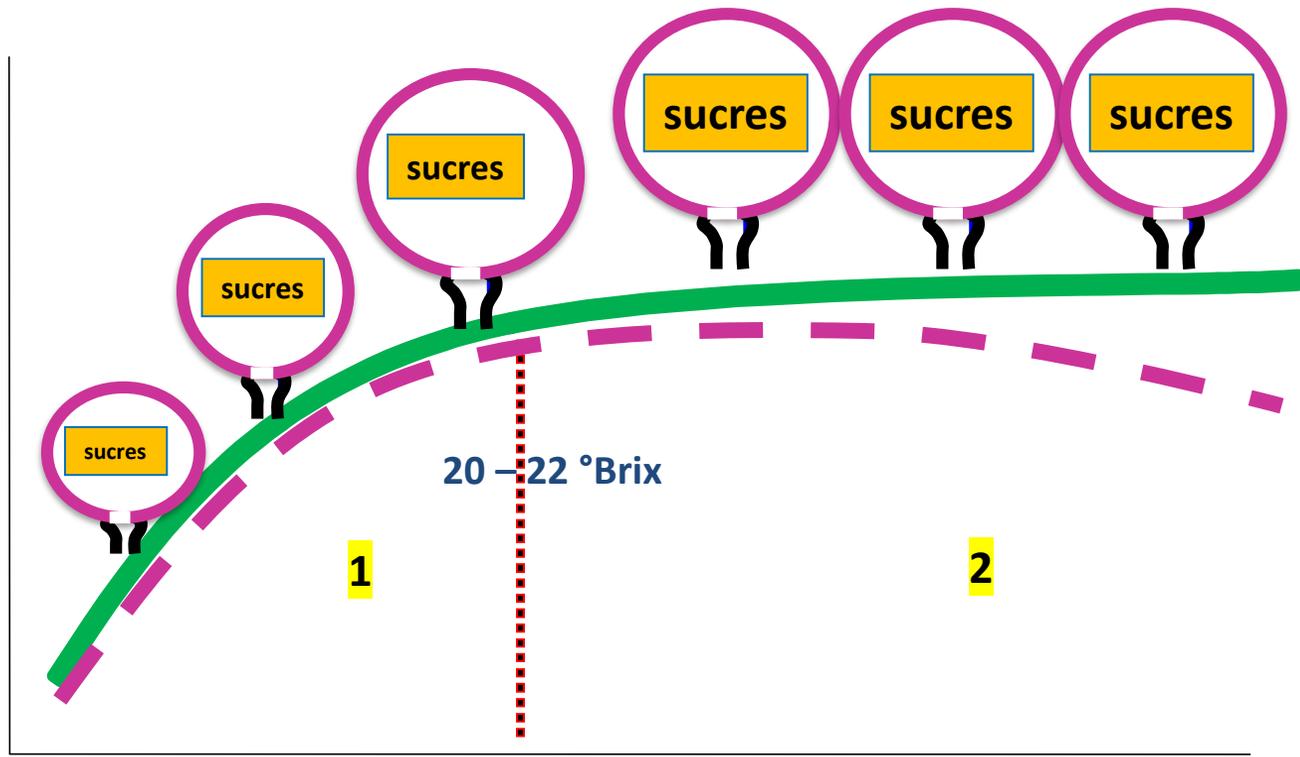
maturation

récolte

dates

Evolution du volume de la baie
 Accumulation de sucres dans la baie

°Brix →



Début de véraison
 (ramollissement de la baie)

