

Comment calculer les besoins en eau d'un vignoble ?

Document présentant un exemple de mode de calcul et de son raisonnement

Anne Pellegrino et Alain Deloire (L'institut Agro)

Anne.pellegrino@supagro.fr; alain.deloire@supagro.fr

05 Octobre 2021



Calcul des besoins en eau d'un vignoble à partir de l'évapotranspiration de référence et raisonnement associé

Anne Pellegrino et Alain Deloire
Université de Montpellier, L'institut Agro

Dans le contexte des dérèglements climatiques observés à l'échelle de la planète, la viticulture n'est pas épargnée (GIEC, 2021). Le changement climatique se traduit notamment par une modification de la distribution et de l'intensité des pluies sur l'année et l'augmentation de l'évapotranspiration potentielle en climat méditerranéen (Laget *et al.*, 2008). A ce titre la question de la consommation en eau d'un vignoble par rapport à des objectifs de rendement et de profils aromatiques des vins doit être posée afin d'optimiser les pratiques culturales (vie des sols et matière organique, système de conduite de la vigne, irrigation...). Le présent article illustre le calcul de la consommation en eau d'un vignoble basé sur l'évapotranspiration potentielle (ETp), corrigée par le coefficient cultural de la vigne (kc) et appliquant un coefficient de contrainte hydrique (ks). Pour ce faire le raisonnement développé est basé sur des exemples hypothétiques décrits dans le texte.

Pour produire un litre de moût il faut entre 250-350 litres d'eau au vignoble de débourrement à vendange.

Ce calcul est basé sur l'évapotranspiration potentielle (ETp), résultant des données climatiques (Rayonnement, déficit de saturation de l'air, vent), et de coefficients intégrant les spécificités de transpiration de la vigne en terme de surface transpirante (coefficient cultural, kc) et de régulation stomatique (coefficient de stress, ks).

A ce titre il faut disposer des données d'ETp cumulées par **stade phénologique** (débourrement-floraison ; Floraison/nouaison-véraison (ramollissement du fruit); véraison-vendange) pour pouvoir faire des calculs précis pour une région viticole (macroclimat) ou un vignoble/groupe de vignobles (mésoclimat) identifiés.

Partons sur deux chiffres hypothétiques pour notre calcul et prenons le cas d'un vignoble avec **une densité de 5000 pieds par hectare (deux mètres entre rangs et un mètre sur le rang) conduit en Espalier (Vertical Shoot Positioning-VSP ; hauteur de végétation d'un mètre) :**

- Une production moyenne de **80 hectolitres/hectare de « moûts »** (cas d'une production IGP de vin rosé par exemple)

Comment calculer les besoins en eau d'un vignoble ?

Document présentant un exemple de mode de calcul et de son raisonnement

Anne Pellegrino et Alain Deloire (L'institut Agro)

Anne.pellegrino@supagro.fr; alain.deloire@supagro.fr

05 Octobre 2021

- Une moyenne de **300 litres d'eau sur le cycle de la vigne** (débourrement à vendange) pour que la vigne produise un litre de moût (ce chiffre est issu d'un calcul utilisant l'ETp multiplié par le coefficient cultural sans contrainte hydrique, c'est-à-dire sans ks).

8000 litres de « moûts » par hectare nécessitent donc :

$$\Rightarrow 300 \text{ litres d'eau} \times 8000 = 2400000 \text{ litres d'eau/hectare/cycle}$$

1mm = 1 litre/m² = 10 m³/ha d'eau donc 2400000 litres/ha = 2400 m³/ha soit 240 mm

Les besoins en eau par pied sont donc :

$$\Rightarrow 2400000/5000 = 480 \text{ litres d'eau/pied/cycle (débourrement-vendange)}$$

Il faut aussi tenir compte dans un **bilan hydrique** et pour gérer l'irrigation des trois données suivantes (figure 1) :

- Du **niveau de remplissage de la réserve utile du sol** au débourrement (mm)
- Du **cumul de pluie** sur le cycle de la vigne et leur **répartition/distribution** par stades phénologiques (mm)
- De la surface transpirante (kc) et les périodes de déficit hydriques potentiellement ciblées (ks)

Lors du calcul des besoins en eau de la vigne à partir de l'ETp, il faut donc appliquer le **coefficient cultural** qui peut être approximé à partir de la hauteur de la haie foliaire (H) et de l'écartement entre rangs (E) :

$$\Rightarrow kc = 0,9H/E$$

Bien sûr la hauteur de la haie foliaire varie en fonction des stades phénologiques, donc il faudra prendre un H moyen entre deux stades phénologiques (c'est une cote mal taillée mais c'est mieux que rien !).

