



veille/synthèse biblio

ex: **biochar** en viticulture

suivis « observateur »

UVc

Bienesis (protection des **aléas climatiques**)

collaborations

métabolomique (PAM)

dendrochronologie

projet INRAe Mycoptim

drône (MSH) / LIDAR (Vibot)

ateliers « experts »

sol & agroécosystème (holobionte, mycorhize)

à venir : **prophylaxie mildiou**

essais PhysioVigne

taille tardive

➔ **systèmes de conduite** vs changement climatique

à venir : **biochar à la plantation**



Applications du biochar en viticulture

Nicolas Poly^{1,2}, Benjamin Bois¹

¹ Biogéosciences, UMR 6282, équipe CRC, CNRS/université Bourgogne Europe, 6 boulevard Gabriel, 21000 Dijon, France
² ILUV, université Bourgogne Europe, rue Claude Ladrèy, 21000 Dijon, France

Cette dernière décennie, le « biochar » a été largement plébiscité pour des applications industrielles très diverses et a connu un engouement exponentiel pour ses applications agronomiques. Pourtant, son usage demeure confidentiel dans la filière viticole, en particulier française. Une synthèse des publications récentes sur les applications du biochar dans la filière est ici proposée.

Le biochar, outil méconnu des vignerons

Le biochar est présenté comme une solution pour la diminution de 12 % des gaz à effet de serre, tout en augmentant la productivité des cultures¹. La prolifération des publications à son sujet—200 occurrences en 2010, près de 40 000 actuellement (Clarivate Web of Sciences, septembre 2024)—démontre un intérêt majeur, en particulier pour ses applications agronomiques. Moins de 100 études concernent à ce jour la filière viticole et en France plus de 80 % des viticulteurs interrogés sont « insuffisamment informés », voire ignorent totalement cette pratique².

Définition et caractéristiques du biochar

Néologisme issu de « biological charcoal », le biochar est produit par la pyrolyse (thermoconversion à haute température et pauvre en oxygène) de biomasse, le plus souvent d'origine végétale et riche en lignine, cellulose et hémicellulose.

Par ses caractéristiques physico-chimiques (forte teneur en carbone stable, grandes surfaces d'échange et capacité d'adsorption, capacité d'échange cationique et charges de surface élevées, structure microporeuse), le biochar agit dans le sol comme une « éponge » qui lamponne l'alimentation hydrique et minérale des végétaux. En accord avec les résultats d'autres filières, la source de biomasse viticole (ceps, bois de taille ou rafles) semble moins impactante que la température de pyrolyse sur les caractéristiques du biochar obtenu : plus celle-ci est élevée (au-delà de 500 °C), plus sa teneur en carbone aromatique stable et sa microporosité augmentent, permettant une plus forte capacité de rétention d'eau³.

Cependant, l'hétérogénéité des sources de biomasse, les conditions de production mais aussi la variabilité des conditions d'application (types de sol, plante et climat) nécessiteraient idéalement une caractérisation fine de chaque biochar, afin d'adapter son usage à des conditions spécifiques.

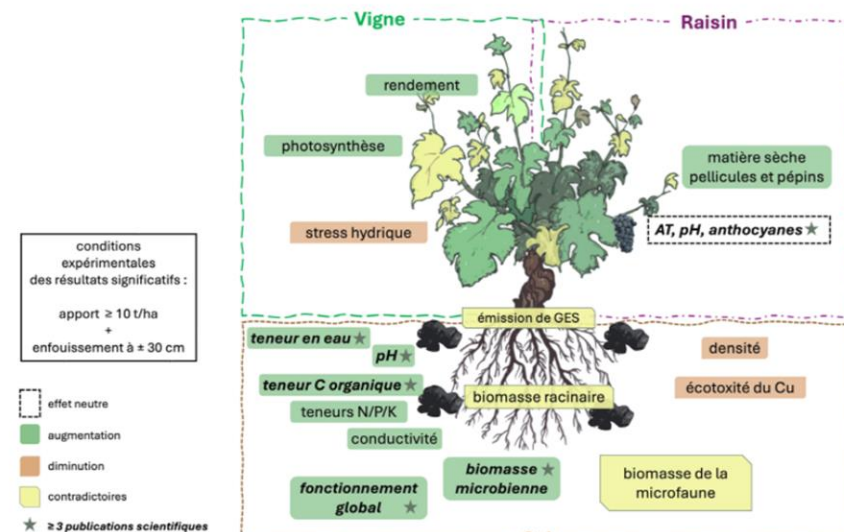


FIGURE 1. Synthèse des effets significatifs du biochar en viticulture, relevés dans 17 publications scientifiques de revues internationales à comité de lecture, entre 2014 et 2024.



crédit : Revue du vin de France



crédit : pôle BVV



VS



monoplan vertical à palissage bas : **référence** (actuelle)

- **exposition** au soleil des grappes favorisée
- SFE/ha **élevée**
- favorable à **maturation** en climat septentrional
- facilite le **travail**

changement climatique & limites actuelles

- grappes exposées → **échaudage**
- SFE → évapotranspiration → **stress hydrique**
- maturation accélérée = **perte d'équilibre** S/A

« passeaux » : **alternative ?** (historique)

- système **ancien** mais peu caractérisé
- même densité, **architecture** différente
- feuillage **discontinu** → SFE/ha ?
- canopée rehaussée → **ombre** portée ?
grappes **abritées** ?