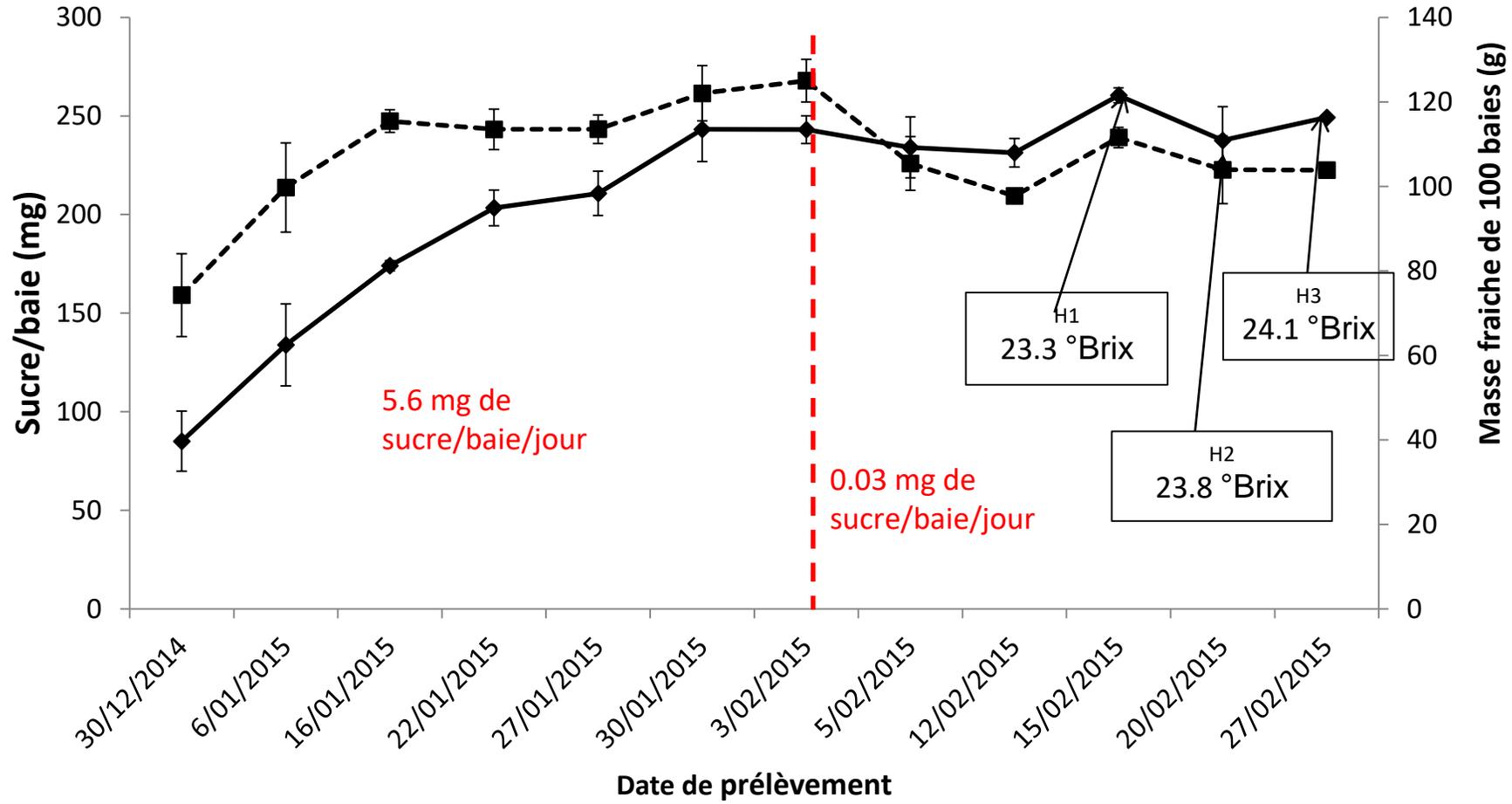
maturation

récolte

dates

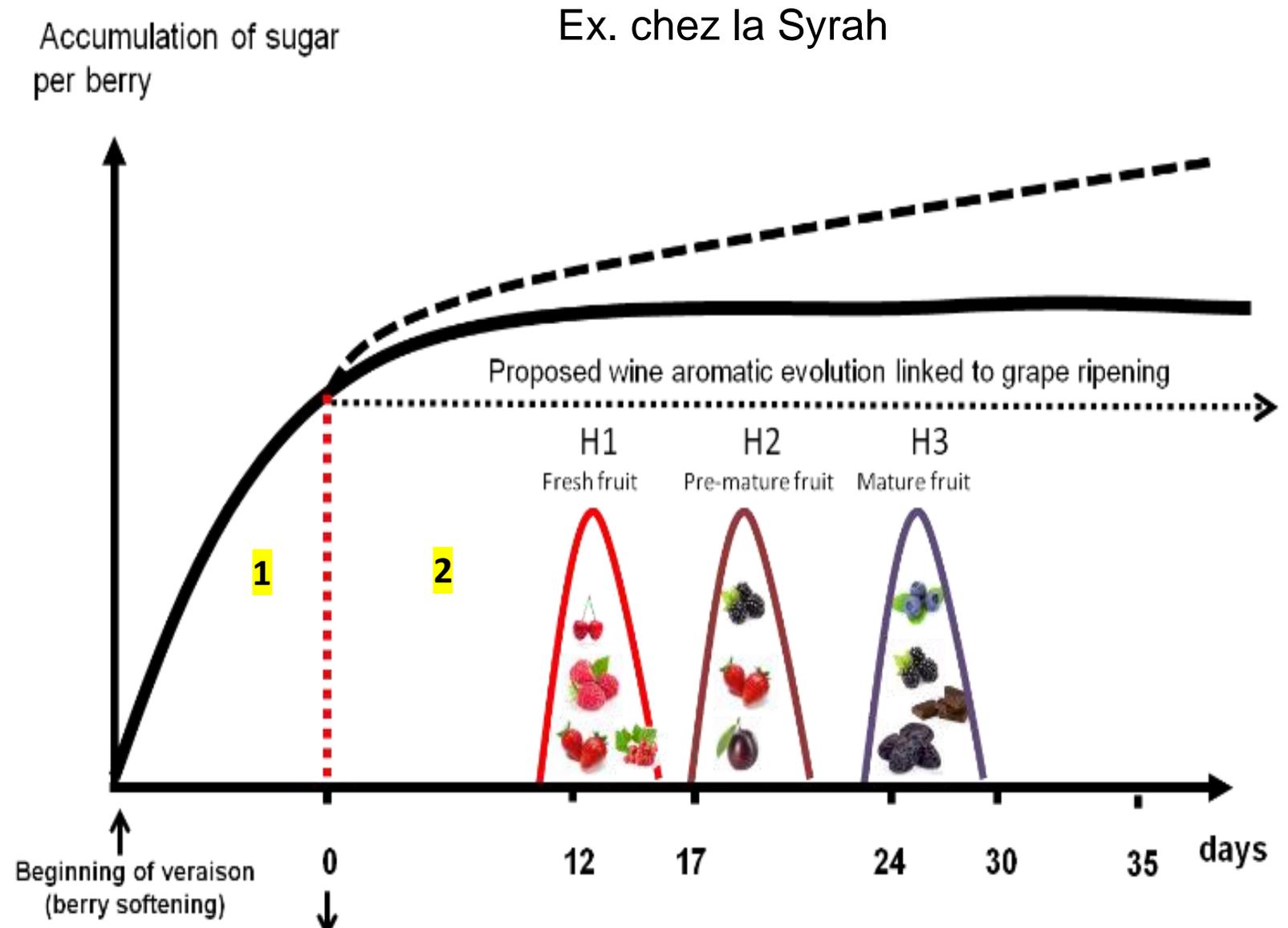
Quand la **quantité de sucres** par baie plateau, les diminutions du volume de la baie causées par des **pertes en eau** provoquent l'augmentation du **°Brix**