Pour le calcul et pour démontrer le raisonnement, nous ciblons volontairement une période du cycle de développement de la vigne à partir de laquelle en principe la hauteur de la haie foliaire (H) est fixée. En approximant que l'ETp journalière soit de 5 mm/jour de véraison à vendange (période cruciale, ca. 45 jours ; Bloesch *et al.*, 2009), et que la valeur de kc sur cette période soit de 0,45 (H=1m, E=2m selon l'exemple ci-dessus), la **transpiration maximale cumulée (Tm)** de la vigne peut alors être calculée comme suit :

$$\Rightarrow Tm = 45 \text{ jours} \times 5 \text{ mm / jour} \times 0.45 = 101 \text{ mm,}$$

En général et en **irrigation de précision**, il est appliqué un **coefficient de stress (ks)** de 0,5 car sauf vignobles à très haut rendement, on n'irrigue jamais à 100% de la transpiration maximale.

Comment calculer les besoins en eau d'un vignoble ?

Document présentant un exemple de mode de calcul et de son raisonnement

Anne Pellegrino et Alain Deloire (L'institut Agro)

Anne.pellegrino@supagro.fr; alain.deloire@supagro.fr

05 Octobre 2021

A ce titre, la **transpiration réelle cumulée (Tr)** de la vigne peut alors être calculée comme suit :

$$\Rightarrow Tr = T_m \times 0.5 = 51 \text{ mm},$$

Soit 510 m³/ha ou 510 000 litres/ha ou 510000/5000 ceps = 102 litres par cep de début véraison à vendange (le nombre de jours de véraison à vendange est flexible en fonction de l'interaction climat x cépage x styles de vin souhaités);

\Rightarrow 102 litres à répartir sur une période d'environ 45 jours, à savoir un besoin potentiel de 2,25 litres par cep/jour.

En conclusion, le besoin de 250-350 litres d'eau au vignoble de débournement à vendange pour produire un litre de moût correspond à une demande pour avoir une transpiration maximale. Cette demande maximale doit être corrigée/ajustée avec le ks car il est rare d'irriguer à 100% de la transpiration maximale, notamment de début véraison à vendange. Dans notre exemple et sans l'application du ks, la consommation en eau aurait été de 4.5 litres par cep au lieu de 2,25 l avec ks. Le choix du coefficient de stress est flexible en terme d'intensité (% de réduction de la transpiration maximale) et de durée (stades phénologiques) (Torres et al, 2021, a, b).

