

Cultures de services en vignobles : gestion de l'enherbement pour l'entretien des sols et la fourniture de services écosystémiques en viticulture

Léo Garcia, leo.garcia@supagro.fr
Doctorant (UMR System)





Cultures de services en vignobles : gestion de l'enherbement pour l'entretien des sols et la fourniture de services écosystémiques en viticulture

Léo Garcia, Doctorant
UMR System

- I. Introduction
- II. Services écosystémiques pour les sols viticoles
- III. Gestion des cultures de services
- IV. Exemples de travaux



Les sols viticoles

Le sol est un élément central : terroir, AOP...

Viticulture = occupation des sols très exposée à l'érosion
(*Garcia-Ruiz, 2010*)

Plusieurs facteurs en cause :

- Fertilisation, matière organique (*Coll et al. 2011, Salomé et al., 2016*)
- Désherbage chimique, mécanique, sols nus (*Le Bissonnais et Andrieux, 2007*)
- Plantation en coteaux
- Phénologie



Les cultures de services

- Cultures non « commerciales »
 - Objectif = fournir des services écosystémiques
- ➔ Identifiées comme un levier de protection/conservation/restauration des sols (fertilité physique, fertilité chimique)
- ⚠️ Compétition avec la vigne pour les ressources (recherchée ou non)



Contents lists available at [ScienceDirect](#)

Agriculture, Ecosystems and Environment

journal homepage: www.elsevier.com/locate/agee



Review

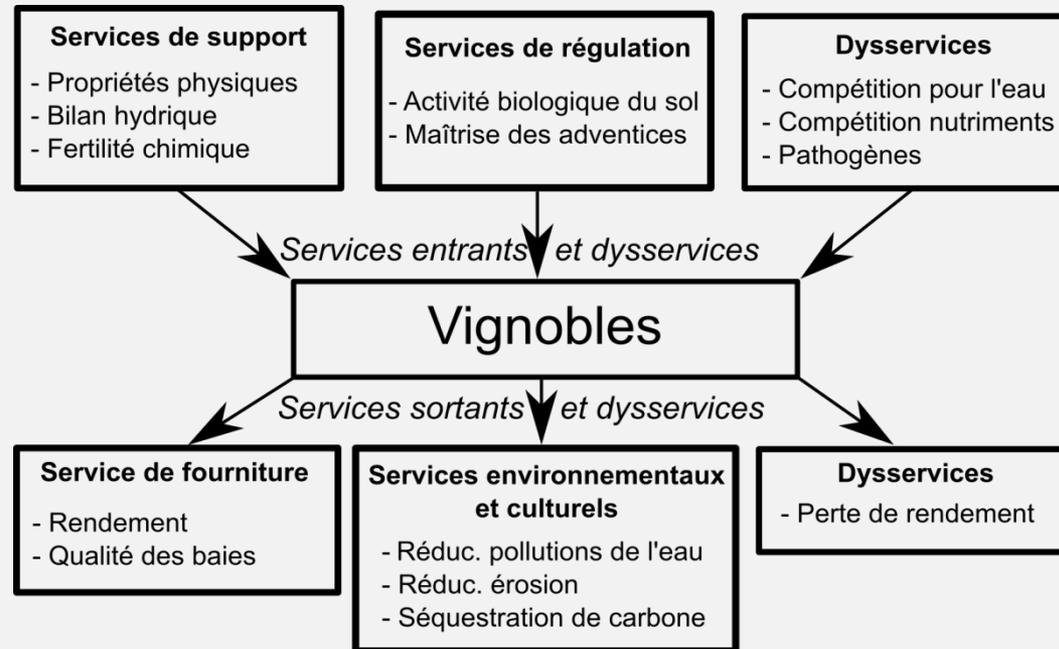
Management of service crops for the provision of ecosystem services in vineyards: A review

Léo Garcia^{a,b,*}, Florian Celette^{c,*}, Christian Gary^a, Aude Ripoche^{d,e,f}, Hector Valdés-Gómez^g, Aurélie Metay^a



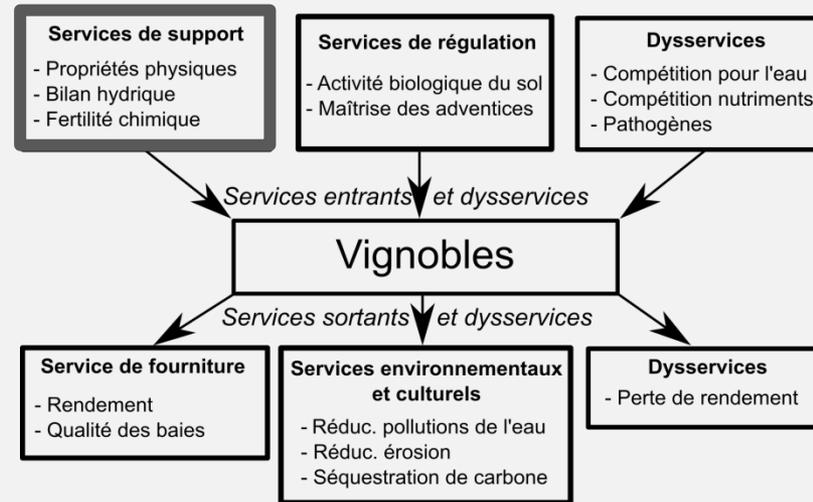
Quels services pour les sols viticoles ?

→ Services « entrants » (inputs) et « sortants » (output) (Zhang et al. 2007)



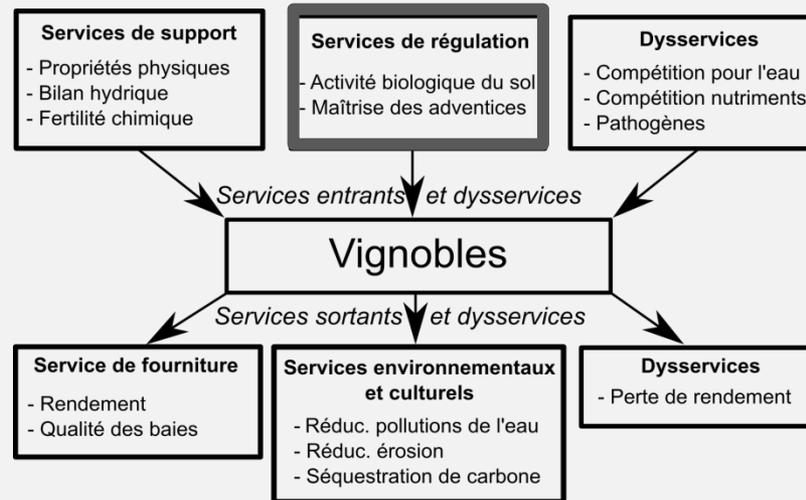
La notion de service écosystémique renvoie à la **valeur** (monétaire ou non) **des écosystèmes** [...] qui fournissent à l'humanité des biens et services nécessaires à leur bien-être et à leur développement

Quels services pour les sols viticoles ?



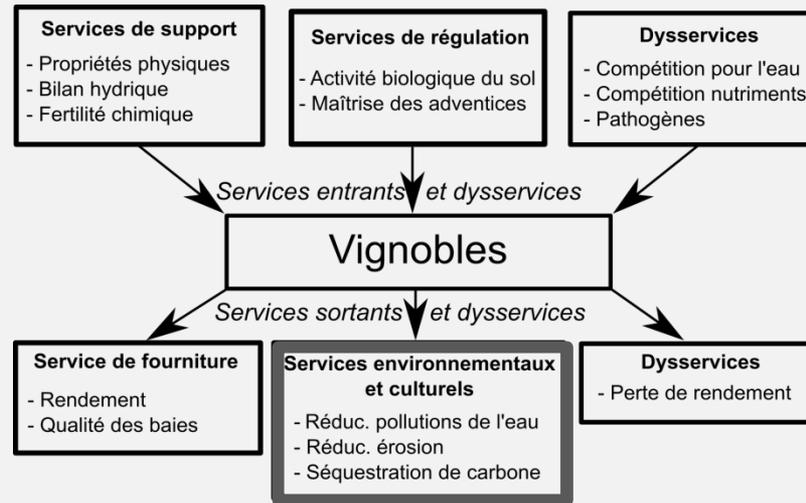
- Propriétés physiques
 - Stabilité structurale (*Dabney et al. 2001, Goulet et al., 2004*)
 - Compaction, densité apparente (*Polge de Combret-Champart et al. 2013*)
 - Infiltration de l'eau (*Wassenaar et al., 2005*)
 - Ruissellement & érosion (*Le Bissonnais et al. 2004; Novara et al. 2011*)
- Bilan hydrique (*Celette et al. 2008; Gaudin et al. 2010*)
- Fertilité chimique (*Fourie 2012, Patrick et al. 2004*)

Quels services pour les sols viticoles ?



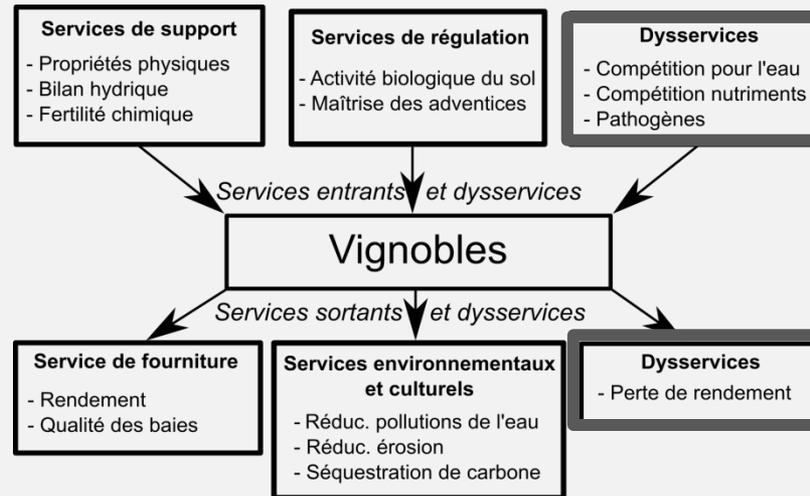
- **Activité biologique du sol** (*Coll et al. 2011, Cheng and Baumgartner. 2006, Steenwerth and Belina. 2008 a,b*)
- **Maitrise des adventices**
 - Abondance, infestation (*Gago et al. 2007*)
 - Composition des communautés (*Baumgartner et al., 2008; Steenwerth et al., 2016*)

Quels services pour les sols viticoles ?