Ex. Syrah – accumulation de sucre et de masse fraiche par baie



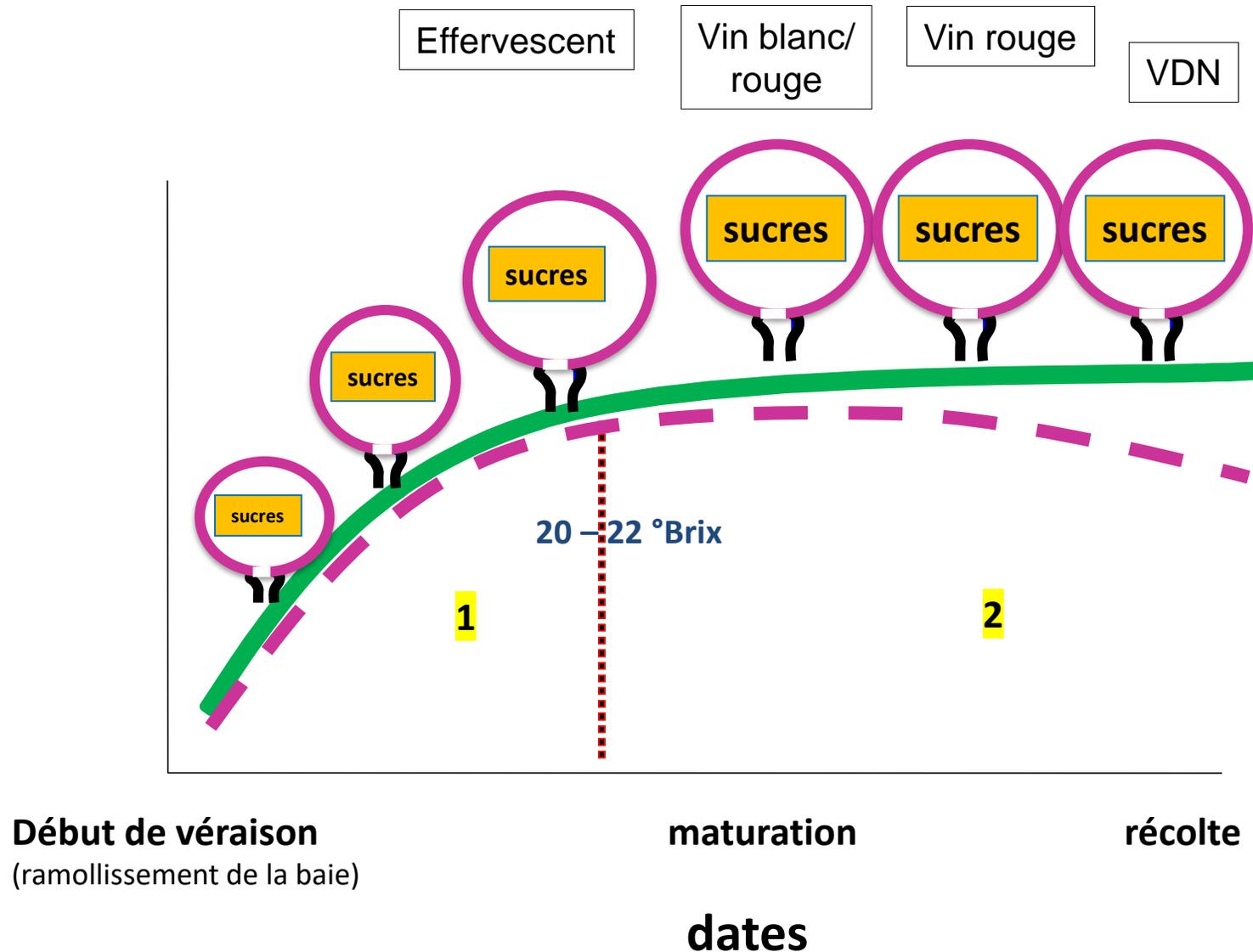
Suklje et al, 2015

◆ Sugar/berry -■- 100 berries fresh mass



Day 0 = when sugar per berry reaches a plateau, preferably at 20-22 Brix (from Deloire, 2013)

