

INFLUENCE DES FACTEURS CLIMATIQUES SUR LA DISTRIBUTION DE L'EAU D'IRRIGATION DANS LE VIGNOBLE DE MONTANA (SUISSE)

CALIANNI M.¹, REYNARD E.¹

¹Institut de géographie et durabilité, Université de Lausanne, Géopolis Mouline, CH-1015 Lausanne, Suisse, martin.calianno@unil.ch, emmanuel.reynard@unil.ch

Résumé – Les volumes d'eau d'irrigation distribués au vignoble de Montana ont été mesurés de manière directe et continue durant la saison d'irrigation 2015, grâce à une sonde débitmètre. Cette méthode a permis d'obtenir une série temporelle journalière de la distribution d'eau d'irrigation destinée à l'entièreté d'un vignoble, sans avoir recours à des méthodes indirectes de mesure ou à des approximations. La chronique d'irrigation est ensuite comparée aux données climatologiques (précipitation et température) durant la même période. Ceci permet d'illustrer les déterminants climatiques des demandes en eau pour l'irrigation, ainsi que d'autres facteurs, tels que le mode de gestion de l'eau et les pratiques d'irrigation des vigneron.

Mots-clés : demande en eau, distribution en eau, irrigation, vignoble.

Abstract – *Influence of climatic factors on irrigation water distribution in the Montana vineyard (Switzerland)*. Irrigation water volumes distributed to the Montana vineyard were directly and continuously monitored during the 2015 irrigation season, using a flow meter sensor. This method produced daily temporal series of irrigation for a whole vineyard, without using indirect measurements or approximations. The irrigation water distribution time series was then compared to climatological data (rainfall and temperature) during the same period. This illustrates the climatic factors influencing irrigation water demands, as well as other factors, such as the water management strategy and winemakers' irrigation practices.

Keywords: water demand, water distribution, irrigation, vineyard.

Introduction

Parmi les facteurs influençant la demande en eau pour l'irrigation, les conditions climatiques sont régulièrement mises en avant et largement utilisées dans les modèles de prévision des besoins en eau des plantes. En effet, les données climatiques spatialisées deviennent accessibles et leur utilisation dans la prévision des besoins en eau pour l'agriculture – en combinaison avec des données agrologiques – est une pratique désormais reconnue et largement utilisée, comme par exemple la méthode développée par la FAO (Allen et al., 1998). Toutefois, la demande en eau pour l'irrigation ne repose pas uniquement sur des facteurs bioclimatiques. Les facteurs techniques et humains, notamment les pratiques d'utilisation de l'eau, doivent également être pris en compte (Reynard et al., 2014). Les pertes du réseau d'irrigation, les habitudes des irrigants, la pratique de tournus d'arrosage, ainsi que la répartition des droits d'eau entre usagers sont autant de facteurs qui, *in fine*, vont peser sur la demande et ainsi sur les volumes d'eau effectivement distribués à l'irrigant. Ces facteurs sont propres à un territoire et à des acteurs particuliers et ne sont souvent pas généralisables. C'est pourquoi l'acquisition de ce type de données est rarement effectuée lors des modélisations prospectives de la demande en eau d'irrigation car cela nécessite un travail au cas par cas. L'évaluation des demandes en eau futures se base alors essentiellement sur les données climatologiques (par exemple Klein et al., 2014).

Cette étude propose d'évaluer l'importance des facteurs climatiques influençant la demande en eau d'irrigation, dans le cas du vignoble irrigué de la commune de Montana, dans le Valais central (Suisse). Pour cela, un débitmètre a été installé en amont du réseau d'irrigation et mesure depuis le printemps 2015 les volumes d'eau d'irrigation distribués au vignoble (cet apport étant considéré comme équivalent à la demande, si l'on soustrait les pertes se produisant entre le débitmètre et les parcelles). Du point de vue climatique, la saison

d'irrigation 2015 est intéressante puisqu'une canicule et une sécheresse ont touché la Suisse durant plusieurs semaines en juin et juillet. Dans cet article, nous présentons le contexte climatique particulier du Valais central, la méthode utilisée pour la sélection des données climatologiques, les mesures par débitmètre, puis les résultats des mesures.