Clos Vougeot, tout début XX^{ème}
(fonds Ronco, © Roland Laronze)

► *postulat*

La **hauteur** de canopée et l'**architecture** du couvert végétal modulent le **micro-climat** foliaire et des grappes et influencent ainsi leurs compositions.



► *objectif(s)*

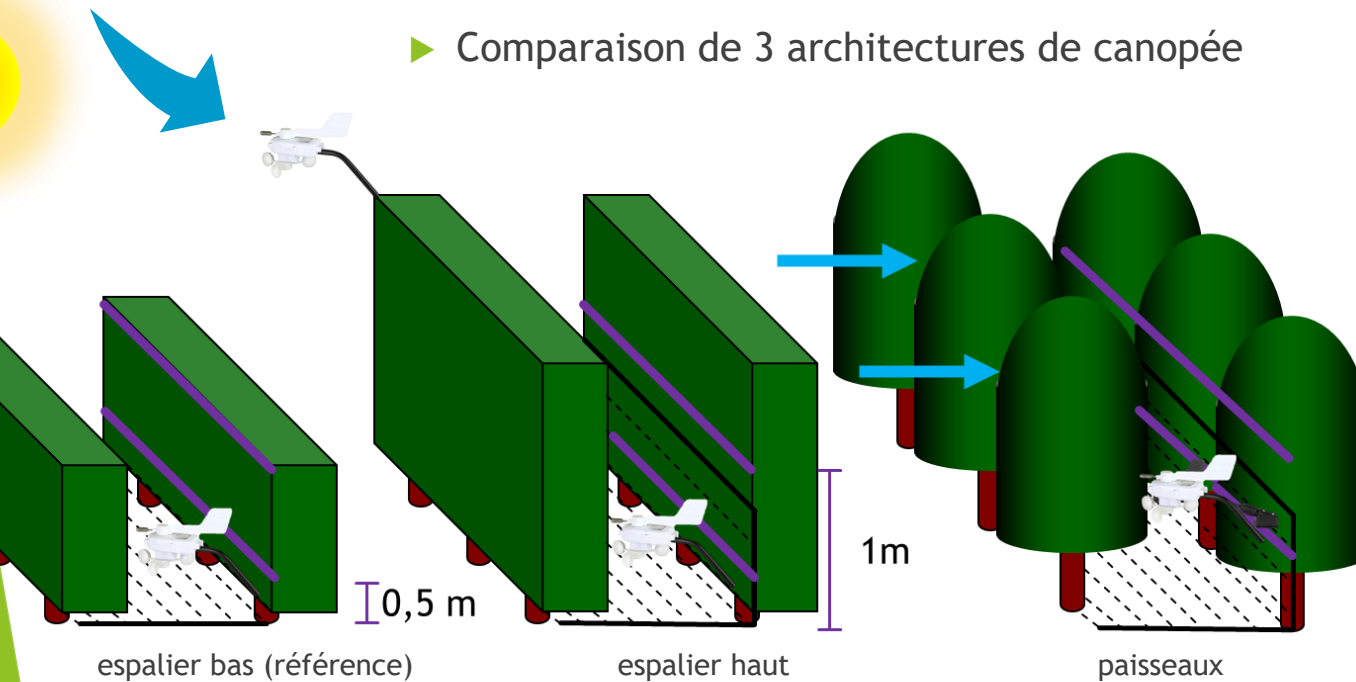
Caractériser et **quantifier**, à densité de plantation identique, l'effet de l'architecture du couvert végétal sur :

- le **microclimat** de la zone des grappes
- la **composition** des moûts
- l'**état hydrique** de la vigne

► *Enjeu(x)*

Préserver l'**identité** du Pinot noir dans un contexte de réchauffement climatique.