Accumulation de sucres dans les baies et catégorie/style de vin



Attention

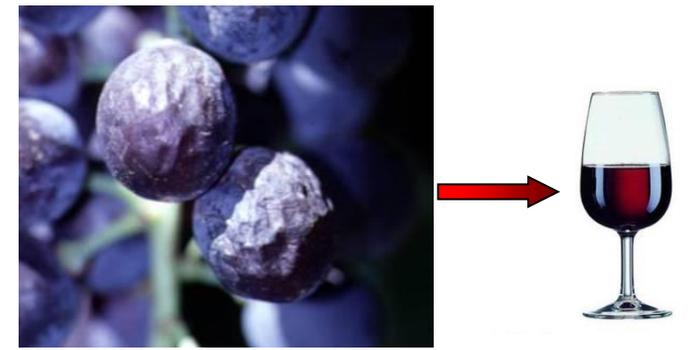
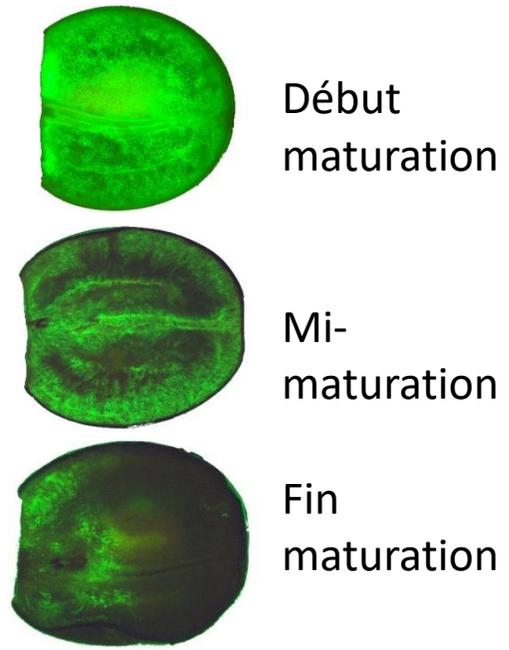
Les pertes en eau des baies au cours de la maturation peuvent être **irréversibles** quelque soit le statut hydrique de la vigne



- Le chargement en sucre dans les baies diminue ou attend un plateau 20 à 30 jours après le début de la véraison (i.e. ramollissement des baies)
 - Interruption du phloème des baies?
 - Mort cellulaire des baies?
 - Pression osmotique des baies?
 - Autres?
- Quid de l'accumulation d'eau dans les baies après le plateau du chargement en sucre?