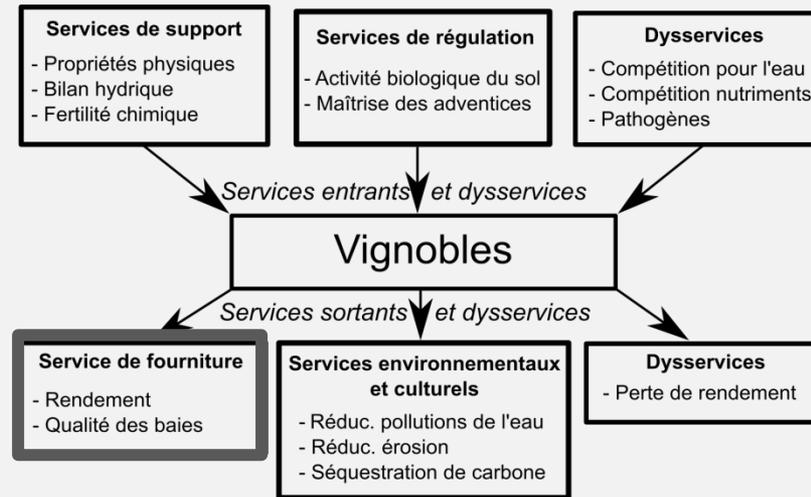
- Réduction des pollutions par érosion
- Dégradation des pesticides (*Alletto et al. 2010*)
- Séquestration de carbone (*Belmonte et al. 2016, Salomé et al. 2016*)

Quels services pour les sols viticoles ?



- **Compétition pour l'eau** (*Celette et al. 2008*)
- **Compétition pour les nutriments (N)** (*Celette et al. 2009, 2013*)
- **Pathogènes du sol** (*Castillo et al. 2008; Hannah et al. 2003*)
- **Rendement**

Quels services pour les sols viticoles ?



Régulation

Vigueur

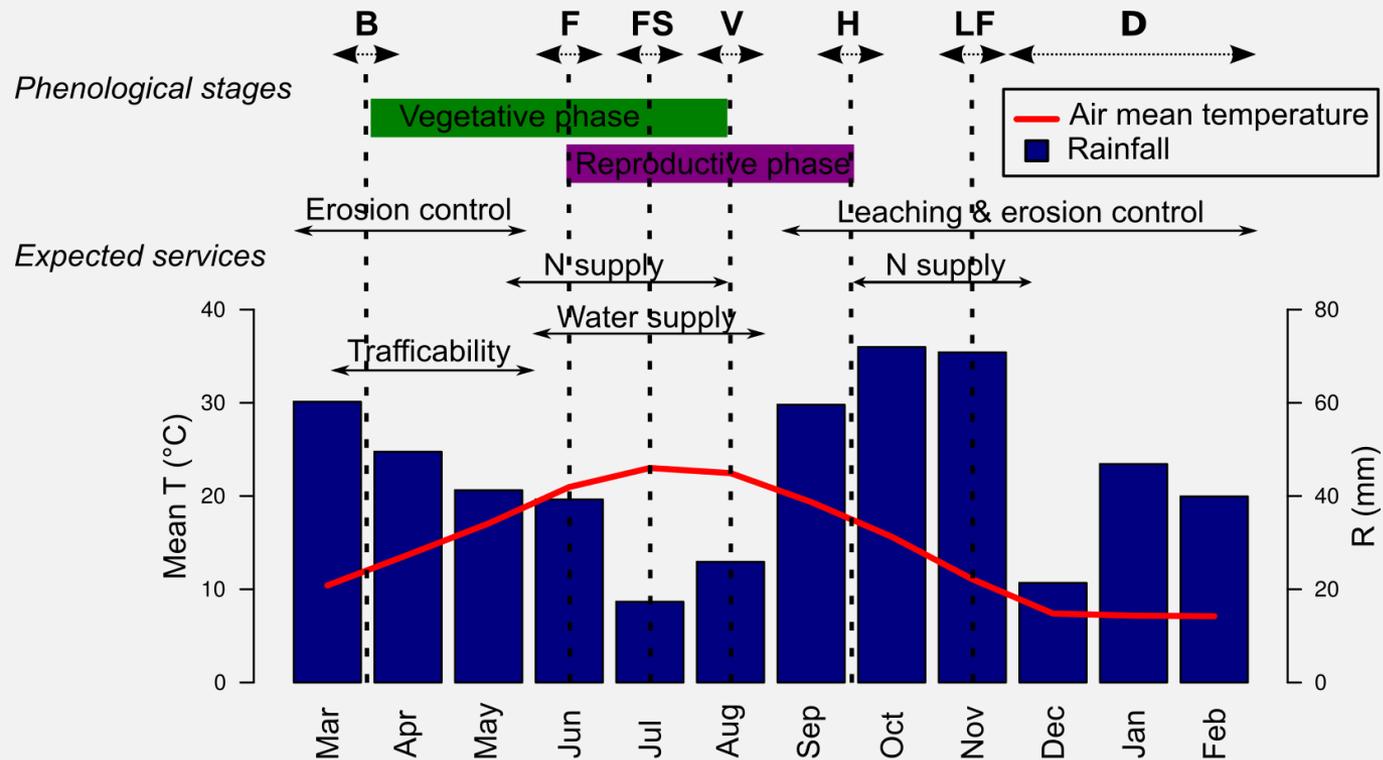
Rendement

Maladies

(Guilpart et al. 2017, Valdès-Gomez et al. 2011)



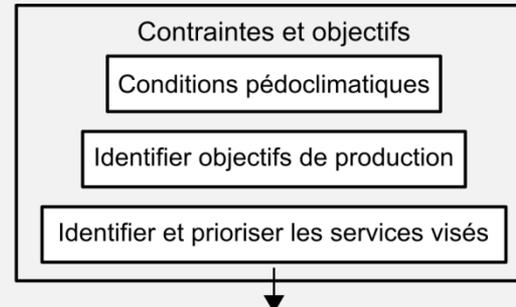
Temporalité des services



Nécessité de piloter les cultures de services

- Intégrer la temporalité des services (synchronisation des services avec les stades phénologiques de la vigne)
- Compromis avec dysservices

Contraintes et objectifs



Contraintes :

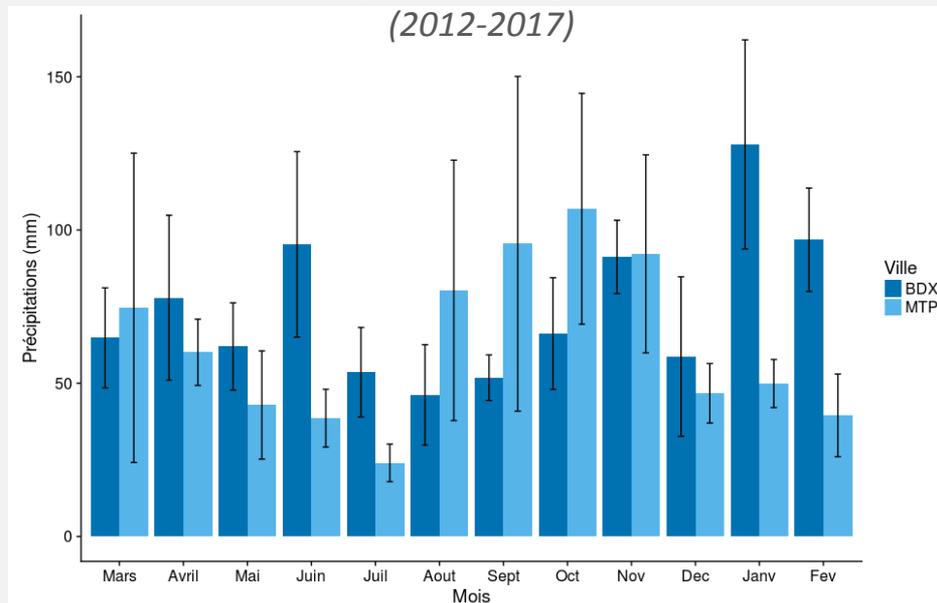
- Climat (fréquence des pluies, période...)
- Type de sols (profondeur, fertilité...)

Objectifs :

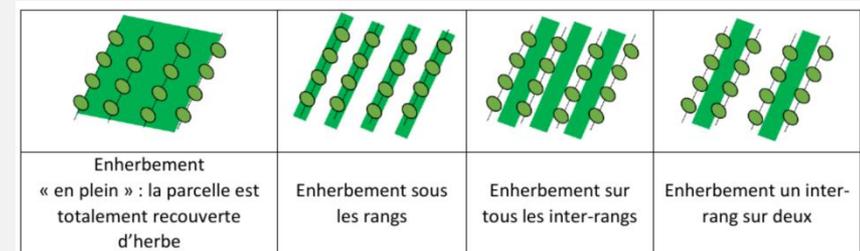
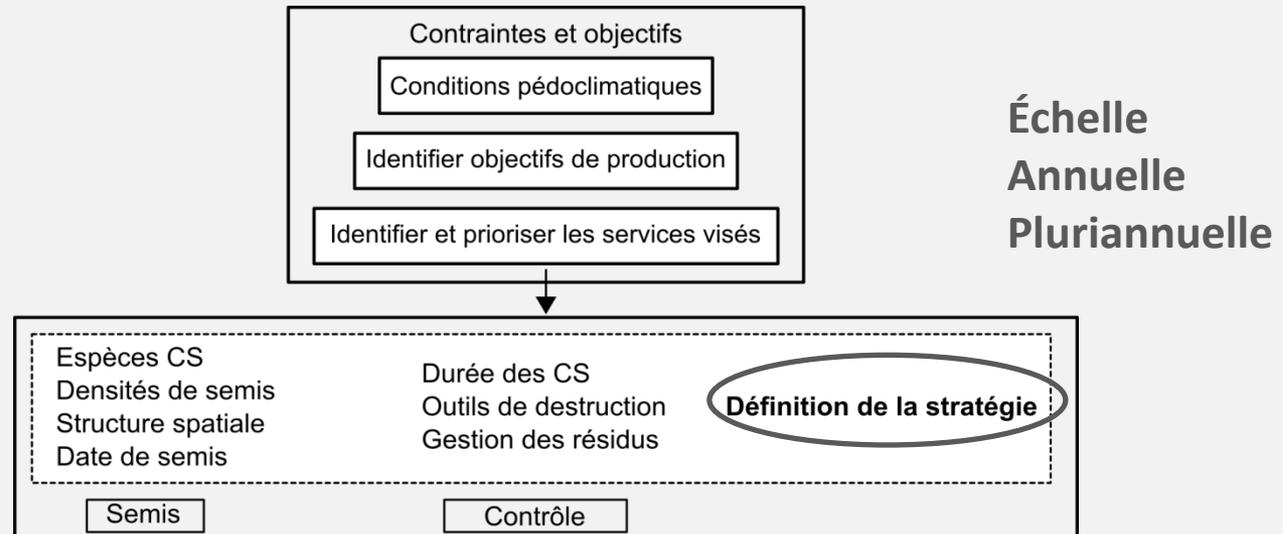
- Production (rendement, qualité vs. IGP/AOP...)
- Services (portance ? Engrais vert ? MO ?)



