

VOLTRON

Section IA

*Intégration Penman-Monteith et
calcul d'irrigation*

Version	Date	Auteur	Statut
1.0	04/07/2023	CLAVIER Eliott	Initialisation
1.1	10/07/2023	CLAVIER Eliott	Modification de la méthode de calcul
1.2	23/07/2023	CLAVIER Eliott	Ajout partie "Résultats et observations"

Données	4
Méthode de calcul	4
Situation de l'étude	4
Evapotranspiration potentielle (ETP)	4
"Crop Coefficient" (Kc)	4
Irrigation requise (en mm)	5
Résultats et observations	6

Données

La construction de notre système permettant d'indiquer l'irrigation nécessaire sur une zone donnée selon des données météorologiques journalières se base sur un jeu de données des données météorologiques sur le territoire français entre 2014 et 2021 accessible depuis [le lien suivant](#).

Le but est de faire corrélér l'ensemble des données météorologiques à notre disposition afin d'obtenir une colonne "Irrigation nécessaire (exprimé en mm)" qui contiendra la donnée à afficher sur l'interface prévue. Cette colonne peut être calculée grâce à deux données elles-mêmes obtenues par le calcul.

Méthode de calcul

Situation de l'étude

Ci-dessous, plusieurs choix ont été effectué afin de limiter le périmètre de l'étude dans la réalisation d'un prototype:

- La variété de vigne des vignobles du client est la ***Vitis Vinifera***
- Une saison viticole s'étend de **mars à septembre**
- Les besoins totaux en eau d'une vigne pendant une saison de croissance varient entre **500 et 1200 mm** (1 mm = 1 litre d'eau par mètre carré)
- N'ayant pas à disposition de donnée concernant l'humidité dans l'air, on ignore la donnée dans nos calculs en considérant que l'humidité est aléatoirement variable

Evapotranspiration potentielle (ETP)

La première colonne devant être calculée est "Evapotranspiration potentielle"; elle est calculable grâce à une librairie Python "penmon" qui intègre l'équation de Penman-Monteith. Cette équation prend notamment en paramètre la radiation solaire, le vent moyen, la température moyenne et l'humidité relative et donne en sortie l'évapotranspiration potentielle en mm.

"Crop Coefficient" (Kc)

Le "Crop Coefficient" (Kc) est une valeur située **autour de 1** qui dépend du type de vigne étudiée et de la période de la saison.

Pour la *Vitis Vinifera*, les "crop coefficients" sont les suivants:

- Stade dormant: 0.2 - 0.3 (de novembre à mars)
- Débourrement et croissance des pousses: 0.5 - 0.7 (de mars à avril)
- Floraison: 0.8 - 1.0 (de mai à juin)
- Développement du fruit: 0.9 - 1.2 (de juin à août)
- Maturité: 0.6 - 0.9 (d'août à octobre)

Selon cette échelle, chaque mois a été associé à un “crop coefficient” optimal, minimal et maximal cohérents afin de calculer avec plus de précision les estimations d’irrigation selon différentes conjectures:

Mois	Crop coefficient min (Kc)	Crop coefficient optimal (Kc)	Crop coefficient max (Kc)
Janvier	0.2	0.25	0.3
Février	0.2	0.25	0.3
Mars	0.5	0.55	0.7
Avril	0.5	0.6	0.7
Mai	0.8	0.9	1.0
Juin	0.8	0.9	1.2
Juillet	0.9	1.1	1.2
Août	0.9	0.95	1.2
Septembre	0.6	0.7	0.9
Octobre	0.3	0.5	0.6
Novembre	0.2	0.25	0.3
Décembre	0.2	0.25	0.3

Irrigation requise (en mm)

L’irrigation requise est alors calculable en multipliant l’évapotranspiration potentielle (ETP) par le “crop coefficient” (Kc).

Résultats et observations

Afin de calculer facilement l'irrigation requise par jour et par lieu sur le jeu de données à notre disposition, une interface ainsi qu'un script ont été développés. Le script utilise une librairie Python nommée “**penmon**” qui intègre l'équation Penman-Monteith et qui prend en paramètres plusieurs valeurs météorologiques et géographiques, notamment:

- La latitude de la station météorologique
- L'altitude de la station météorologique
- La date du jour
- La température minimale et maximale en Celsius (pour calculer la température moyenne)
- La vitesse du vent
- Le taux de radiation solaire (calculable selon le taux d'ensoleillement à notre disposition)

La librairie permet également de fournir le taux d'humidité, mais la donnée n'étant pas à notre disposition, le calcul ignore cette valeur.

Search

Search for a vineyard and a date to get the weather conditions.

The latitude and altitude of the station are the coordinates of the weather station that is used on the selected vineyard.