► Comparaison de 3 architectures de canopée

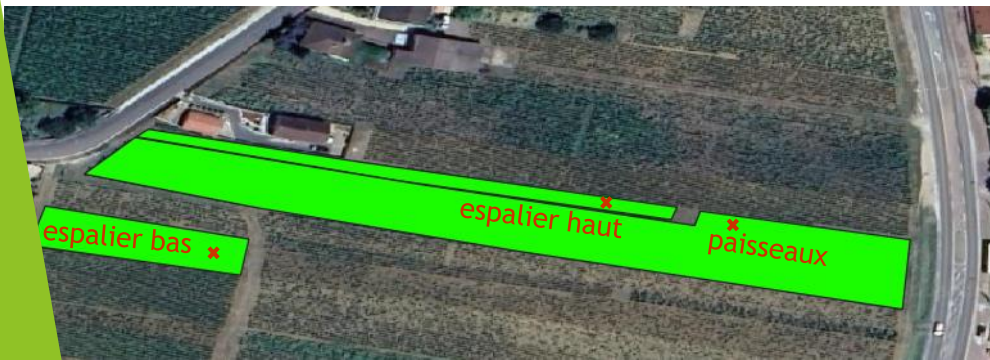


caractériser

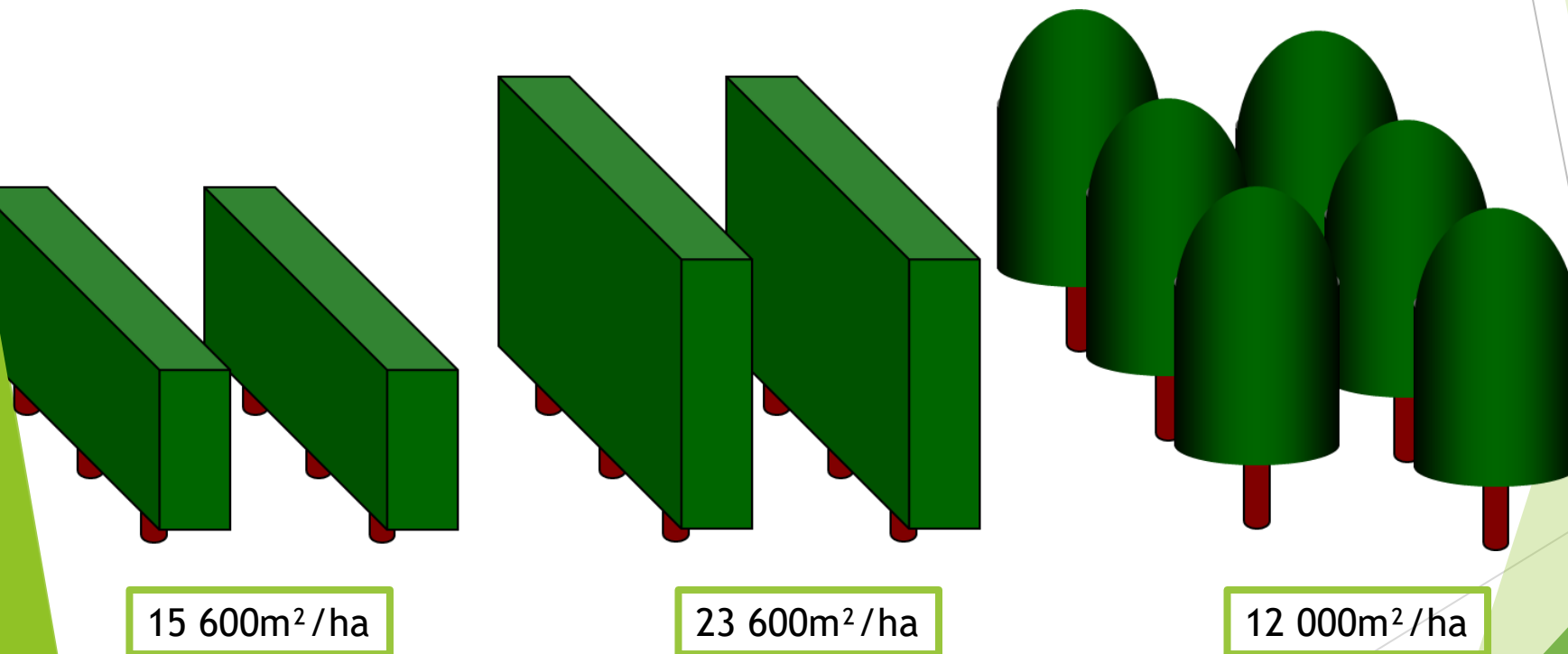
- la SFE/ha
- vitesse/direction du vent
- T° /luminosité zone grappes
- paramètres du moût
- potentiel hydrique