Précipitations moyennes
(2012-2017)



Définition de la stratégie

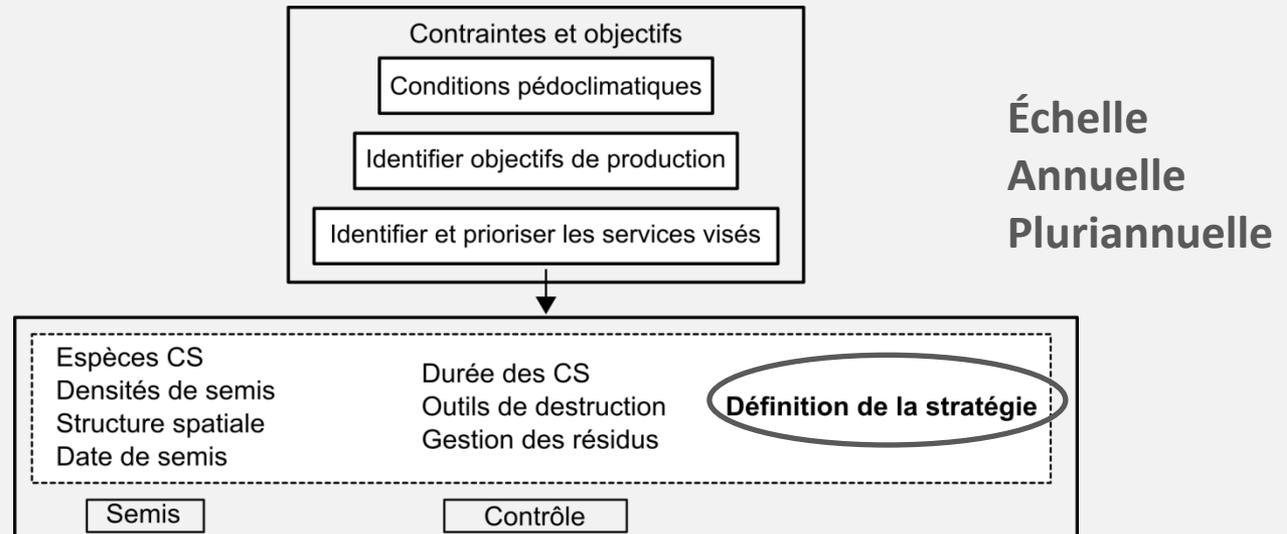


(Frey 2016)

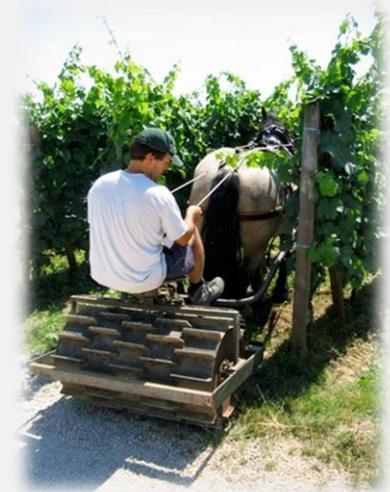
Implantation :

- Choix de l'espèce ou mélange (Tribouillois et al. 2016)
- Date de semis (post-vendange, printemps, été...)
- Densité
- Structure (total, IR, 1 IR/2, largeur des bandes...)

Définition de la stratégie



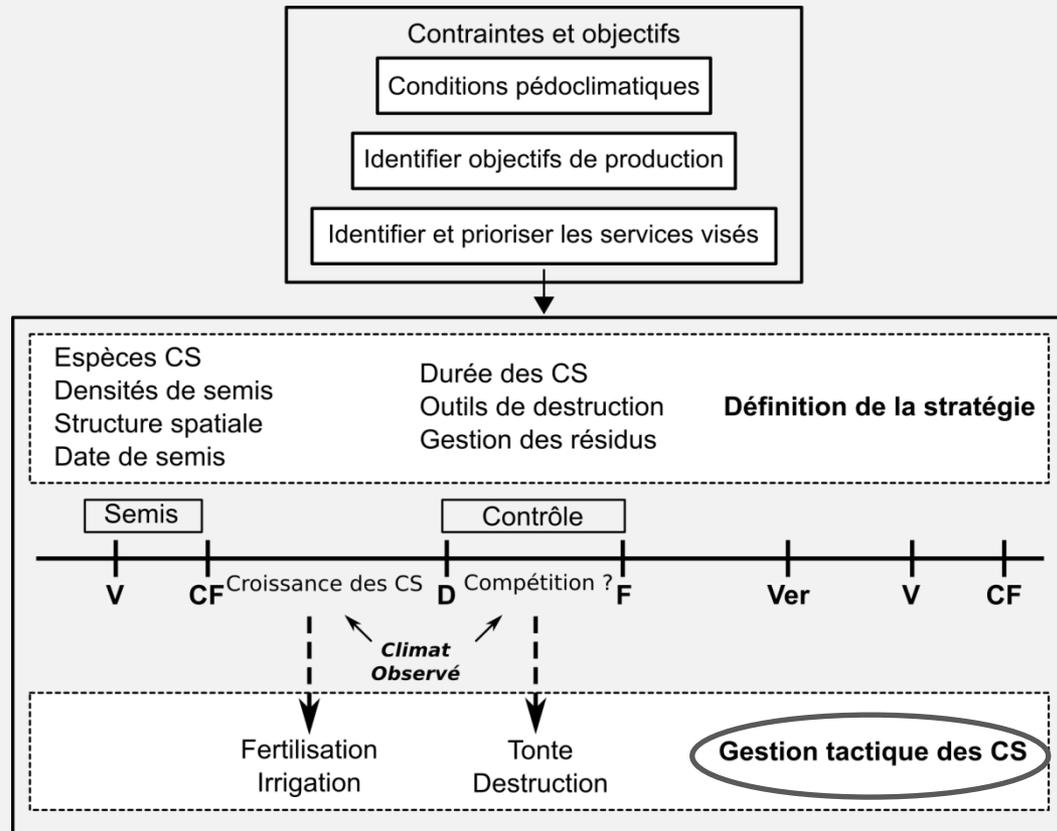
Échelle
Annuelle
Pluriannuelle



Destruction :

- Période (débourrement, floraison...)
- Outil (grobroyeur, rouleau...)
- Résidus (enfouis, mulch...) (*Coppens et al. 2006*)

Pilotage des cultures de services - Gestion tactique



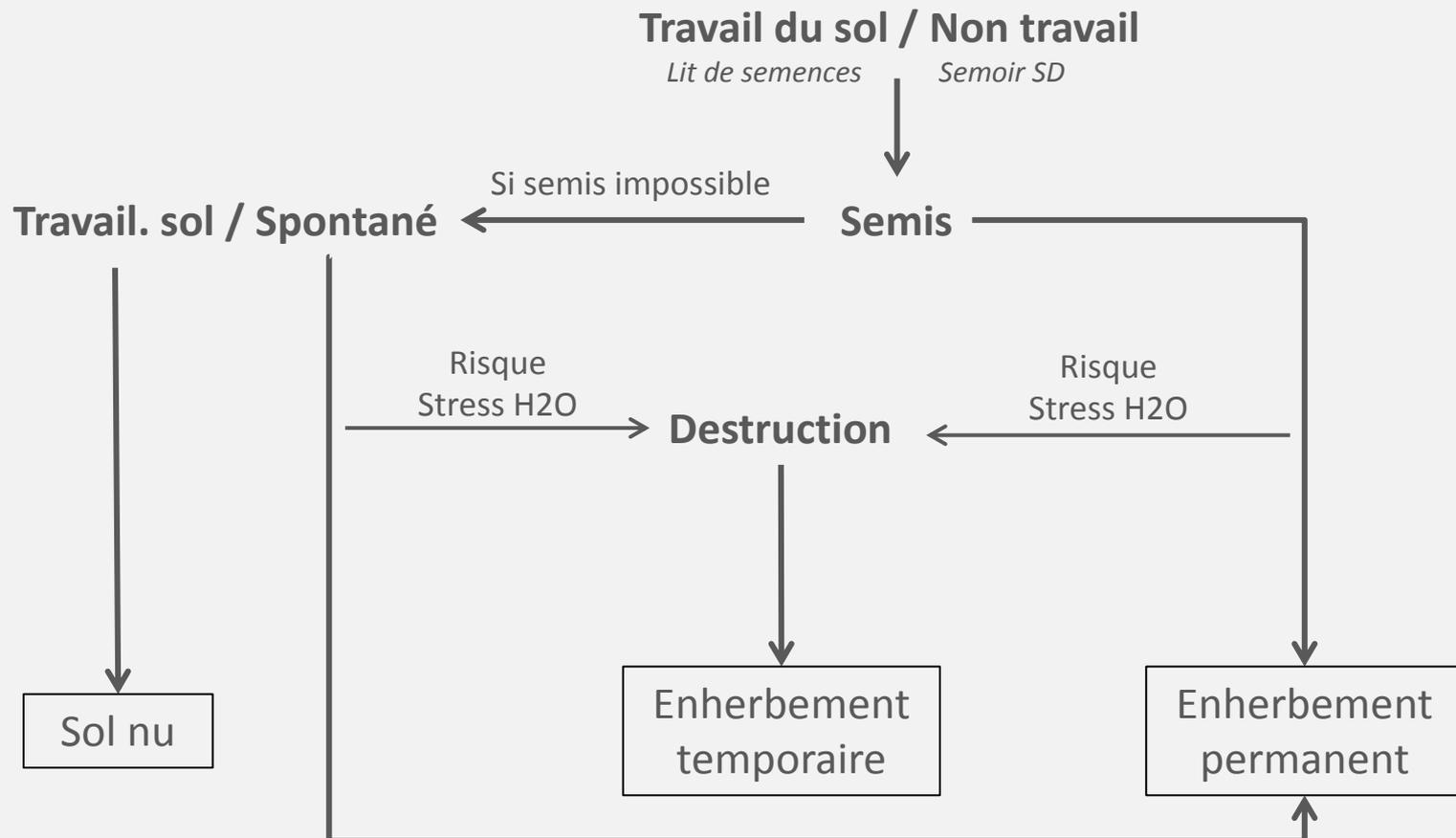
Échelle
Saisonnière
Infra-annuelle

Gestion tactique :