1. Contexte climatique du vignoble irrigué de Montana

Le vignoble de Montana est situé dans le Valais central, sur le coteau exposé au Sud surplombant la plaine du Rhône entre 530 et 810 m d'altitude (Fig. 1).

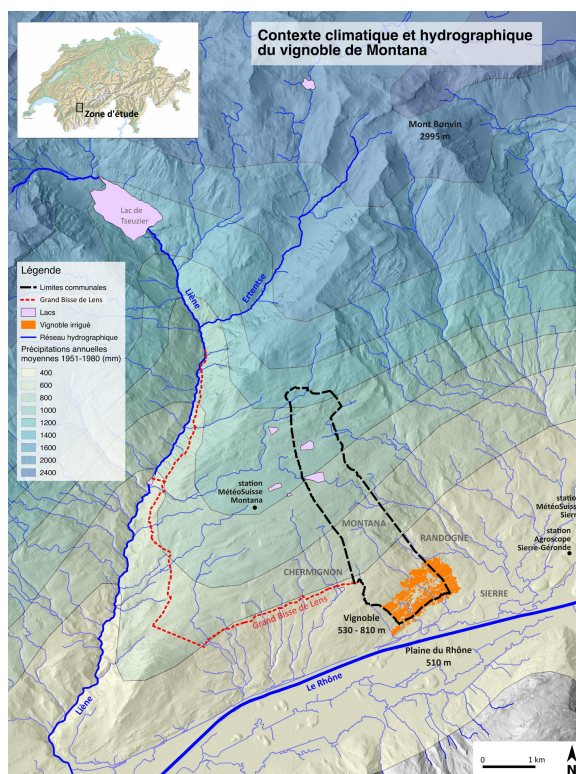


Figure 1. Localisation du vignoble de Montana, hydrographie et répartition des hauteurs annuelles moyennes corrigées des précipitations 1951-1980 (modifié depuis la planche 2.2 de l'Atlas hydrologique de la Suisse).

La région étudiée couvre 74.8 hectares sur les communes de Montana, Sierre et Randogne et constitue la zone viticole alimentée par le réseau d'irrigation de Montana. En raison d'un climat continental, en situation d'abri, le Valais central est la région la plus sèche de Suisse, avec des précipitations n'excédant pas 700 mm par an (Tabl. 1). Au cours des dernières décennies, les températures moyennes ont augmenté d'environ 1°C par rapport à la période 1961-1990, alors que les précipitations progressaient dans une proportion très faible (Tabl. 1).

Tableau 1. Normes climatologiques pour trois stations du Valais central en été (juin-août).

Source : MétéoSuisse.

Station	T _{an} [°C] 1961-90	T _{an} [°C] 1981-2010	T _{été} [°C] 1961-90	T _{été} [°C] 1981-2010	P _{an} [mm] 1961-90	P _{an} [mm] 1981-2010	P _{été} [mm] 1961-90	P _{été} [mm] 1981-2010
Sion (482m)	9.2	10.1	18	19.1	598	603	155	169
Sierre (536m)	–	–	–	–	657	672	160	171
Montana (1427m)	5.4	6.1	12.9	13.9	681	692	189	196

L'irrigation des vignes y est donc quasiment systématique et autorisée par la législation. En raison d'importants gradients pluviométriques, les parties hautes du versant sont par contre très arrosées et les précipitations annuelles dépassent 2500 mm à 3000 m d'altitude (Fig. 1).

Le réseau hydrographique est toutefois très incisé (Fig. 1) ce qui réduit la disponibilité naturelle en eau sur les interfluves. Or, ces interfluves, moins abrupts et exposés au soleil, sont préférés par l'Homme (habitat, stations de ski, agriculture). Du point de vue des usages de l'eau, cette inadéquation spatiale entre ressource et demande a conduit au développement d'infrastructures de transfert d'eau (canaux d'irrigation, appelés *bisses*, tunnels, réseaux) depuis les vallées latérales riches en eau vers les coteaux secs (Reynard, 2001).