site expérimental

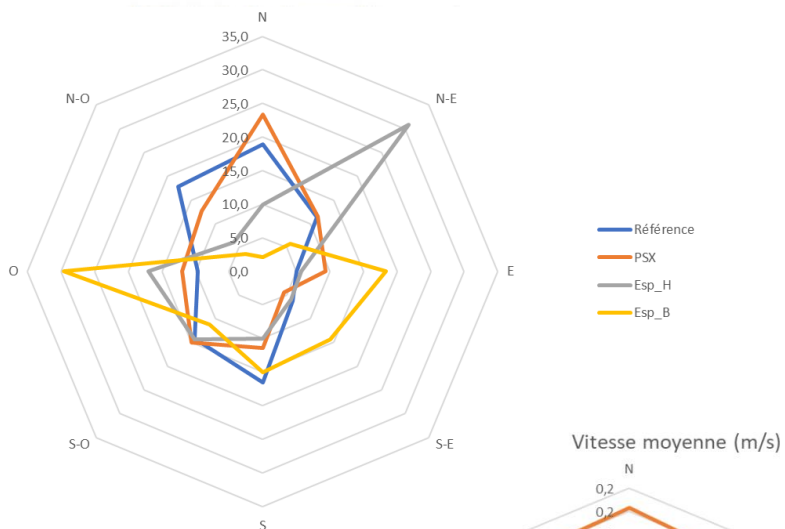
- Vosne-Romanée
- 3 parcelles très proches
- topographie homogène



➤ estimation des SFE par calcul







► référence (220cm) VS modalités (50cm = **grappes**)

au niveau des grappes

► orientation espaliers : effet de « **couloir** »

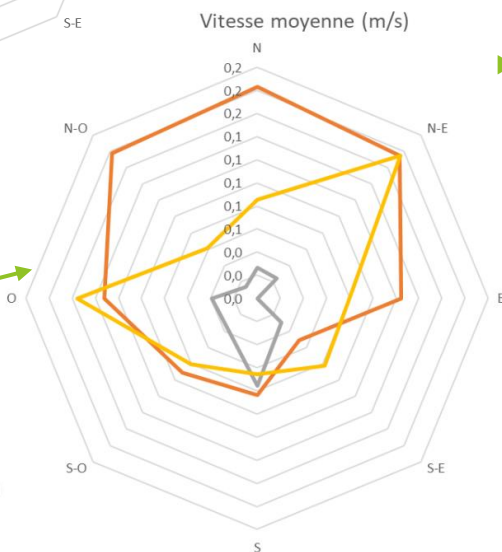
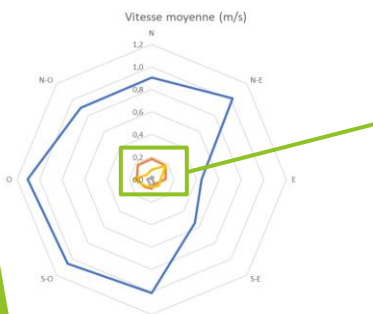
paisseaux : toute direction

► vitesse

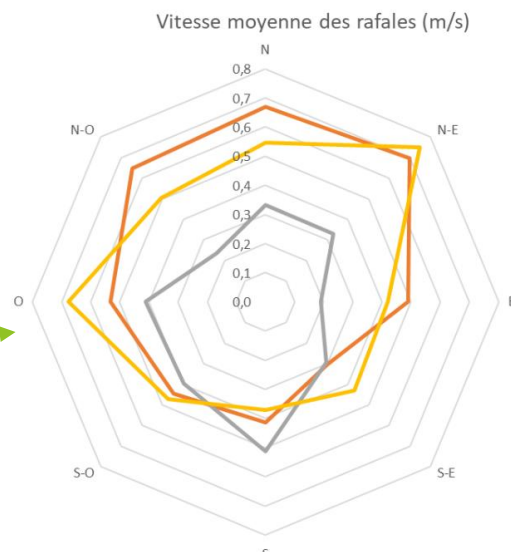
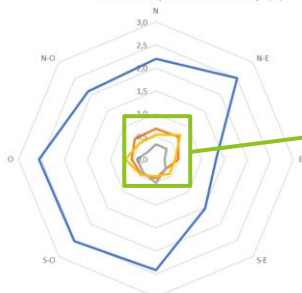
paisseaux > espalier bas >> espalier haut

paisseaux : toute direction

espalier : vitesse max dans le sens du rang



Vitesse moyenne des rafales (m/s)



- jours où ensoleillement >10h sur juin-juillet-août-sept (nouaison-vendanges)
- courbe modèle journalière par capteur et par modalité

juin-25	Ensoleillemen t (h)
Dim_1	7.3
Lun_2	0.1
Mar_3	2.1
Mer_4	1.1
Jeu_5	4.7
Ven_6	4.1
Sam_7	0.3
Dim_8	7.8
Lun_9	14.0
Mar_10	13.4
Mer_11	14.5
Jeu_12	13.0
Ven_13	14.2
Sam_14	12.9
Dim_15	2.6
Lun_16	11.8
Mar_17	15.2
Mer_18	14.7
Jeu_19	14.8
Ven_20	14.5
Sam_21	14.0
Dim_22	14.2
Lun_23	12.6
Mar_24	14.3
Mer_25	11.3
Jeu_26	7.4
Sam_27	9.6
Dim_28	14.9
Lun_29	14.9
Mar_30	14.1
Mer_31	310 h