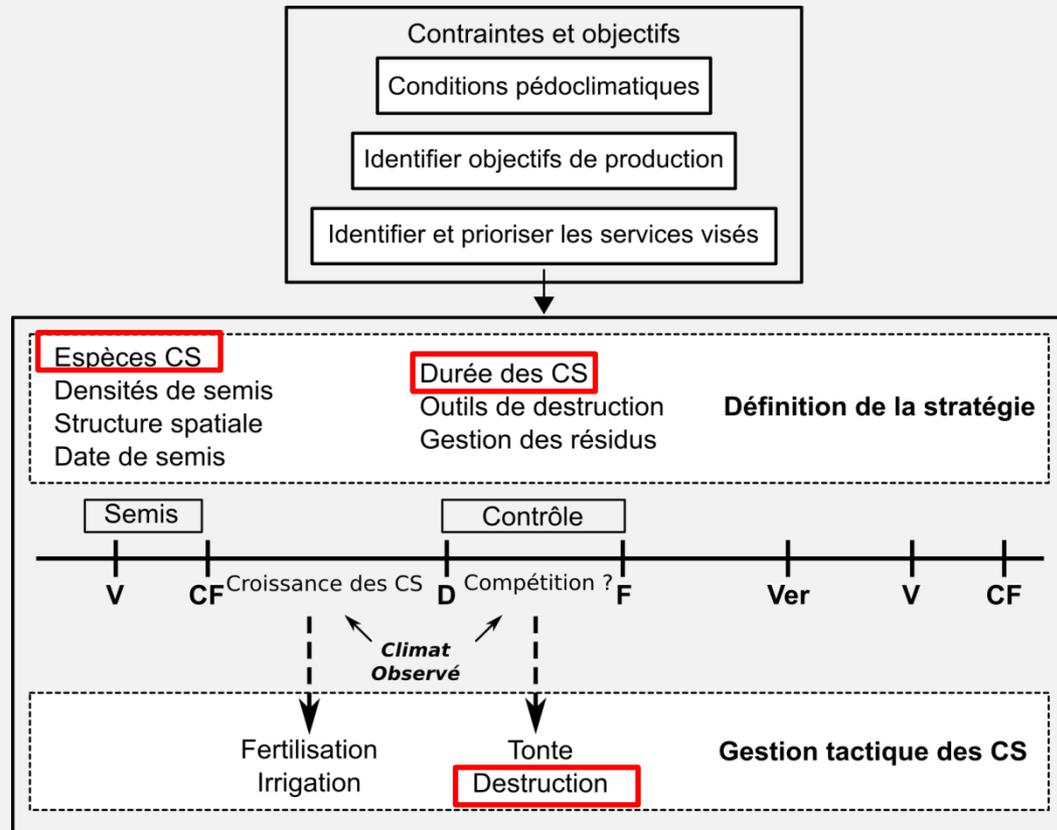
- Irrigation/fertilisation (biomasse, production de graines) (Fourie et al. 2005)
- Tontes/destructions (stress ?)

Pilotage des cultures de services - Flexibilité

→ Importance de stratégies adaptatives (*Ripoche et al. 2010, 2011*)



Exemples de travaux



Mon travail de thèse :

- Choix des espèces → Approche par les traits fonctionnels des CS
- Pilotage → dates de destruction

Zoom sur quelques espèces



Vicia villosa

+



Plantago coronopus

+



Phacelia tanacetifolia

+ Spont + Wsol

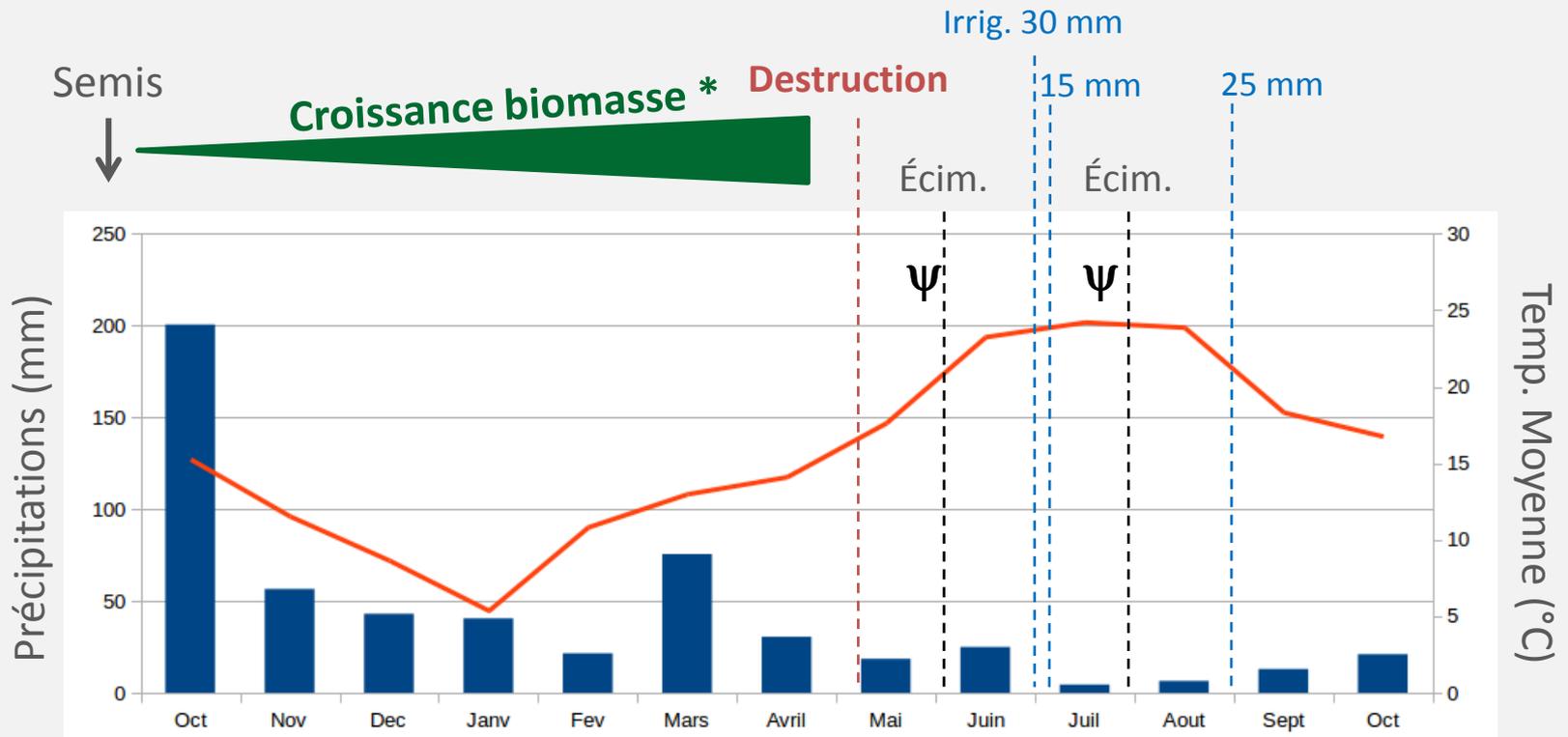
Suivi sur vigne :

- Potentiels de base x2
- Biomasses écimées x2
- Rendement, composantes du rendement
- Qualité des jus