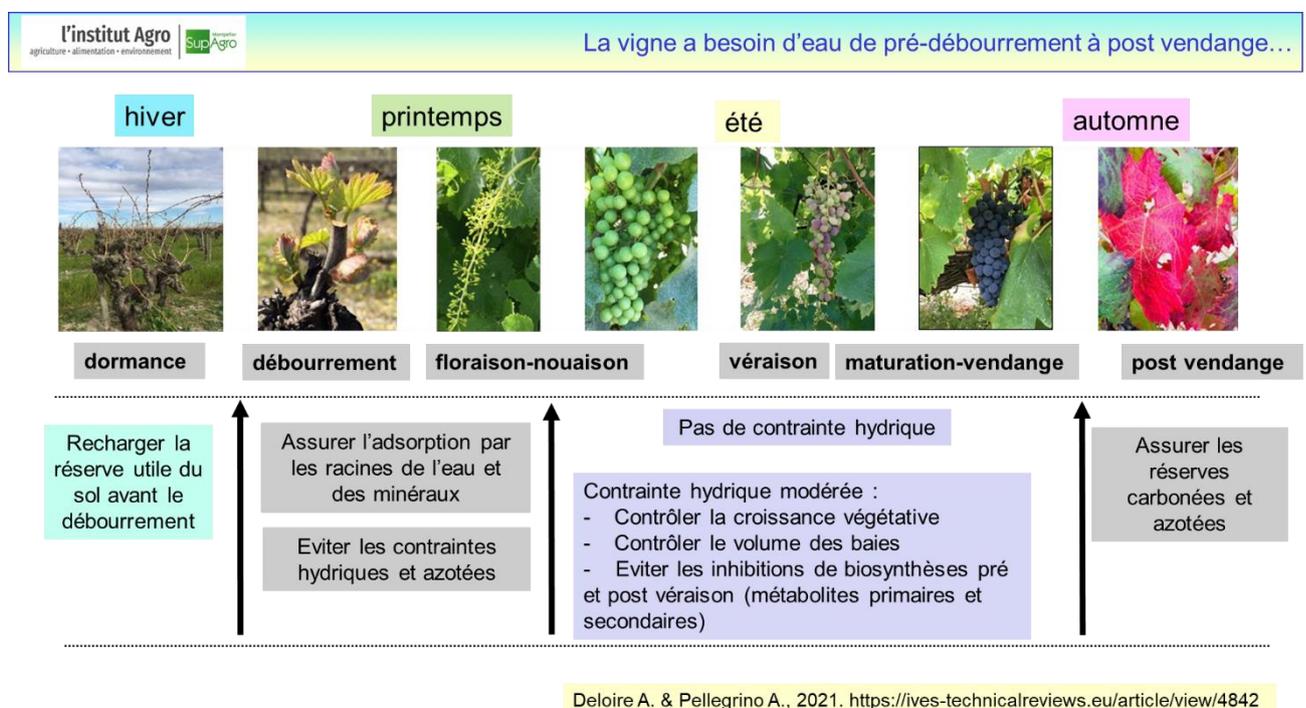


Figure 1 : La vigne a besoin d'eau sur l'ensemble de son cycle annuel y compris post débournement et pré vendange (Deloire et Pellegrino, 2021).

Comment calculer les besoins en eau d'un vignoble ?

Document présentant un exemple de mode de calcul et de son raisonnement

Anne Pellegrino et Alain Deloire (L'institut Agro)

Anne.pellegrino@supagro.fr; alain.deloire@supagro.fr

05 Octobre 2021

Bibliographie (pour aller plus loin sur la vigne et l'eau)

Bloesch B., Viret O., Fabre A.L., Et Spring J.L., (2009). *Evolution climatique et phénologie de la vigne de 1958 à nos jours*, *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* Vol. 41 (3): 143-149.

Carbonneau A., Torregrosa L., Deloire A., Pellegrino A., Pantin F., Romieu C., Ojeda H., Jaillard B., Méty A., Abbal P., (2020). *Traité de la Vigne, Physiologie-Terroir-Culture*, Dunod, Editeur, Paris, France, ISBN 978-2-10-079857-5, 689 p.

Costa J.M., Vaz M., Escalona J.M., Egipto R., Lopes C.M., Medrano H., Chaves M.M., (2020). Water as a critical issue for viticulture in southern Europe : sustainability vs competitiveness, *IVES Technical Reviews*, <https://doi.org/10.20870/IVES-TR.2019.3182>

Deloire A., and Pellegrino A., (2021). Review of vine water deficit. What levers for the vineyard in the short and medium term? *IVES Technical Review*, <https://doi.org/10.20870/IVES-TR.2021.4842>

Deloire A., Rogiers S., Šuklje K., Antalick G., Zeyu X., Pellegrino A., (2020), Grapevine berry shrivelling, water loss and cell death: an increasing challenge for growers in the context of climate change, *IVES Technical reviews*, <https://doi.org/10.20870/IVES-TR.2021.4615>

Deloire A., Carbonneau A., Wang Z., Ojeda H., (2004). Vine and Water, a short review, *J. Int. Sci. Vigne vin*, 38, 1, 1 – 13.

Gambetta G.A., Herrera J.C., Dayer S., Feng Q., Hochberg U., and Simone D. Castellarin S.D., (2020). The physiology of drought stress in grapevine: towards an integrative definition of drought tolerance, *Journal of Experimental Botany*, Vol. 71, No. 16 pp. 4658–4676, [doi:10.1093/jxb/eraa245](https://doi.org/10.1093/jxb/eraa245)

Laget F., Tondut J.L., Deloire A., Kelly M.T., (2008). *Climate trends in a specific mediterranean viticultural area between 1950 and 2006*. *J. Int. Sci. Vigne vin*, 42, 3, 113-123.