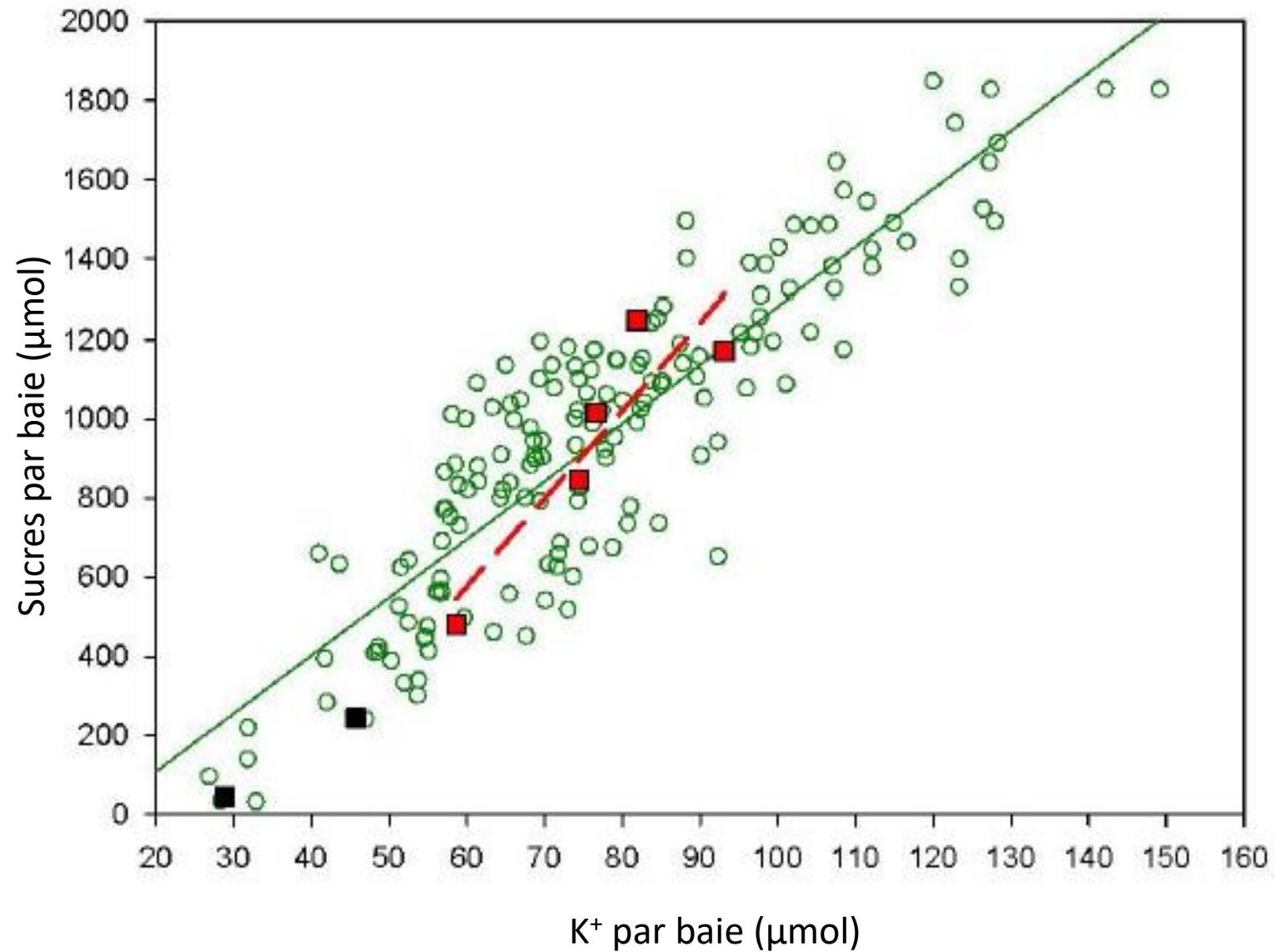


A l'intérieur du mésocarpe:
 Anoxie ↑
 Ethanol ↑
 ROS ↑
 Dégradation de membrane ↑
 Libération d'électrolyte ↑



- Spécifique du cultivar
- Exacerbée par les températures élevées et la sécheresse
- Conduit à la déshydratation des baies avec des conséquences sur rendement et le style du vin

Accumulation de sucres et de potassium dans la baie



Quid de l'accumulation en **azote** et en **K** après le plateau de chargement en sucre?

Impacts des apports en eau et azote sur le chargement en sucres du fruit et la mise en réserve

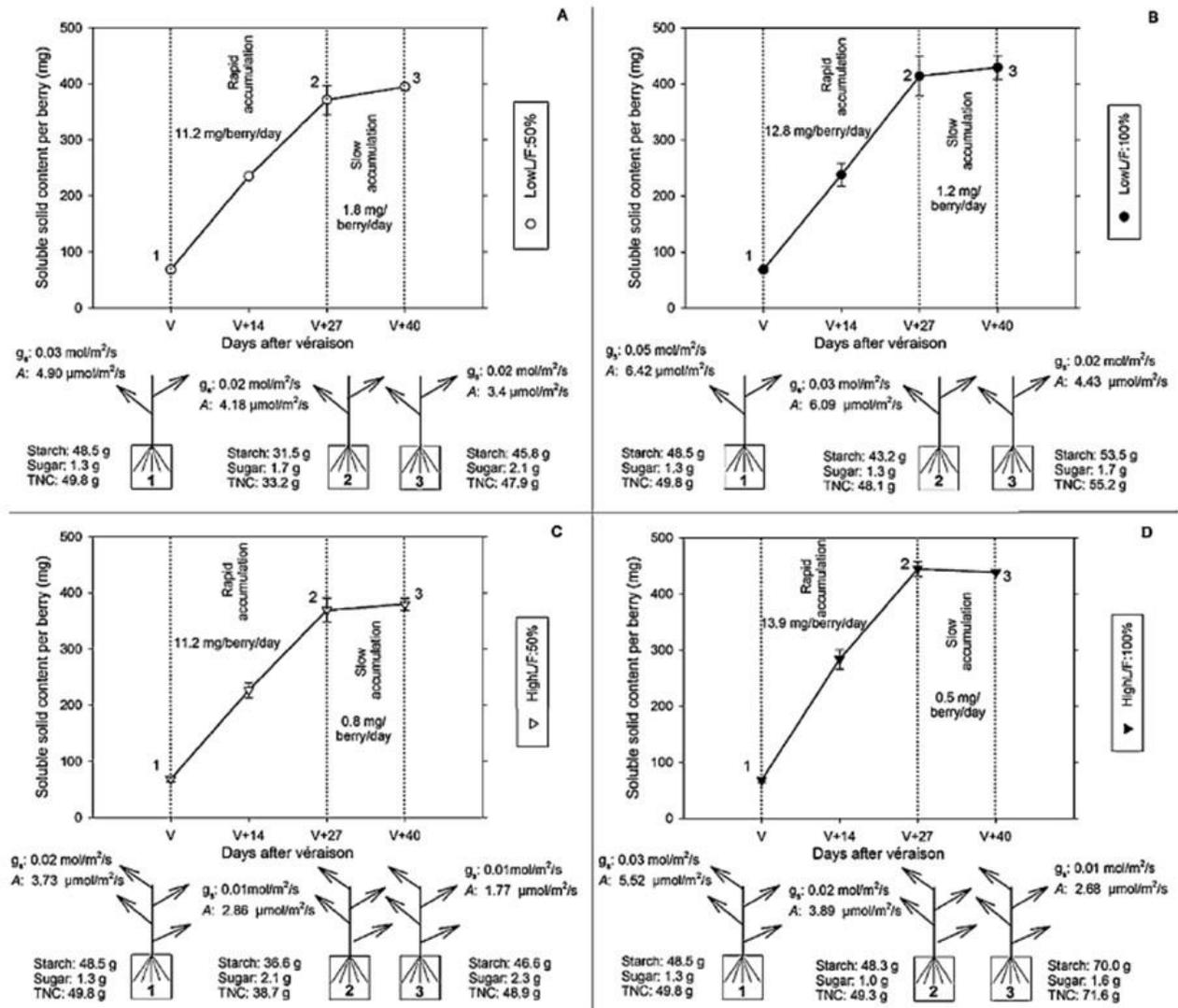
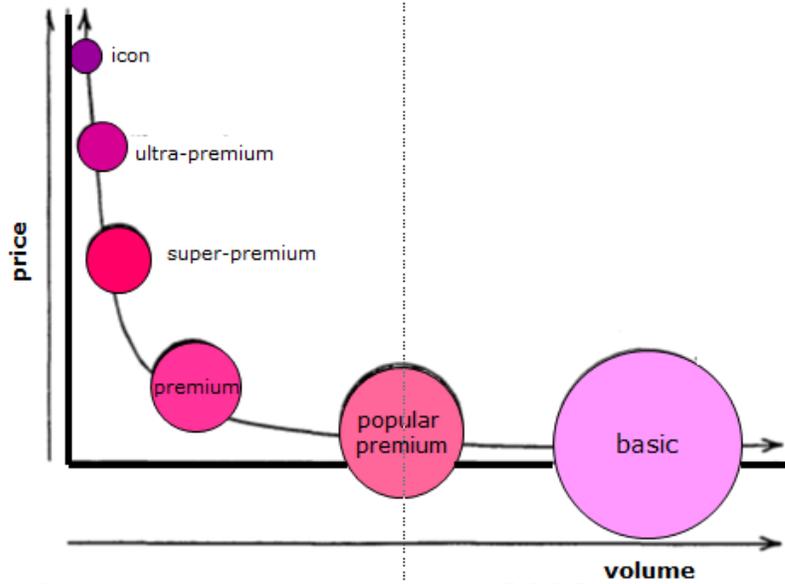