En plus du climat, d'autres facteurs entrent en jeu dans le volume d'eau d'irrigation demandé (*in fine* distribué) et l'organisation de l'irrigation du vignoble valaisan : la profondeur et le type de sol, qui déterminent la réserve utile en eau pour la plante ; le type de cépage et de porte-greffe ; le cycle de développement de la plante, nécessitant un apport d'eau à des moments précis ; les pratiques viticoles, visant le rendement (forte irrigation, dilution des sucres du raisin) ou la qualité (une contrainte hydrique modérée favorise des raisins plus sucrés) ; les techniques d'irrigation (gravitaire, aspersion, goutte à goutte) ; les pratiques d'irrigation (les vignerons professionnels tendent à mieux connaître l'état hydrique de leurs vignes et arrosent moins systématiquement que les vignerons amateurs qui ont tendance à arroser d'office une fois venu leur tour d'irrigation) ; le mode de tarification de l'eau ; la gestion collective (avec calendriers d'irrigation) ou individuelle de l'irrigation.

2. Méthodologie

L'objectif étant de comparer les facteurs climatiques avec la distribution d'eau d'irrigation du vignoble de Montana, cette section décrit la méthode employée pour récolter ces données.

2.1 Sélection des données climatologiques

Premièrement, une étude climatologique régionale été menée pour mettre en évidence l'importance de l'événement caniculaire de l'été 2015 dans le Valais central. Les températures moyennes et le cumul des précipitations des mois d'été (juin-août) ont été analysés pour la station *MétéoSuisse* de Sion (située à 482 m, à environ 12 km à l'ouest du vignoble de Montana) et considérée comme représentative du climat régional. Ensuite, pour interpréter les mesures de distribution d'eau d'irrigation de la saison 2015, les données journalières de température et de précipitation de la station climatologique de Sierre-Géronde (gérée par *Agroscope*) ont été analysées. Cette station est la plus proche de la zone d'étude (5 km), sur le même versant orienté au Sud. Son altitude (542 m) est semblable à celle du vignoble (Fig. 1).

2.2 Mesure de la distribution en eau d'irrigation par sonde débitmètre

Une sonde débitmètre a été installée sur le réseau d'irrigation en amont du vignoble, de manière à mesurer l'eau destinée spécifiquement aux vignes, le réseau permettant aussi l'irrigation des prairies de la commune, plus haut sur le coteau. L'objectif est de mesurer l'eau distribuée à l'ensemble du vignoble pour produire une vision globale de l'utilisation de l'eau à l'échelle du vignoble. La sonde *e-Flow Meter* utilisée est un débitmètre à effet Vortex (CLA-VAL, 2011) inséré dans un coupe-pression déjà existant (Fig. 2), permettant d'éviter d'importants travaux. La sonde est en service durant la saison d'irrigation (de mi-avril à fin octobre) et la mesure de débit (en m³/s) est instantanée : une valeur est enregistrée chaque minute et les données sont envoyées toutes les heures vers un serveur. Cette méthode par sonde débitmètre est efficace mais reste sensible à la turbidité de l'eau d'irrigation, qui ne subit pas de traitement. Deux cas d'encrassement de la turbine d'alimentation se sont produits suite à des orages amenant de l'eau chargée en sédiments fins, stoppant la mesure de débit durant 7 jours au début juillet et 5 jours à la fin juillet 2015. Pour obtenir des volumes d'eau distribués selon la surface irriguée, qui soient comparables avec les précipitations, la

superficie du vignoble a été numérisée à partir de photographies aériennes. Les mesures en m^3/s ont ainsi été transformées en $m^3/jour/m^2$, puis en $mm/jour$.



Figure 2. Sonde *e-FlowMeter* (à droite de l'image) insérée dans un coupe-pression du réseau d'irrigation, en amont du vignoble de Montana. Photo : Martin Calianno.