196.3 h

< NOUAISON

juil-25	Ensoleillemen t (h)
Mar_1	13.9
Mer_2	12.7
Jeu_3	6.9
Ven_4	14.9
Sam_5	14.3
Dim_6	0.2
Lun_7	2.0
Mar_8	5.4
Mer_9	11.4
Jeu_10	14.7
Ven_11	14.4
Sam_12	14.6
Dim_13	10.4
Lun_14	9.8
Mar_15	8.8
Mer_16	2.1
Jeu_17	14.0
Ven_18	11.6
Sam_19	6.2
Dim_20	2.7
Lun_21	6.7
Mar_22	5.0
Jeu_23	4.8
Mar_24	6.5
Ven_25	7.1
Sam_26	5.8
Dim_27	2.2
Lun_28	3.5
Mar_29	7.6
Mer_30	4.9
Jeu_31	6.5
juil-25	251.4 h

juil-24 249.7h

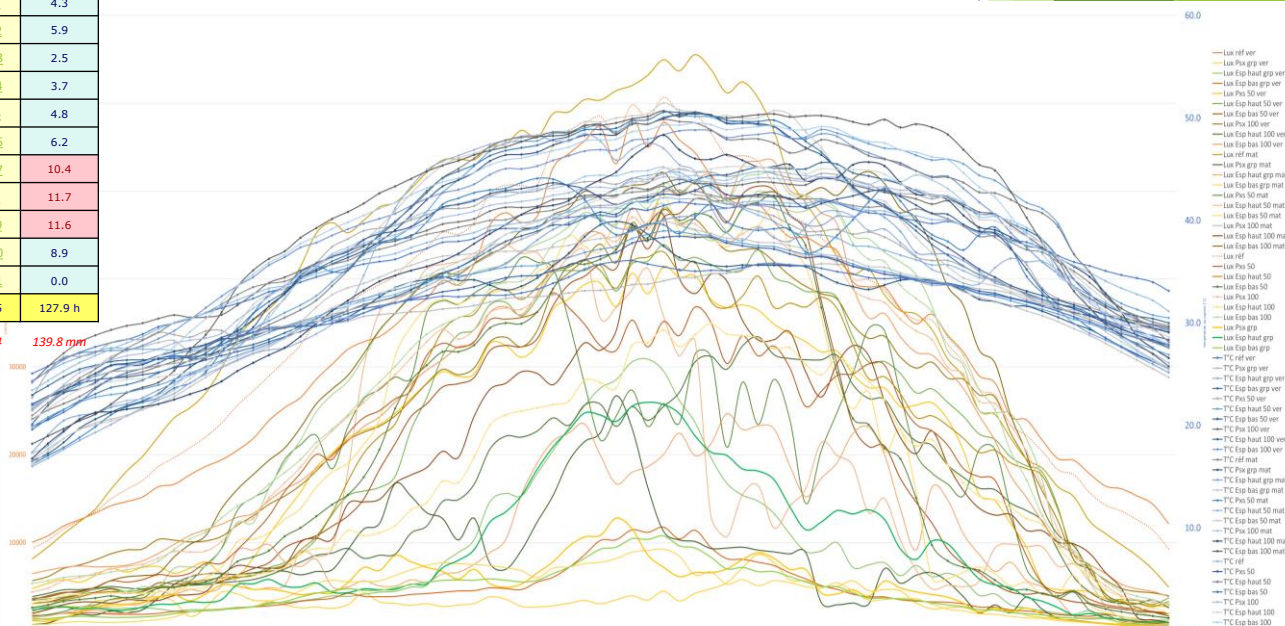
août 25	Ensoleillemen t (h)
Ven_1	4.5
Sam_2	6.5
Dim_3	9.9
Lun_4	12.2
Mar_5	8.1
Mer_6	8.8
Jeu_7	7.3
Ven_8	12.4
Sam_9	10.3
Dim_10	12.7
Lun_11	13.8
Mar_12	13.3
Mer_13	12.5
Jeu_14	12.5
Ven_15	12.4
Sam_16	13.2
Dim_17	13.0
Lun_18	12.7
Mar_19	2.5
Mer_20	0.2
Jeu_21	0.6
Ven_22	8.1
Sam_23	11.6
Dim_24	12.3
Lun_25	11.9
Mar_26	7.5
Mer_27	1.3
Jeu_28	1.7
Ven_29	3.6
Sam_30	6.0
Dim_31	5.2
août-25	268.4 h