Lu P., Yanusa I.A.M., Walker R.R., Muller W.J., (2003). *Regulation of canopy conductance and transpiration and their modelling in irrigated grapevine*, *Functional Plant Biology*, 30, 689-698.

Medrano H., Escalona J.M., Cifre J., Bota J., Flexas J., (2003). *A ten-year study on the physiology of two Spanish grapevine cultivars under field conditions: effects of water availability from leaf photosynthesis to grape yield and quality*, *Functional Plant Biology*, 30, 607-619.

Ojeda H., Deloire A., Carbonneau A., (2001). Influence of water deficits on grape berry growth. *Vitis*, 40 (3), 141 – 145.

Pellegrino A., Lebon E., Simonneau T. And Wery J., (2005). Toward a simple indicator of water stress in grapevine (*Vitis vinifera* L.) based on the differential sensitivities of vegetative

Comment calculer les besoins en eau d'un vignoble ?

Document présentant un exemple de mode de calcul et de son raisonnement

Anne Pellegrino et Alain Deloire (L'institut Agro)

Anne.pellegrino@supagro.fr; alain.deloire@supagro.fr

05 Octobre 2021

growth components. *Aust. J. Grape Wine Res.*, 11, 306-315.

Pellegrino A., Gozé E., Lebon E. And Wery J., (2006). A model-based diagnosis tool to evaluate the water stress experienced by grapevine in field sites. *Europ. J. Agronomy*, 25, 49-59.

Rapport du GIEC, Résumé pour les décideurs, (2021):

https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SPM.pdf

Scholasch T., and Rienth M., (2019). Review of water deficit mediated changes in vine and berry physiology; Consequences for the optimization of irrigation strategies, *OENO One*, 3, 423-444, DOI: 10.20870/oenone.2019.53.3.2329

Sorek Y., Greenstein S., Netzer Y., Shtein I., Jansen S., and Uri Hochberg U., (2021). An increase in xylem embolism resistance of grapevine leaves during the growing season is coordinated with stomatal regulation, turgor loss point and intervessel pit membranes, *New Phytologist*, 229: 1955–1969

Torres N., Yu R., Martínez-Lüscher J., Kostaki E., and Kurtural S.K., (2021)a. Effects of Irrigation at Different Fractions of Crop Evapotranspiration on Water Productivity and Flavonoid Composition of Cabernet Sauvignon Grapevine, *Frontiers in Plant Science*, Volume 12 | Article 712622

Torres N., Yu R., Martínez-Lüscher J., Kostaki E., and Kurtural S.K., (2021)b. Application of Fractions of Crop Evapotranspiration Affects Carbon Partitioning of Grapevine Differentially in hot climate, Article in *Frontiers in Plant Science* · January 2021, DOI: 10.3389/fpls.2021.633600

Van Leeuwen C., Tregoat O., Choné X., Bois B., Pernet D., and Gaudillère J.P., (2009). Vine water status is a key factor in grape ripening and vintage quality for red bordeaux wine. How can it be assessed for vineyard, management purposes? *J. Int. Sci. Vigne Vin*, 2009, 43, N°3, 121-134

Van Leeuwen C. And Seguin G., (1994). Incidences de l'alimentation en eau de la vigne, appréciée par l'état hydrique du feuillage, sur le développement de l'appareil végétatif et la maturation du raisin (*Vitis vinifera* variété Cabernet franc, Saint-Émilion, 1990). *J. Int. Sci. Vigne Vin*, 28, 81-110

Wang Z., Deloire A., Carbonneau A., Federspiel B., Lopez F., (2003). Study of Sugar Phloem Unloading in Ripening Grape Berry under Water Stress conditions. *J. Int. Sci. Vigne vin*, 37, 4, 213 – 222.

Williams L.E., Ayars J.E., (2005). Grapevine water use and the crop coefficient are linear functions of the shaded area measured beneath the canopy, *Agricultural and Forest Meteorology*, 132, 201-211.