3. Résultats et discussion

3.1 Climat des mois d'été dans la région de Sion

L'irrigation a pour objectif de pallier au déficit hydrique qui se fait sentir durant les mois d'été (juin-août), qui correspondent à la période végétative de la vigne. D'après nos entretiens auprès des vignerons de Montana, un arrosage idéal est de 40 mm par parcelle. Lors des années sèches un, voire deux arrosages sont nécessaires en été. En septembre, le recours à l'irrigation (par aspersion) est évité, les grappes pouvant être endommagées par un apport en eau intense (risque de pourriture). L'intensité du stress hydrique varie toutefois d'une année à l'autre en fonction des conditions météorologiques. Pour qualifier l'intensité du stress hydrique durant l'été 2015 par rapport à une période plus longue, le cumul des précipitations et les températures moyennes des mois de juin-juillet-août à Sion sont reportés pour les 16 dernières années sur la figure 3. L'été 2015 est le second été le plus sec et chaud ($21.8^{\circ}C$ et 147.7 mm) de la période après l'été 2003, ce qui suppose que l'irrigation a été particulièrement nécessaire.

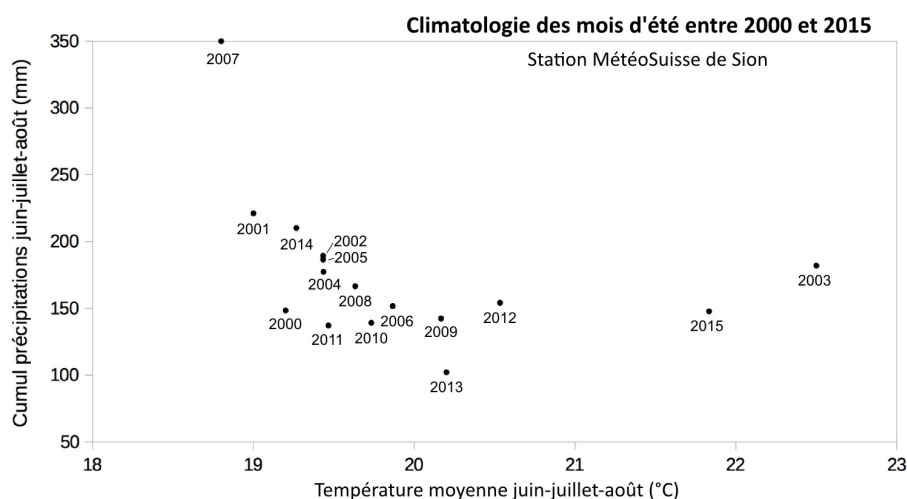


Figure 3. Comparaison des années comprises entre 2000 et 2015 sur la base des précipitations et températures estivales (juin-août) à Sion. Source : MétéoSuisse.

3.2 Distribution d'eau d'irrigation au vignoble de Montana durant l'été 2015

Les valeurs journalières de distribution d'eau au vignoble de Montana mesurées par la sonde débitmètre durant la saison d'irrigation 2015 (de mi-avril à fin octobre) sont mises en relation avec les précipitations et températures moyennes journalières mesurées à la station climatologique de Sierre-Géronde (Fig. 4).