août-24 309.3 h

< VÉRAISON

sept-25	Ensoleillemen t (h)
Lun_1	2.4
Mar_2	8.7
Mer_3	8.1
Jeu_4	0.2
Ven_5	5.2
Sam_6	12.0
Dim_7	11.3
Lun_8	0.0
Mar_9	6.4
Mer_10	3.6
Jeu_11	4.3
Ven_12	5.9
Sam_13	2.5
Dim_14	3.7
Lun_15	4.8
Mar_16	6.2
Mer_17	10.4
Jeu_18	11.7
Ven_19	11.6
Sam_20	8.9
Dim_21	0.0
sept-25	127.9 h

sept-24 139.8 mm



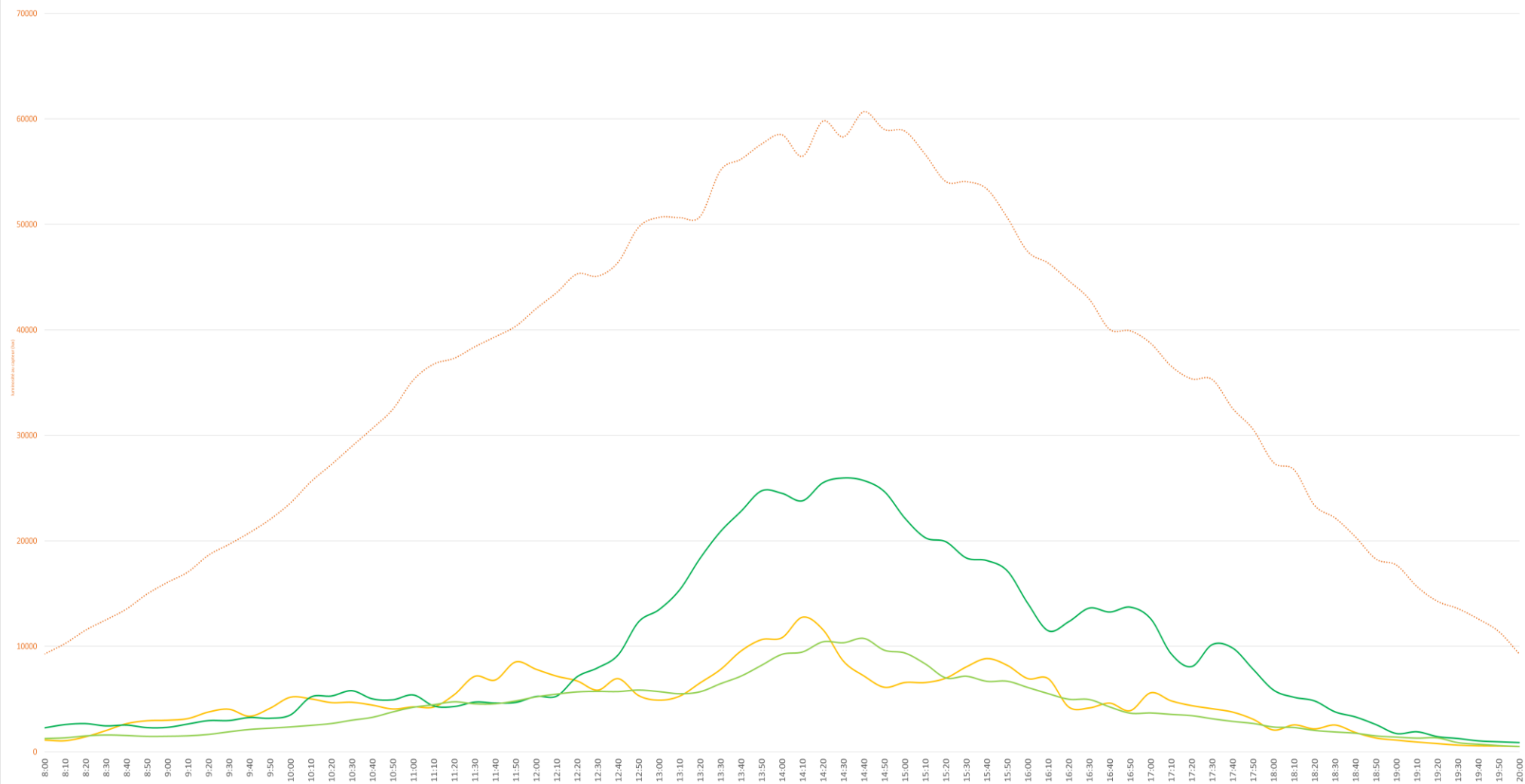