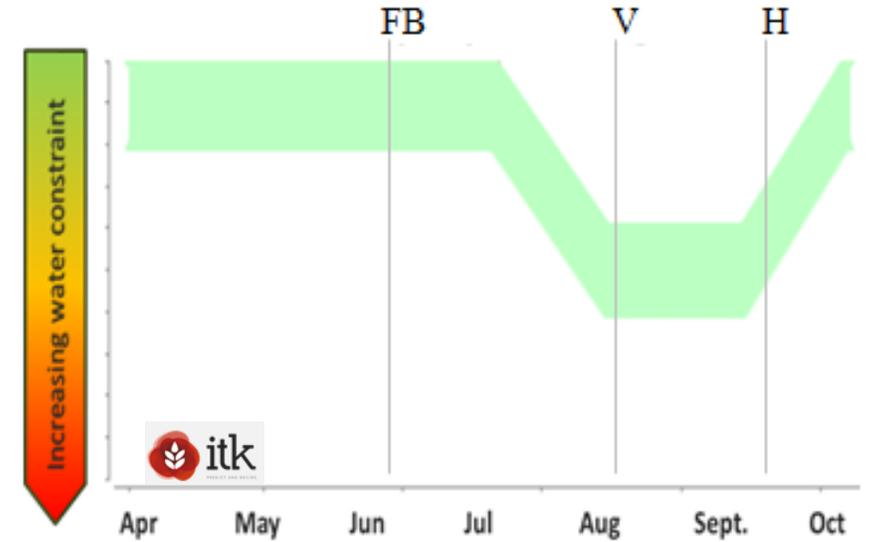
Fig. 1. Effects of the different irrigation and leaf-to-fruit ratio treatments (A: LowI/F:50%, B: LowI/F:100%, C: HighI/F:50% and D: HighI/F:100%) on the soluble solid content per berry, leaf stomatal conductance (g_s) and photosynthesis (A), and root starch, soluble sugar and total non-structural carbohydrate (TNC) content evolution per vine (n = 3).