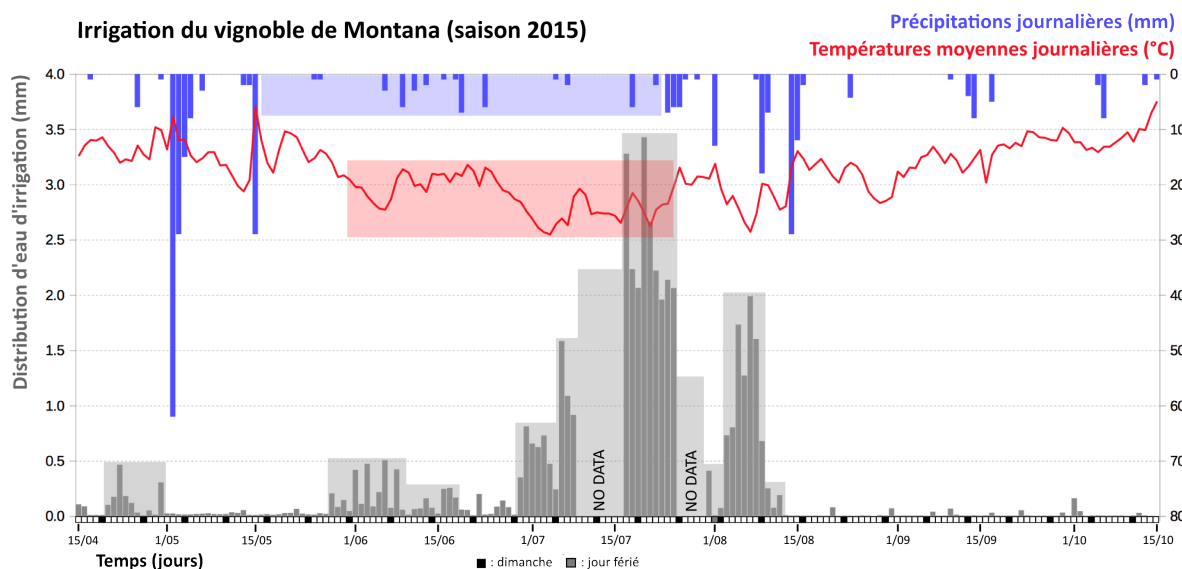


Figure 4. Eau d'irrigation distribuée au vignoble de Montana durant la saison d'irrigation 2015 (avril – octobre) ; cumul des précipitations et températures moyennes journalières à la station climatologique de Sierre-Géronde. Bande bleue : période particulièrement sèche ; bande rouge : période particulièrement chaude ; bandes grises : principales périodes d'irrigation.

On observe une grande variabilité de la distribution en eau (entre 0 et 3.5 mm/jour) au cours de la saison d'irrigation. Trois périodes d'irrigation ont pu être mises en évidence. La première est visible à la fin avril (0.1-0.5mm/jour sur 5 jours). Il s'agit essentiellement d'apports aux plantations de nouvelles vignes. Une deuxième période, plus longue, a eu lieu en juin (0.1-0.5 mm/jour sur 30 jours). Ces deux périodes sont séparées par un mois sans irrigation (mai), certainement en raison de deux épisodes pluvieux au début mai (106 mm) et à la mi-mai (33 mm). La véritable saison d'irrigation a démarré le 29 juin et s'est terminée le 10 août. L'irrigation a été particulièrement intense à partir du 17 juillet, avec des apports journaliers de l'ordre de 2 mm pendant une dizaine de jours, et des valeurs dépassant 3 mm par jour le 20 juillet. La durée de cette période d'arrosage intensif est un minimum, les mesures ayant été tronquées par la panne du débitmètre. La première semaine d'août suscite encore une assez forte demande en eau d'arrosage, les valeurs restant toutefois en deçà de celles de juillet (0.7 à 2 mm/jour). Entre le 29 juin et le 1^{er} septembre, l'irrigation est divisée en trois tours de 18 jours chacun, qui répartissent le vignoble en secteurs d'arrosage afin de garantir une distribution en eau suffisante. On observe que cette année, malgré l'important déficit hydrique de l'été, un troisième tour d'irrigation n'a pas été nécessaire. Ceci semble lié à une baisse des températures et à deux épisodes pluvieux survenus entre le 9 et le 16 août. Il faut aussi noter que les résultats en mm durant cette période de tournus correspondent aux volumes distribués aux différents secteurs d'irrigation, rapportés à la surface totale du vignoble. Pour comparer ces chiffres avec les cumuls de précipitation, il faut raisonner en terme de cumuls sur toute la période d'irrigation, représentant l'eau distribuée à l'entièreté du vignoble. En première estimation, si l'on prend la moyenne des bornes encadrant les lacunes de mesures et que l'on considère une irrigation constante pour cette période, le cumul de distribution d'eau d'irrigation pour les mois d'été (juin-août) est de 65 mm, alors que le cumul des précipitations a été de 147 mm à Sierre-Géronde sur la même période. Avec

comme référence 40 mm par arrosage (et donc par tournus de 18 jours), cette estimation indique que toutes les parcelles n'ont pas été irriguées lors des deux premiers tours : certaines n'ont reçu qu'un tour d'arrosage et d'autres n'ont probablement pas été irriguées du tout.