luminosité

..... référence

— Paiseaux

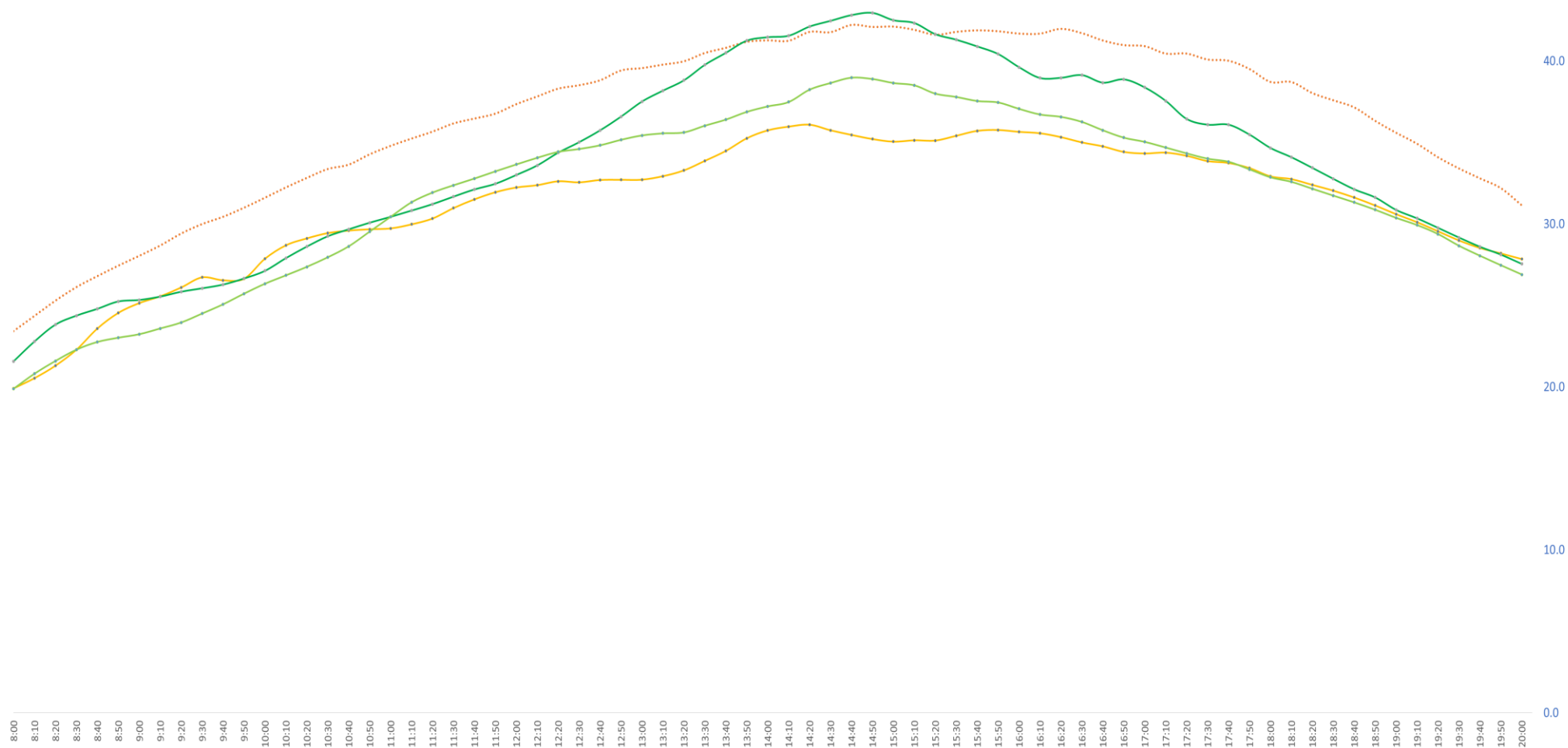
— Espalier bas

— Espalier haut



température

- référence
- Paisseaux
- Espalier bas
- Espalier haut





► cohérence des paramètres œnologiques sur moûts

- pisseaux : **AT** plus élevée
- acides plus élevés : **malique** et **tartrique**