Itinéraire technique 2017

Ψ : potentiel de base



*

Vesce : 14 t/ha

Plantain : 4,88 t/ha

Phacelie : 3,76 t/ha

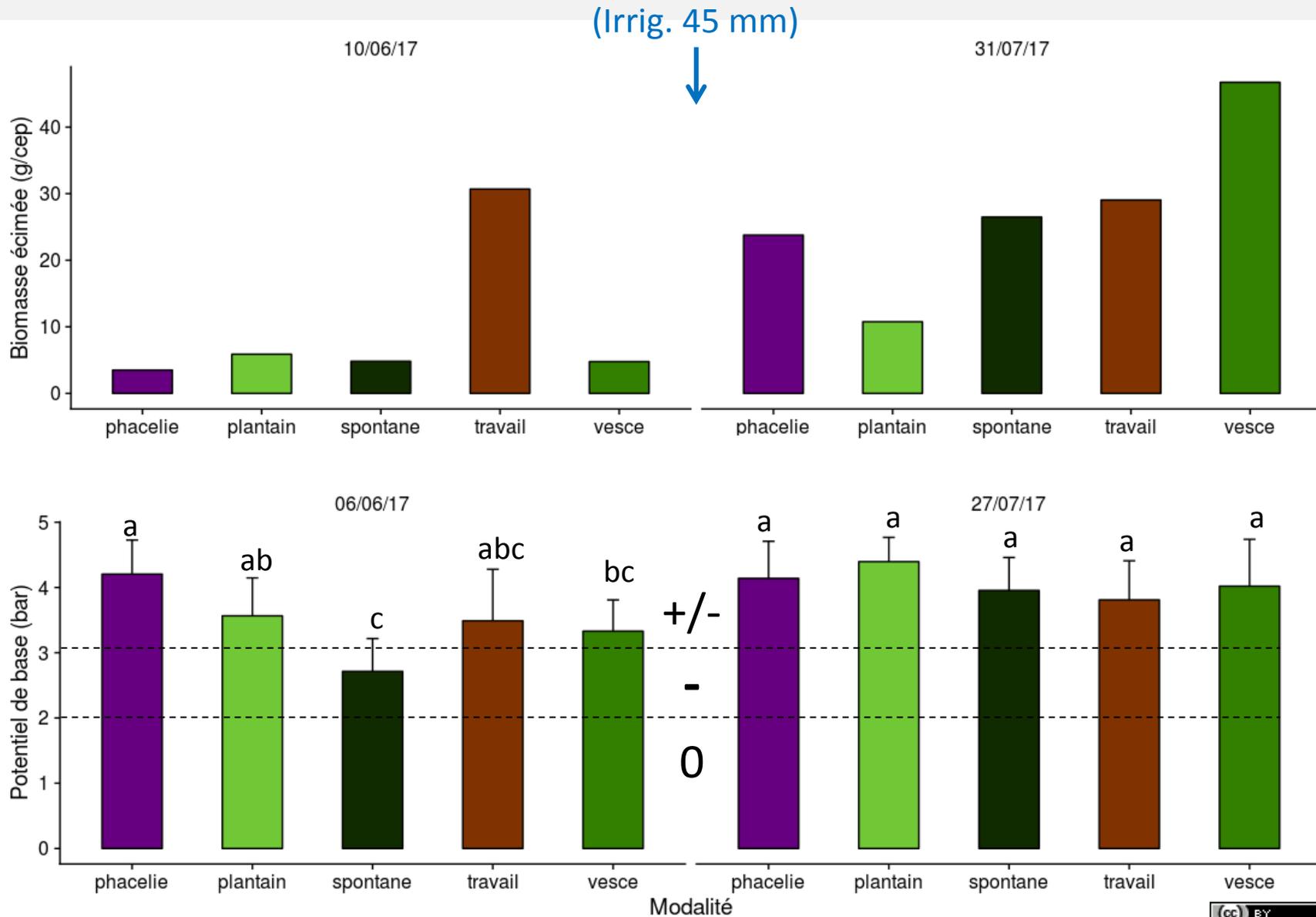
Spont : 2,31 t/ha

↑
Débourrement

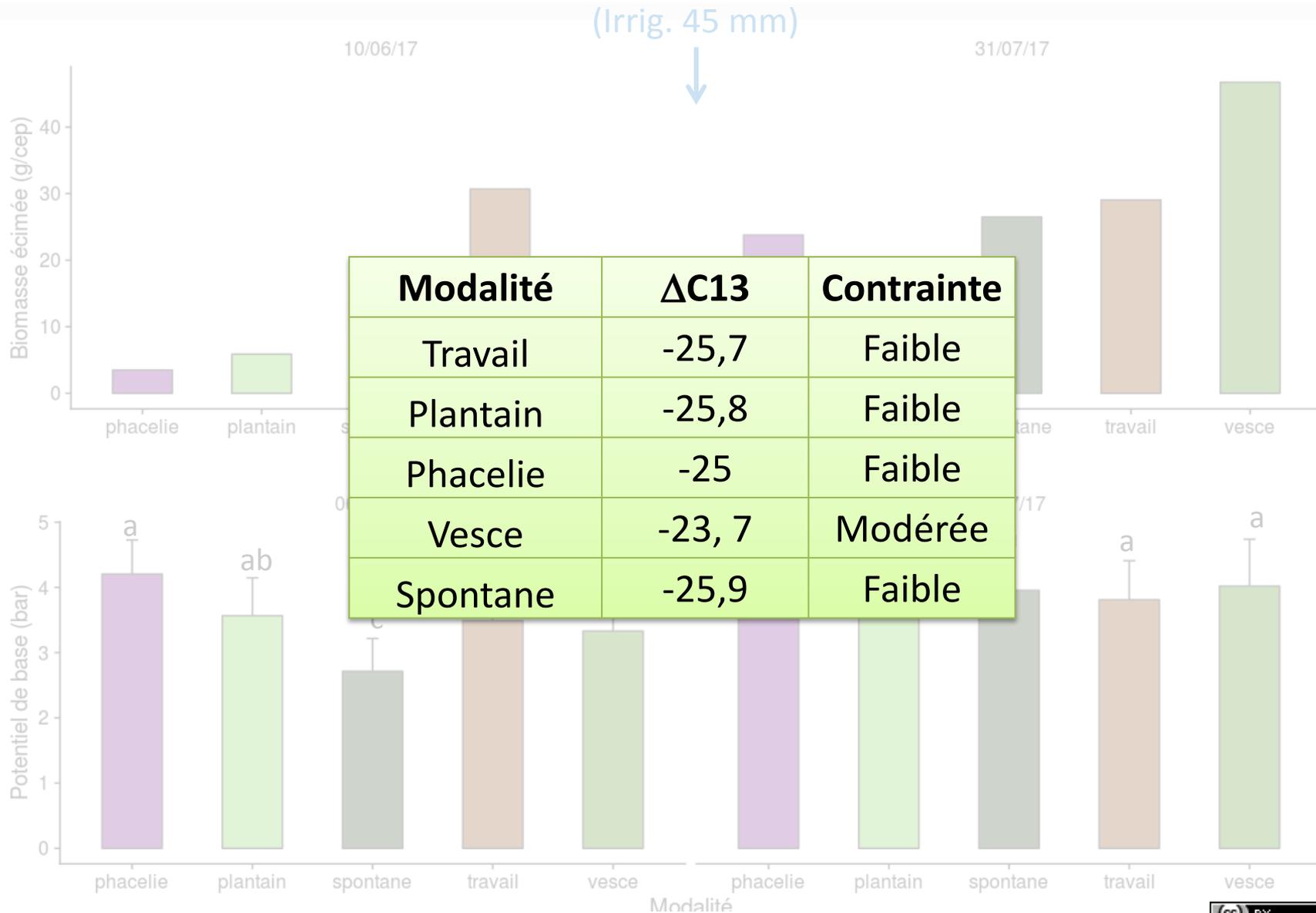
↑
Flo.

↑
Ver.

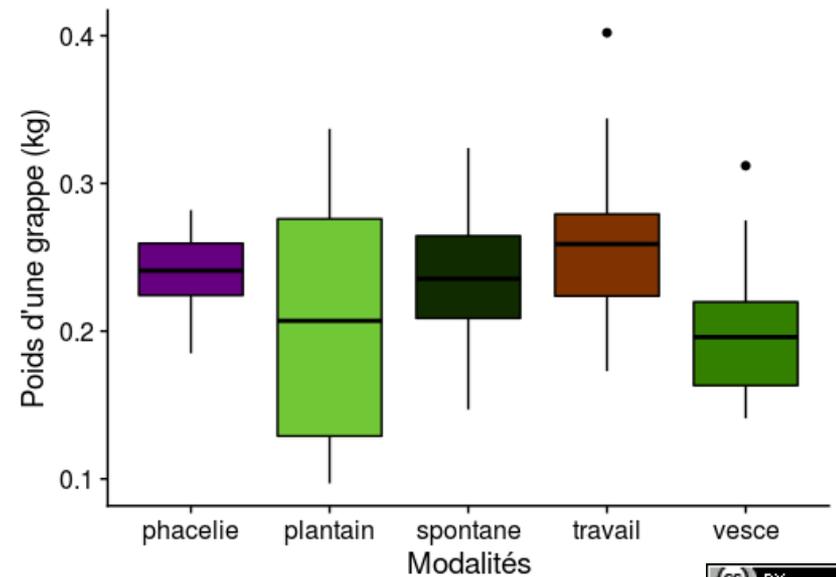
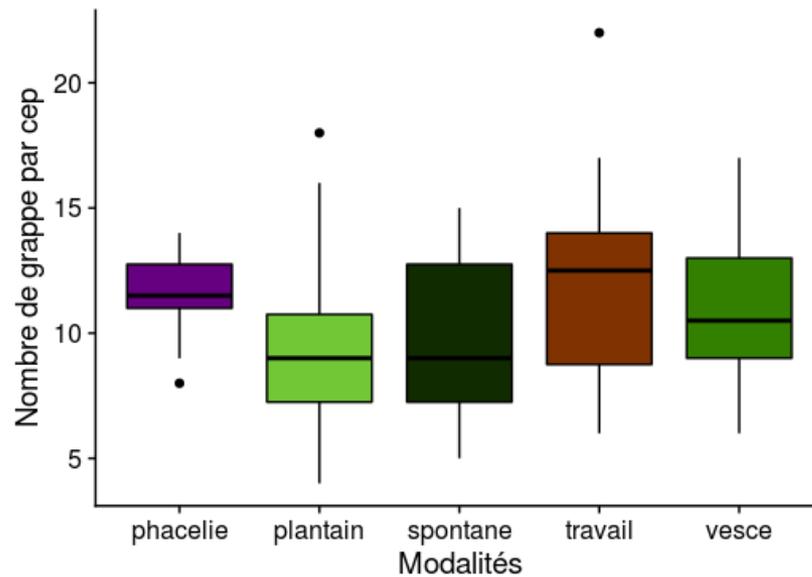
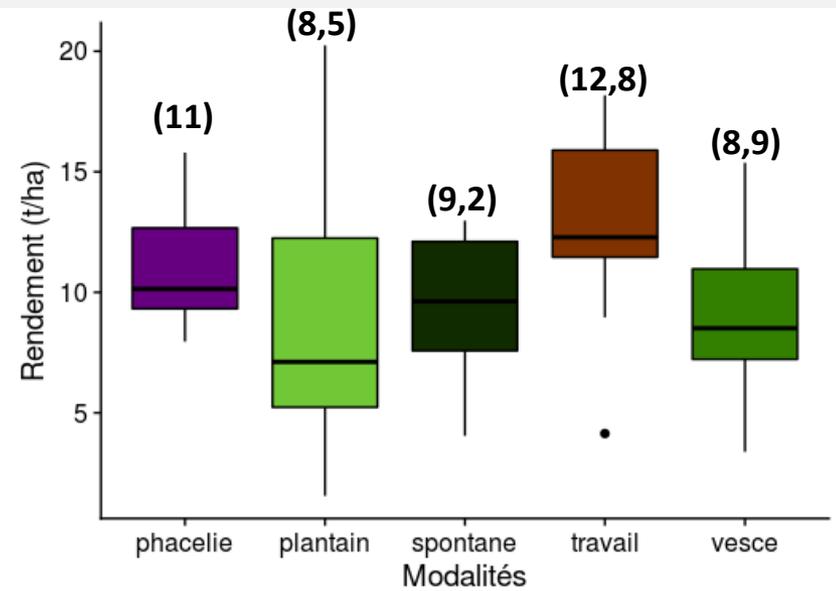
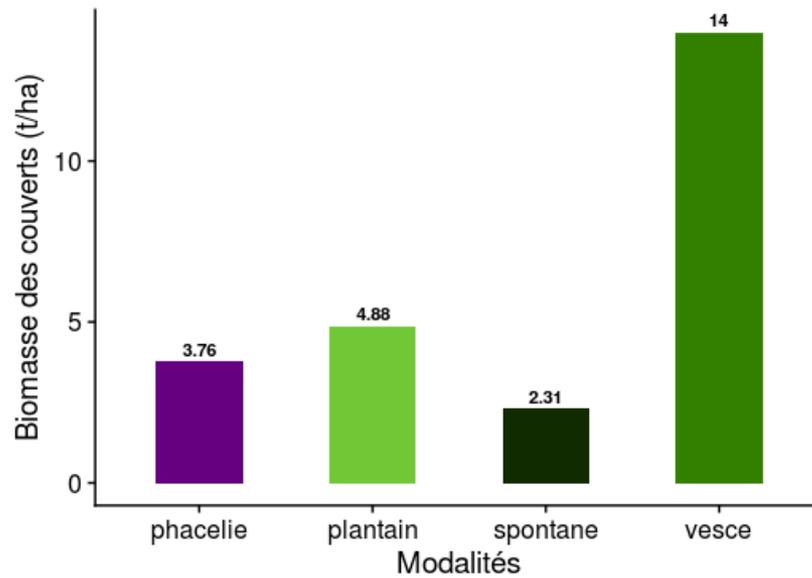
Vigueur et contrainte hydrique