L'intensité et la dynamique de ce cycle d'irrigation dépendent de la combinaison : (1) de facteurs climatiques, en raison d'une longue période particulièrement sèche et chaude de la mi-mai à la mi-juillet, avec notamment deux pics de sécheresse au début juin (avec 2 mm de pluie sur 20 jours et un pic de température à 24°C) et de mi-juin à mi-juillet (avec 9 mm de précipitations sur 30 jours et des températures journalières moyennes constamment au dessus de 20°C) ; (2) de facteurs agronomiques et viticoles, car les jeunes plants de vigne ont besoin d'être irrigués en début de saison (ce qui correspond aux pics d'avril et juin), alors que la plus grande part des besoins en eau de la vigne se situe entre juin et août ; (3) de facteurs sociétaux, car l'irrigation du vignoble de Montana est organisée suivant un calendrier qui laisse libre l'irrigation d'avril à juin et de septembre à octobre. Des arrosages alternés (tournus) sont organisés en juin et juillet, période durant laquelle les vigneron ont l'habitude d'irriguer. On observe aussi une forte baisse de l'irrigation les dimanches et les jours fériés.

Si l'on revient d'une manière plus générale sur la relation entre climat et irrigation, les résultats de l'année 2015 montrent que durant la période végétative de la vigne (juin-août), les viticulteurs ont recours de manière systématique à l'irrigation lorsque les températures journalières moyennes dépassent 20°C, à la suite d'une période durablement sèche (cumuls inférieurs à 10 mm sur plusieurs jours). L'intensité et la durée de ces périodes sèches et chaudes influent quant à elles sur les volumes d'eau d'irrigation distribués : plus l'épisode de stress hydrique est prononcé et durable, plus l'irrigation se généralise à l'entièreté du vignoble. Lorsque la sécheresse est moins prononcée ou à l'amorce d'une période sèche, seule une partie du vignoble est irriguée.

Conclusion

C'est la première fois qu'une mesure des quantités d'eau effectivement distribuées par le réseau d'irrigation de ce type de vignoble est effectuée de manière directe et continue. Les résultats obtenus indiquent un cumul de distributions d'eau d'irrigation de 65 mm entre juin et août, correspondant à 44% des précipitations de la période. La variabilité de la chronique d'irrigation est due à la combinaison de facteurs climatiques, agronomiques et sociétaux. Cette chronique indique que l'intensité de l'irrigation (les volumes) est fortement dépendante des conditions climatiques (températures et précipitations), alors que les variations journalières (pics, creux) et la période d'irrigation intensive sont liées aux facteurs sociétaux et agronomiques. Les deux prochaines saisons d'irrigation (2016, 2017) seront également suivies et permettront une analyse comparative. De plus, des modèles agro-climatiques seront utilisés pour recréer les séries temporelles de besoin en eau de la vigne.

Bibliographie

- Allen R. G., Pereira L. S., Raes D., Smith M., 1998. Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements. *FAO Irrigation and Drainage Paper*, **56**, Rome, Food and Agriculture Organization.
- CLA-VAL, 2011. *CLA-VAL e-FlowMeter Débitmètre à effet Vortex*. Brochure technique [En ligne]. Disponible sur <http://www.cla-val.ch/Portals/0/News/LIN041F.pdf> (consulté le 9 février 2016).
- Klein, T., Holzkämper A., Calanca P., Fuhrer J., 2014. Adaptation options under climate change for multifunctional agriculture: a simulation study for western Switzerland, *Reg Environ Change*, **14**, 167–184.
- Reynard E., 2001. Aménagement du territoire et gestion de l'eau dans les stations touristiques alpines, le cas de Crans-Montana-Aminona (Valais, Suisse). *Rev Geogr Alpine*, **89**, 7–19.
- Reynard, E., Bonriposi M., Graefe O., Homewood C., Huss M., Kauzlaric M., Liniger H., Rey E., Rist S., Schädler B., Schneider F., Weingartner R., 2014. Interdisciplinary assessment of complex regional water systems and their future evolution : how socioeconomic drivers can matter more than climate, *WIREs Water*, **14**, 413–426.