Vineyard *	Latitude of the station *	Altitude of the station *	Date *
<input type="text" value="Bordeaux-merignac"/>	<input type="text" value="44.8448769"/>	<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="10/08/2018"/>

Extrait de l'interface permettant de lancer le calcul de l'irrigation nécessaire pour un vignoble et un jour donné

Le jeu de données ne nous fournissant pas la latitude et l'altitude de la station météorologique, ces données sont alors demandées en entrée, ainsi que le vignoble de notre choix (parmi la liste des villes présentes dans le jeu de données) et la date sur laquelle effectuer le calcul.

Results

Daily analysis

On this date, it is recommended to irrigate at the rate of	<i>Min. irrigation rate <u>required</u></i>
~ 4.313 mm	~ 4.086 mm
Depending on your irrigation cycle duration	<i>Max. irrigation rate <u>accepted</u></i>
	~ 5.448 mm

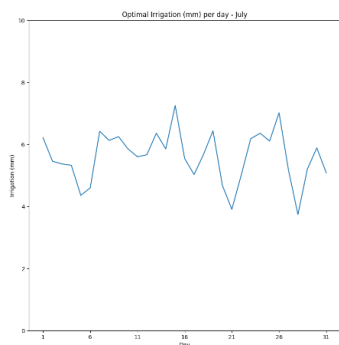
Extrait de l'interface affichant l'irrigation optimale, minimale requise et maximale acceptée pour une ville et un jour donné, basée sur le jeu de données connu

Une fois le calcul lancé, on obtient alors des résultats. Pour un jour d'août (10/08/2018), on obtient une irrigation d'environ 4.3 mm, ce qui semble être une valeur cohérente.

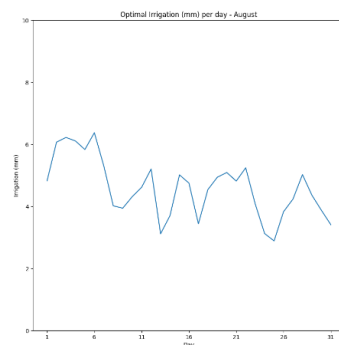
Monthly report

These graphs show the evolution of the irrigation rates computed on the current month and the previous and next months.

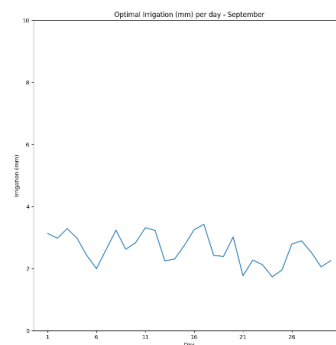
M-1



M



M+1



Extrait de l'interface affichant l'irrigation optimale par jour sur un mois, pour le mois actuel (mois de la recherche), le mois précédent et le mois suivant

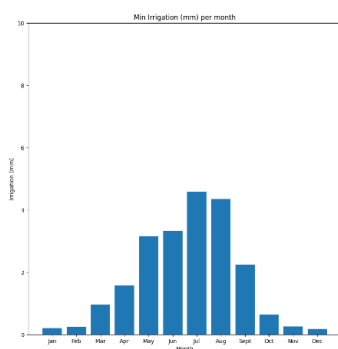
En observant les graphiques ci-dessous, on remarque une cohérence entre le “crop coefficient” et les données obtenues par calcul. En effet, le “crop coefficient” étant plus faible en septembre qu’en juillet, on observe bel et bien une baisse de l’irrigation nécessaire pour la vigne.

On observe aussi que les besoins en eau varie selon le jour, et que donc le calcul prend bel et bien compte l’évolution des contraintes météorologiques.

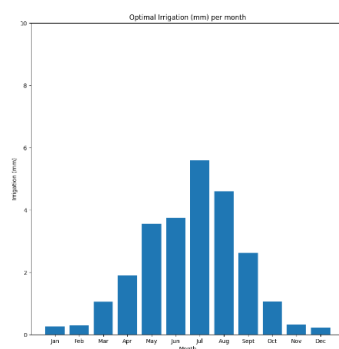
Current year report

These graphs show the evolution of the irrigation rates computed on the current year.

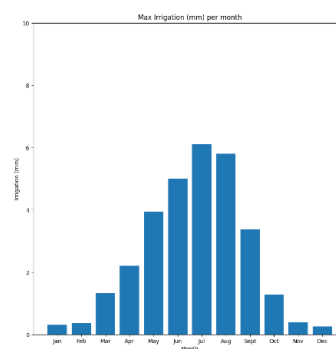
Min. rate required



Recommended rate



Max. rate accepted



Extrait de l'interface affichant l'irrigation moyenne recommandée, minimale requise et maximale acceptée par mois pour l'année actuelle (année de la recherche)

Les graphiques ci-dessus renforce cette idée du “crop coefficient”, car ces derniers montrent que les besoins en eau sont largement supérieurs l’été que lors des périodes hors saison, notamment l’hiver.