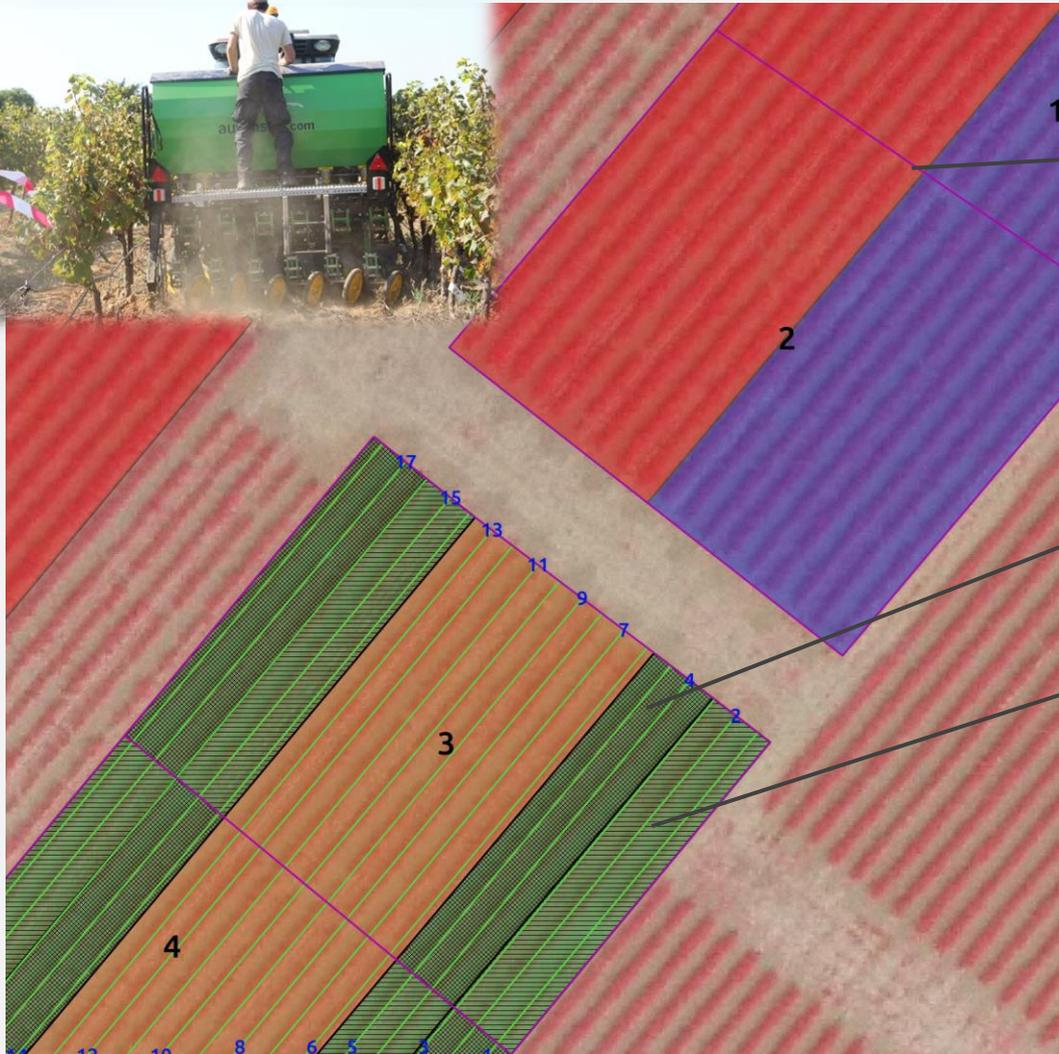
Vigueur et contrainte hydrique



Fortes différences de biomasse pour un RDT équivalent



Pilotage d'un engrais vert



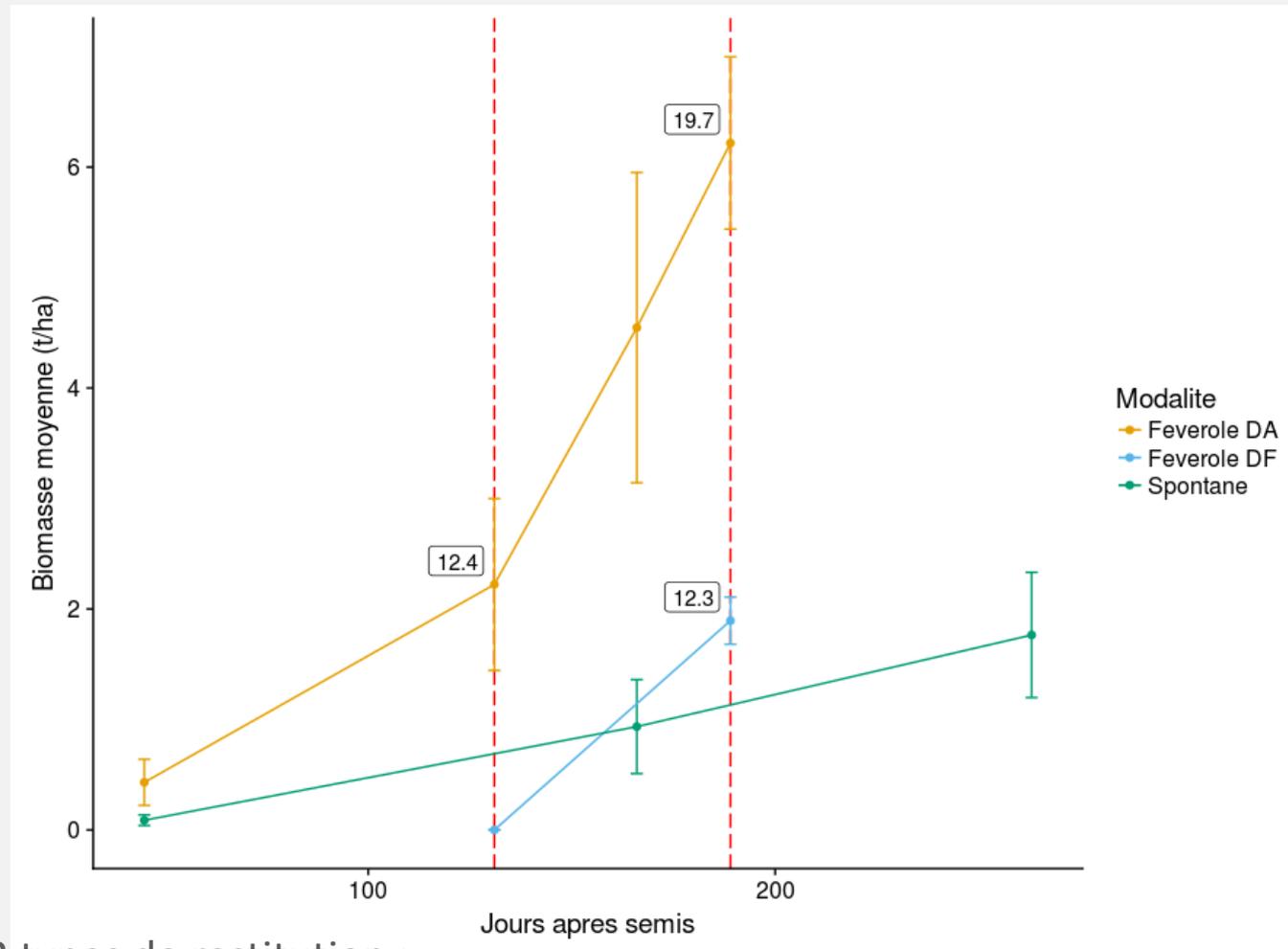
→ Témoign spontané

Féverole « DF »
Destruction février
Repousse
Destruction avril

Féverole « DA »
Destruction avril



Restitutions de biomasse contrastées

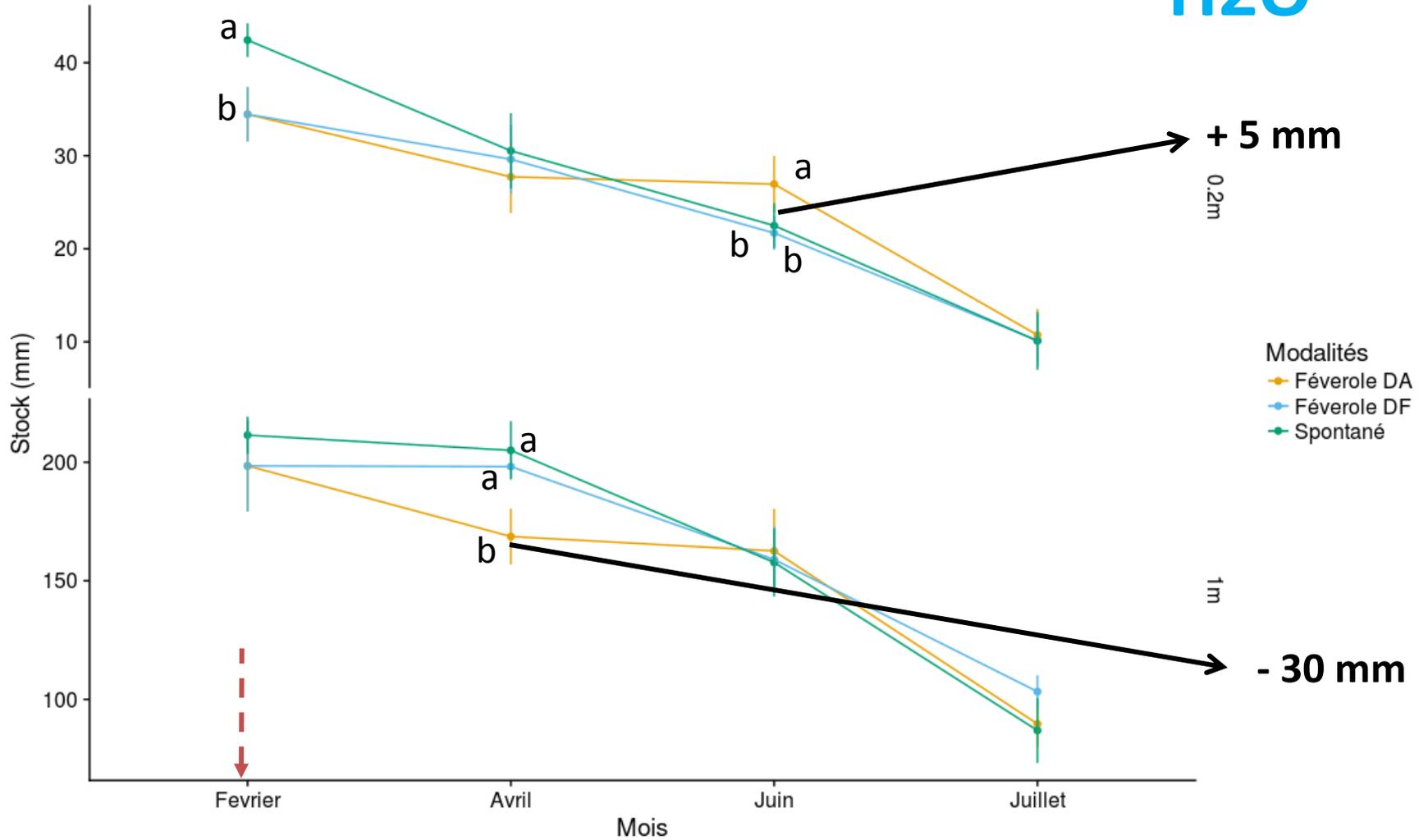


2 types de restitution :