Un objectif de qualité



Radobank International, 2003

Un exemple d'itinéraire hydrique du sol

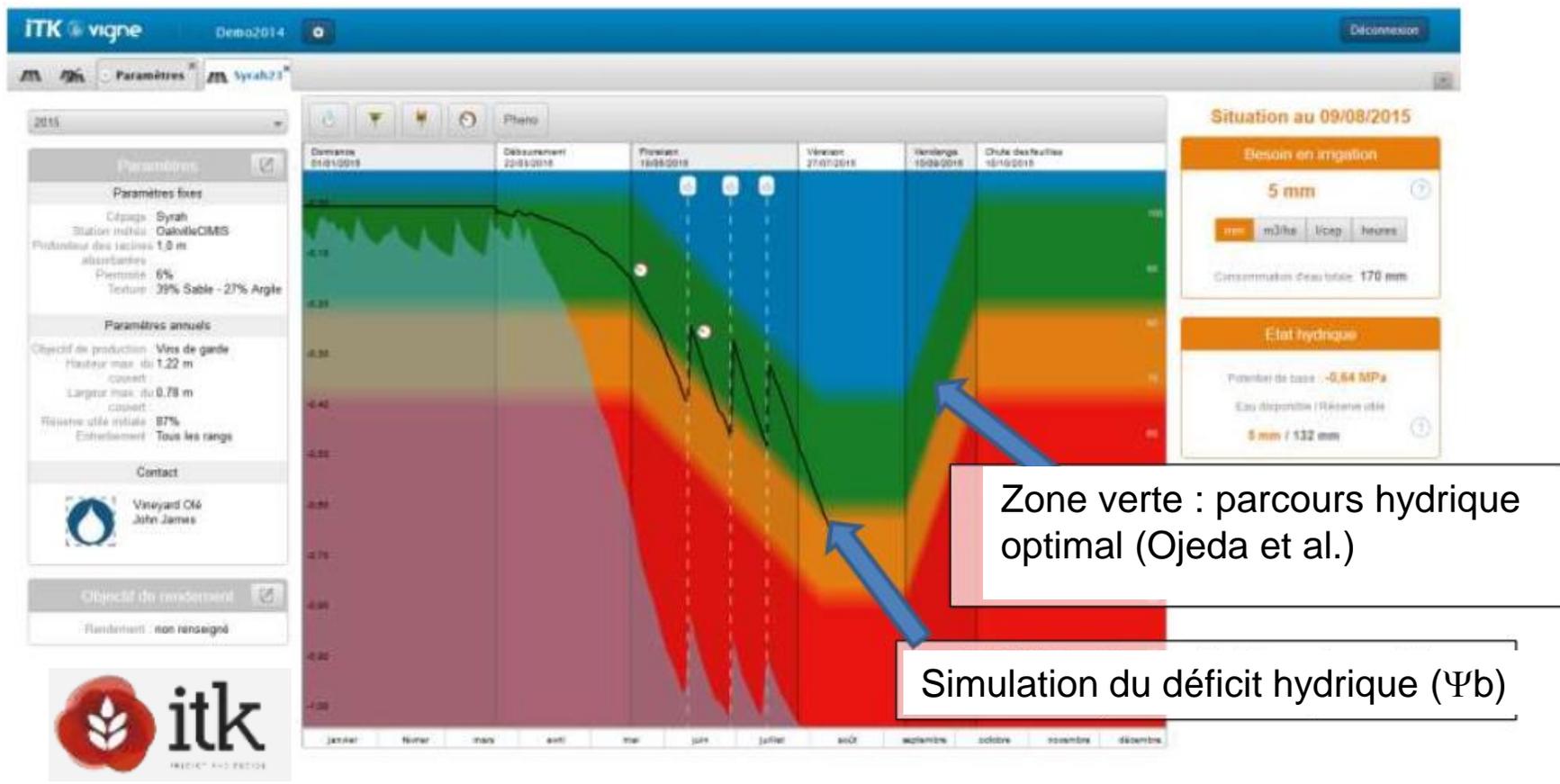


Des outils pour contrôler l'irrigation

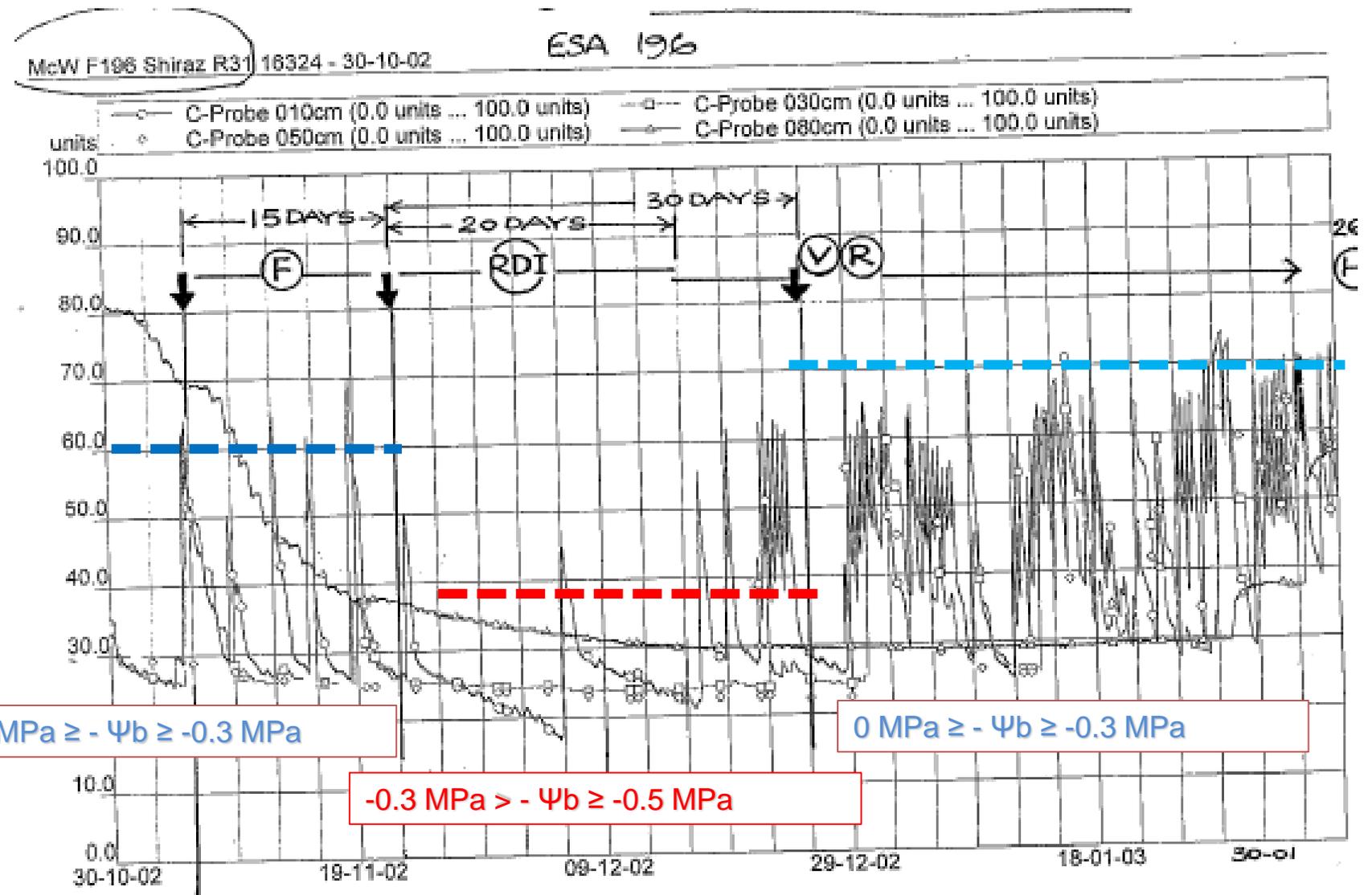


- ETP
- Etat hydrique de la plante
- Etat hydrique du sol

Gestion de l'irrigation pour optimiser la maturation du raisin et la qualité du vin : existe-il un parcours hydrique optimal? Sujet à discussion!



Exemple de parcours hydrique du sol pour réduire la taille des baies et améliorer la qualité



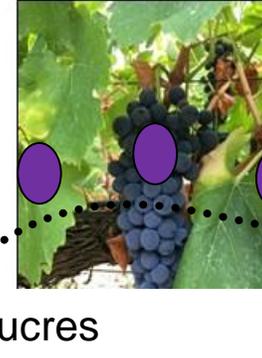
hiver



printemps



été



automne



Acides organiques
 Acides aminés
 Tannins
 Pyrazynes
 Minéraux

Sucres
 Potassium
 Anthocyanines
 Acides aminés

dormance

débourrement floraison-nouaison

véraison

maturation

post-récolte

Recharger l'état hydrique du sol avant le débournement

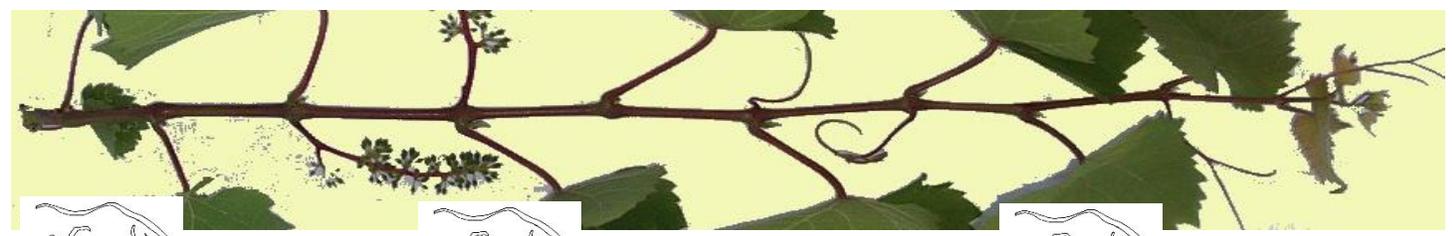
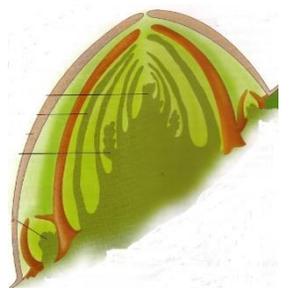
Assurer les prélèvements d'eau et de minéraux par les racines

Eviter les déficits en eau et en azote

Déficit hydrique modéré:
 - Pour contrôler la croissance végétative
 - Pour contrôler la taille des baies
 Pour éviter l'inhibition de l'élaboration de la qualité

Déficit hydrique modéré:
 - Pour contrôler la croissance végétative
 - Pour contrôler la taille des baies
 - Pour éviter l'inhibition de l'élaboration de la qualité

Pour permettre la reconstitution des réserves carbonées et azotées et éviter des carences C/N



année n-1

Année n

année n+1

- Produire moins de grappe avec des baies plus grosses?
- Produire plus de grappes avec des baies plus petites?
- Produire plus de grappes avec des baies plus grosses?
- Autres options?

En d'autres mots:

- Comment augmenter le rendement par vigne et par hectare sans compromettre le style des vins?
 - par exemple: augmenter la masse fraîche des baies de 1,2 g à 1,4 g pourrait permettre d'augmenter le rendement (et la rentabilité) par 15-20% sans compromettre la qualité!
 - la stratégie d'irrigation serait alors de maintenir un volume de baie stable aussi longtemps que possible pendant la maturation et/ou **éviter le flétrissement!**



www.supagro.fr

Site web d'Alain

www.grapevine-paradise.com