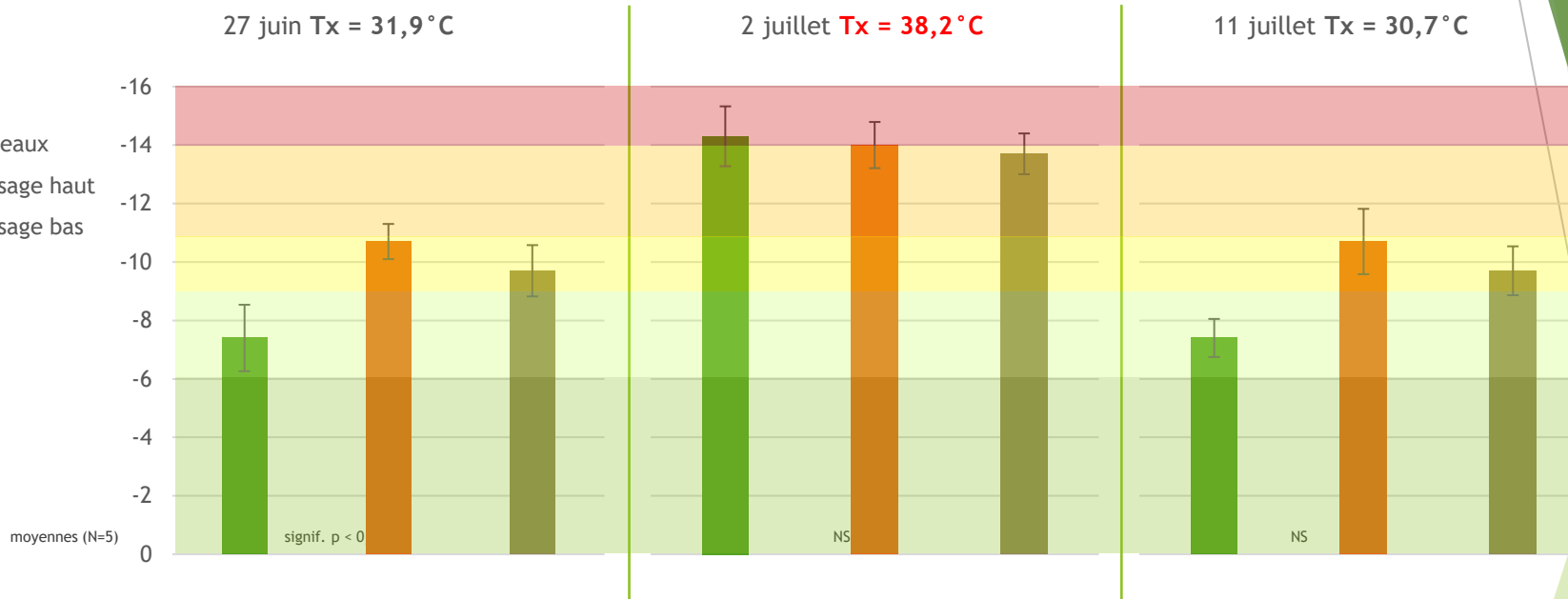
	<i>pH</i>	<i>AT</i>	<i>D</i>	<i>Sucre</i>	<i>TAP</i>	<i>AV</i>	<i>AMal</i>	<i>Tartaric</i>	<i>N_Ass</i>
espalier haut	3.29	2.32	1.08	196.90	11.67	-0.05	1.82	2.53	160.85
pisseaux	3.35	3.61	1.08	194.90	11.60	0.05	3.50	3.49	135.93
espalier bas	3.19	3.06	1.08	197.47	11.73	-0.05	2.10	3.17	139.72

► hypothèses « pisseaux » // préservation acidité

- **protection** : moindre dégradation du malique (enzymatique-T°C) pisseaux ?
- **synthèse** > en phase verte ? tartrique plus élevé aussi

Déficit hydrique
absence
léger
léger à modéré
modéré à fort
fort

- suivi à la **chambre à pression** → potentiels hydriques foliaires de tige



- pas plus marquée** (voire moindre?) dans les **passeaux** ???

- bilan $\delta^{13}\text{C}$ sur moût : pas de stress hydrique

- passeaux -26,10
- palissage haut -26,04
- palissage bas -25,87

Déficit hydrique	$\delta^{13}\text{C}$
Absence	≤ -26
Léger	≤ -25 à < -26
Léger à modéré	≤ -24 à < -25
Modéré à fort	≤ -23 à < -24
Fort	> -23

D'après Van Leeuwen et al. (2023)

	païsseaux	espalier haut	espalier bas
circulation d'air	↑↑	↓↓	↓
luminosité/T° (grappe)	↓	?	réf
équilibre S/A	↓	↑	réf
statut hydrique	=↓	↑	=
SFE (calcul)	↓	↑	réf

- ▶ modéliser plus finement chaque modalité
 - ▶ calculer les **SFE réelles** et le ratio feuille/fruit
 - ▶ meilleure intégration de la **porosité** du feuillage
 - ▶ effet de l'orientation des **arcures**
- ▶ traitement (partenariats en cours)
 - ▶ **photogrammétrie** par drone → pôle GéoBFC, MSH
 - ▶ **LIDAR** terrestre → équipe Vibot, laboratoire IMVIA