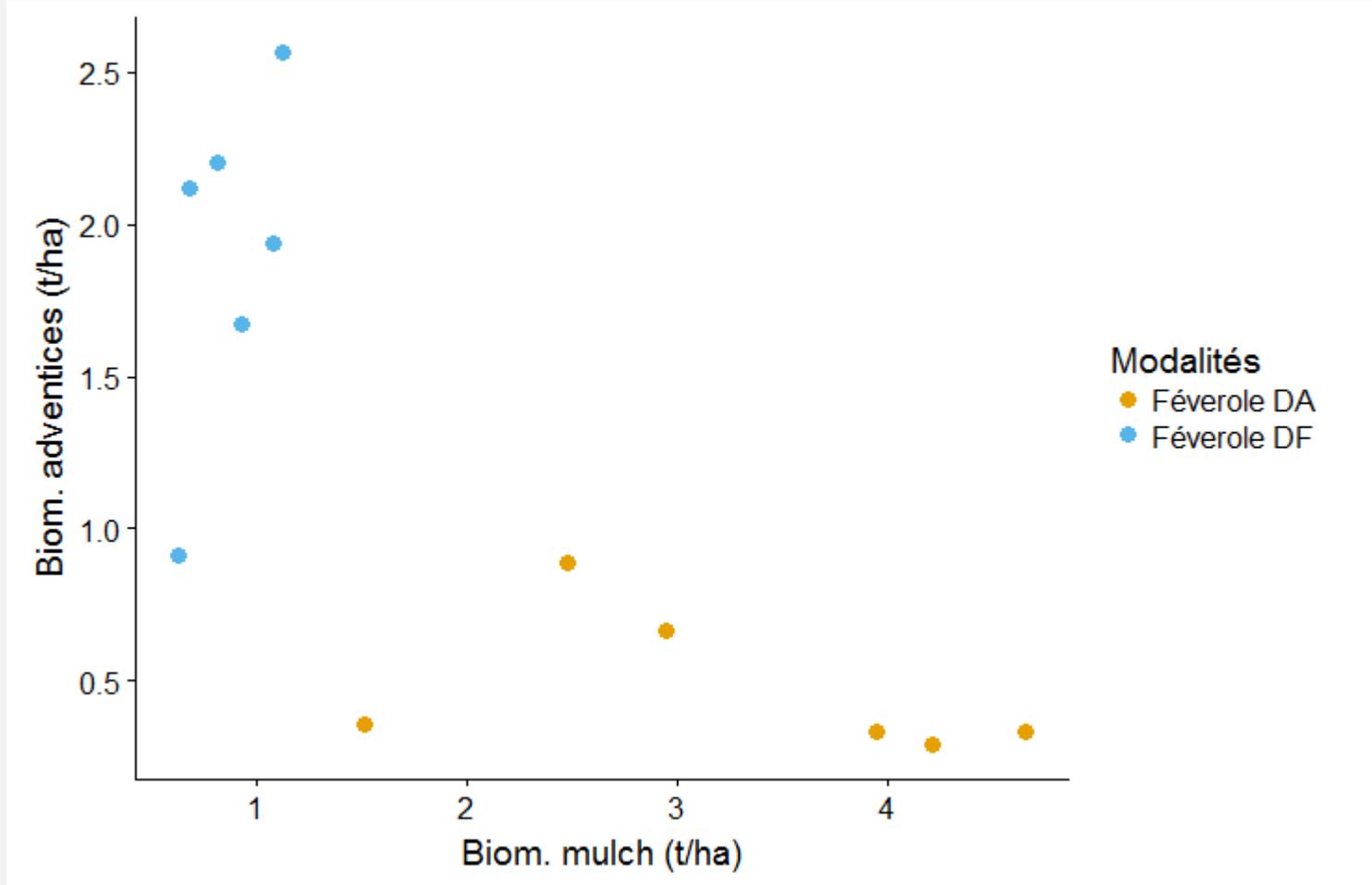
- 2 apports ~2 tMS, C/N = 12
- 1 apport ~6 tMS, C/N = 20

Dynamique d'assèchement des profils

H2O

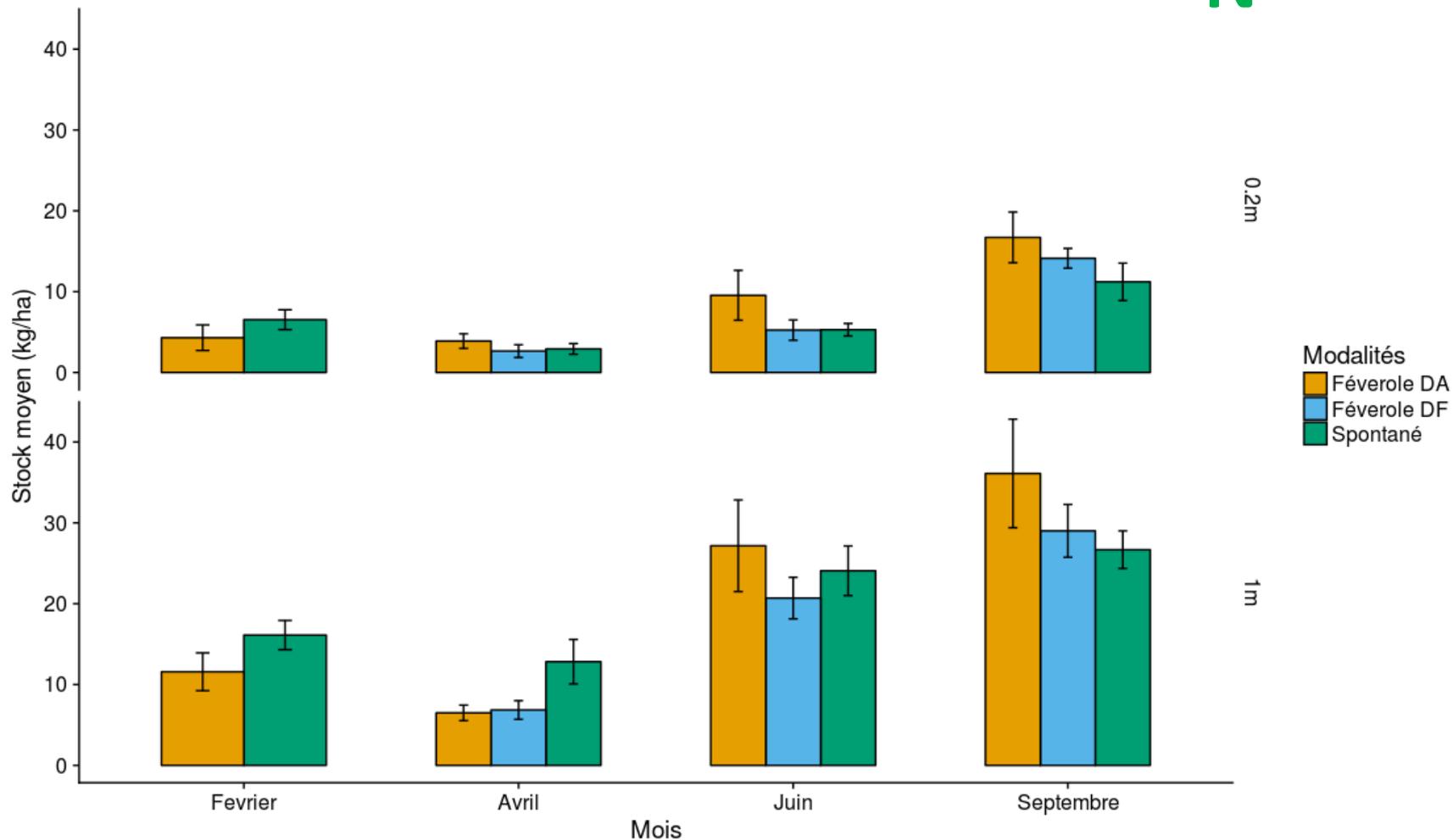


Contrôle des adventices

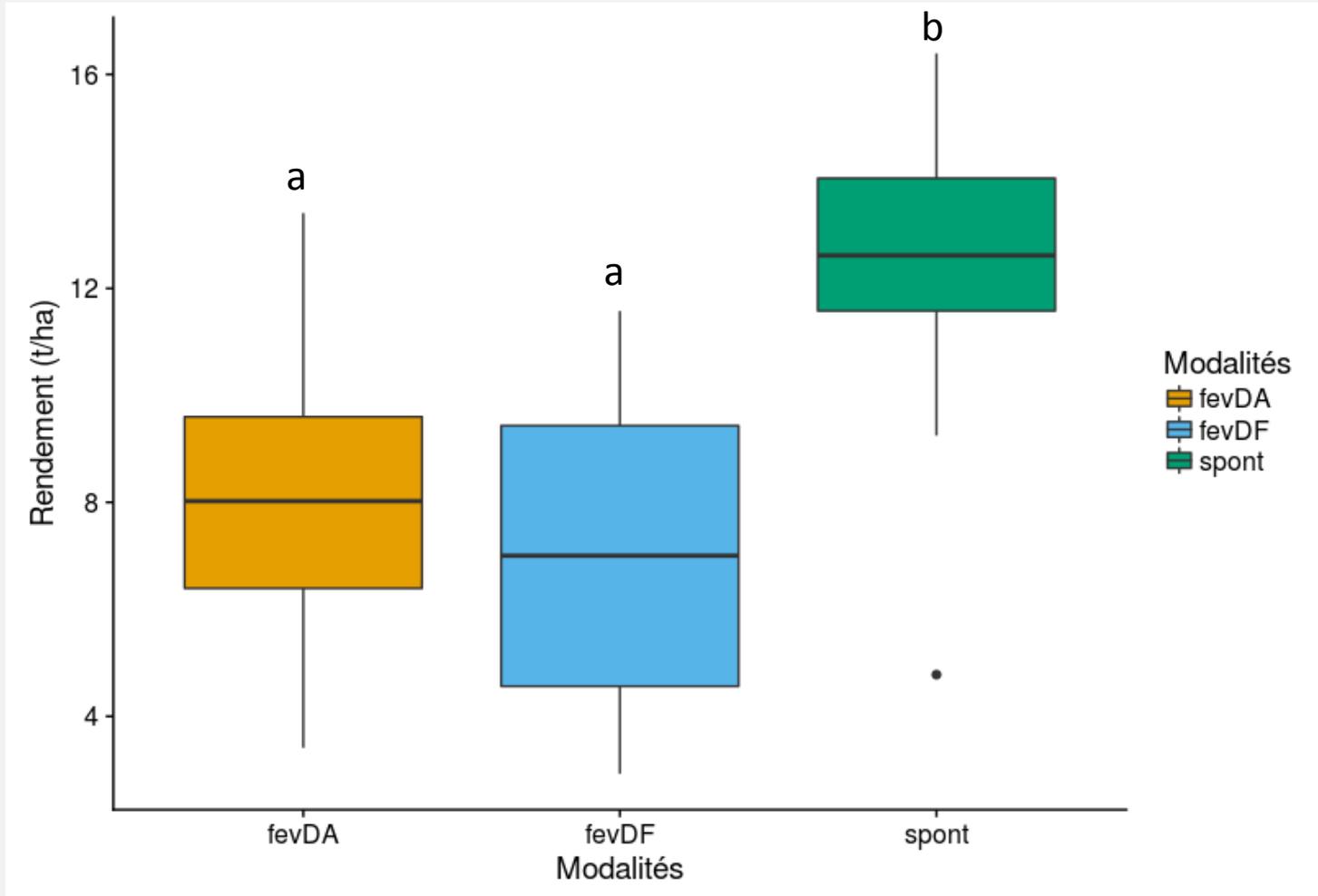


Dynamique de minéralisation

N



Rendements



Éléments de conclusion

- Nombreux services rendus par les CS
- Risques de dysservices (ex: compétition H₂O, N)

Choix des services

Temporalité

Niveau de compromis

Gestion des cultures de services

- Objectifs/contraintes
- Stratégie
- Gestion tactique

- Approche relativement générique (arboriculture, grandes cultures...)



CIMS : Des Cultures Intermédiaires Multi-Services pour une production agroécologique performante

4 & 5 octobre 2017 - Toulouse (Auzeville)

=> Nombreuses perspectives de recherche sur la gestion des cultures de services

Merci pour votre attention



Alletto, L., Coquet, Y., Benoit, P., Heddadj, D., Barriuso, E., 2010. Tillage management effects on pesticide fate in soils. A review. *Agron. Sustain. Dev.* 30, 367–400. <https://doi.org/10.1051/agro/2009018>

Baumgartner, K., Steenwerth, K.L., Veilleux, L., 2008. Cover-Crop Systems Affect Weed Communities in a California Vineyard. *Weed Sci.* 56, 596–605. <https://doi.org/10.1614/WS-07-181.1>

Belmonte, S.A., Celi, L., Stanchi, S., Said-Pullicino, D., Zanini, E., Bonifacio, E., 2016. Effects of permanent grass versus tillage on aggregation and organic matter dynamics in a poorly developed vineyard soil. *Soil Res.* 54, 797–808. <https://doi.org/10.1071/SR15277>

Castillo, P., Rapoport, H.F., Rius, J.E.P., Díaz, R.M.J., 2008. Suitability of weed species prevailing in Spanish vineyards as hosts for root-knot nematodes. *Eur. J. Plant Pathol.* 120, 43–51. <https://doi.org/10.1007/s10658-007-9195-8>

Celette, F., Findeling, A., Gary, C., 2009. Competition for nitrogen in an unfertilized intercropping system: The case of an association of grapevine and grass cover in a Mediterranean climate. *Eur. J. Agron.* 30, 41–51. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2008.07.003>

Celette, F., Gary, C., 2013. Dynamics of water and nitrogen stress along the grapevine cycle as affected by cover cropping. *Eur. J. Agron.* 45, 142–152. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2012.10.001>

Celette, F., Gaudin, R., Gary, C., 2008. Spatial and temporal changes to the water regime of a Mediterranean vineyard due to the adoption of cover cropping. *Eur. J. Agron.* 29, 153–162. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2008.04.007>

Coll, P., Le Cadre, E., Blanchart, E., Hinsinger, P., Villenave, C., 2011. Organic viticulture and soil quality: A long-term study in Southern France. *Appl. Soil Ecol.* 50, 37–44. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2011.07.013>

Coppens, F., Merckx, R., Recous, S., 2006. Impact of crop residue location on carbon and nitrogen distribution in soil and in water-stable aggregates. *Eur. J. Soil Sci.* 57, 570–582. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2389.2006.00825.x>

Dabney, S.M., Delgado, J.A., Reeves, D.W., 2001. Using winter cover crop to improve soil and water quality. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 32, 1221–1250. <https://doi.org/10.1081/CSS-100104110>

Damour, G., Dorel, M., Quoc, H.T., Meynard, C., Risède, J.M., 2014. A trait-based characterization of cover plants to assess their potential to provide a set of ecological services in banana cropping systems. *Eur. J. Agron.* 52, 218–228. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2013.09.004>

Damour, G., Garnier, E., Navas, M.L., Dorel, M., Risède, J.-M., 2015. Using functional traits to assess the services provided by cover plants: a review of potentialities in banana cropping systems. *Adv. Agron.* 134, 81–133. <https://doi.org/10.1016/j.physe.2011.05.011>

Fourie, J.C., 2012. Soil management in the Breede River Valley wine grape region, South Africa. 4. Organic matter and macro-nutrient content of a medium-textured soil. *South African J. Enol. Vitic.* 33, 105–114. <https://doi.org/10.21548/33-1-1312>

Frey, H., 2016. Analyse des pratiques d'enherbement des viticulteurs et formalisation des règles de décision utilisées pour le pilotage. Montpellier Supagro - UMR System, France, Montpellier.

Gago, P., Cabaleiro, C., García, J., 2007. Preliminary study of the effect of soil management systems on the adventitious flora of a vineyard in northwestern Spain. *Crop Prot.* 26, 584–591. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2006.05.012>

García-Ruiz, J.M., 2010. The effects of land uses on soil erosion in Spain: A review. *Catena* 81, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2010.01.001>

Gaudin, R., Celette, F., Gary, C., 2010. Contribution of runoff to incomplete off season soil water refilling in a Mediterranean vineyard. *Agric. Water Manag.* 97, 1534–1540. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2010.05.007>

Goulet, E., Dousset, S., Chaussod, R., Bartoli, F., Doledec, A.F., Andreux, F., 2004. Water-stable aggregates and organic matter pools in a calcareous vineyard soil under four soil-surface management systems. *Soil Use Manag.* 20, 318–324. <https://doi.org/10.1111/j.1475-2743.2004.tb00376.x>

Guilpart, N., Roux, S., Gary, C., Metay, A., 2017. The trade-off between grape yield and powdery mildew regulation in vineyards depends on inter-annual variations in water stress. *Agric. For. Meteorol.* 234–235, 1–16. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2016.12.023>

Hanna, R., Zalom, F.G., Roltsch, W.J., 2003. Relative impact of spider predation and cover crop on population dynamics of *Erythroneura variabilis* in a raisin grape vineyard. *Entomol. Exp. Appl.* 107, 177–191. <https://doi.org/10.1046/j.1570-7458.2003.00051.x>

Le Bissonnais, Y., Andrieux, P., 2007. Impact des modes d'entretien de la vigne sur le ruissellement, l'érosion et la structure des sols: Mécanismes et résultats expérimentaux. *Progrès Agric. Vitic.* 124, 191–196.

Le Bissonnais, Y., Lecomte, V., Cerdan, O., 2004. Grass strip effects on runoff and soil loss. *Agronomie* 24, 129–136. <https://doi.org/10.1051/agro:2004010>

Novara, A., Gristina, L., Saladino, S.S., Santoro, A., Cerdà, A., 2011. Soil erosion assessment on tillage and alternative soil managements in a Sicilian vineyard. *Soil Tillage Res.* 117, 140–147. <https://doi.org/10.1016/j.still.2011.09.007>

Patrick, A.E., Smith, R., Keck, K., Berry, A.M., 2004. Grapevine uptake of ¹⁵N-labeled nitrogen derived from a winter-annual leguminous cover-crop mix. *Am. J. Enol. Vitic.* 55, 187–190.

Polge de Combret-Champart, L., Guilpart, N., Mérot, A., Capillon, A., Gary, C., 2013. Determinants of the degradation of soil structure in vineyards with a view to conversion to organic farming. *Soil Use Manag.* 29, 557–566. <https://doi.org/10.1111/sum.12071>

Ripoche, A., Celette, F., Cinna, J.P., Gary, C., 2010. Design of intercrop management plans to fulfil production and environmental objectives in vineyards. *Eur. J. Agron.* 32, 30–39. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2009.05.005>

Ripoche, A., Rellier, J.-P., Martin-Clouaire, R., Paré, N., Biarnès, A., Gary, C., 2011. Modelling adaptive management of intercropping in vineyards to satisfy agronomic and environmental performances under Mediterranean climate. *Environ. Model. Softw.* 26, 1467–1480. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2011.08.003>

Salomé, C., Coll, P., Lardo, E., Metay, A., Villenave, C., Marsden, C., Blanchart, E., Hinsinger, P., Le Cadre, E., 2016. The soil quality concept as a framework to assess management practices in vulnerable agroecosystems: A case study in Mediterranean vineyards. *Ecol. Indic.* 61, 456–465. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.09.047>

Steenwerth, K.L., Calderon-Orellana, A., Hanifin, R.C., Storm, C., McElrone, A.J., 2016. Effects of various vineyard floor management techniques on weed community shifts and grapevine water relations. *Am. J. Enol. Vitic.* 67, 153–162. <https://doi.org/10.5344/ajev.2015.15050>

Tribouillois, H., Cohan, J.-P.P., Justes, E., 2016. Cover crop mixtures including legume produce ecosystem services of nitrate capture and green manuring: assessment combining experimentation and modelling. *Plant Soil* 401, 347–364. <https://doi.org/10.1007/s11104-015-2734-8>

Valdés-Gómez, H., Gary, C., Cartolaro, P., Lolas-Caneo, M., Calonnec, A., 2011. Powdery mildew development is positively influenced by grapevine vegetative growth induced by different soil management strategies. *Crop Prot.* 30, 1168–1177. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2011.05.014>

Violette, C., Navas, M.-L., Vile, D., Kazakou, E., Fortunel, C., Hummel, I., Garnier, E., 2007. Let the concept of trait be functional! *Oikos* 116, 882–892. <https://doi.org/10.1111/j.0030-1299.2007.15559.x>

Wassenaar, T., Andrieux, P., Baret, F., Robbez-Masson, J.M., 2005. Soil surface infiltration capacity classification based on the bi-directional reflectance distribution function sampled by aerial photographs. The case of vineyards in a Mediterranean area. *Catena* 62, 94–110. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2005.05.004>

Zhang, W., Ricketts, T.H., Kremen, C., Carney, K., Swinton, S.M., 2007. Ecosystem services and dis-services to agriculture. *Ecol. Econ.* 64, 253–260. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.02.024>