

**E
D
I
T
O**

Chers lecteurs,

Ce 19^{ème} bulletin de « l'Observatoire de Roujan » est édité à l'occasion de la fête de la science 2019. La Fête de la Science, événement national organisé sur tout le territoire et reposant sur des milliers d'animations, a pour objectif de faire découvrir le monde des sciences et ses acteurs au grand public, y compris aux écoliers, collégiens, lycéens. Nous avons proposé de participer à cet événement cette année en proposant d'animer deux journées d'accueil le samedi 5 et le mercredi 9 octobre 2019, journées destinées aux viticulteurs, habitants du secteur et scolaires pour présenter et expliquer nos travaux et nos résultats de recherche sur le site. Ce bulletin comporte la rubrique habituelle sur le bilan hydrologique de l'année 2018-2019, caractérisée par une pluviométrie déficitaire ayant entraîné une sécheresse estivale importante.

A la fin du mois d'août, on n'enregistrait que 99 mm de pluie tombée depuis le 1^{er} Janvier 2019. Par ailleurs, la température printanière a été en dessous des normales d'environ 1°C, ce qui a conduit un millésime 2019 assez tardif.

A l'inverse, les jours de juin ont été très chauds, particulièrement le 28 Juin 2019 et nous revenons dans ce bulletin sur cet épisode court mais intense.

A l'occasion de la fête de la science, nous proposons dans ce bulletin de revenir sur l'article décrivant l'observatoire OMERE que nous avons proposé dans le premier bulletin de l'observatoire en 2010. Nous proposons également un article de synthèse sur l'importance des états de surface des sols dans la genèse du ruissellement, de l'érosion et du transfert de contaminants. Ces deux articles serviront de support de présentation et d'échanges sur le site lors des deux journées d'accueil.

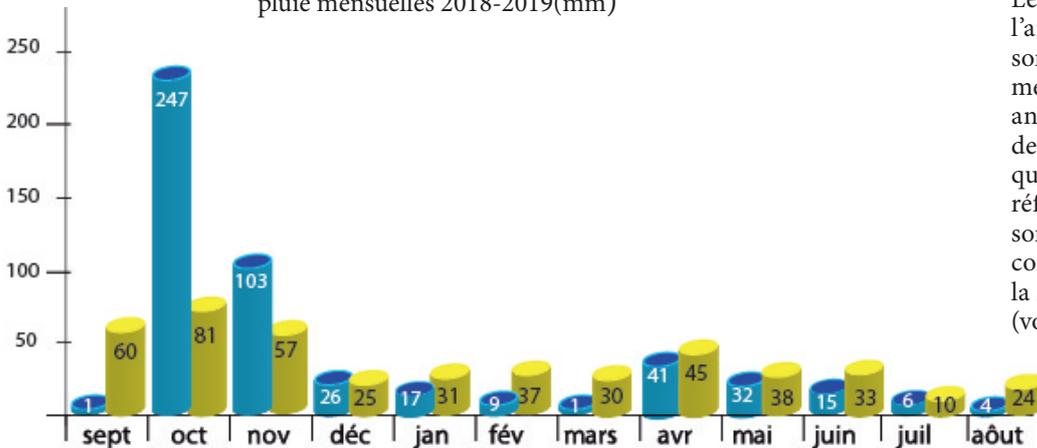
Nous espérons que ce bulletin réponde toujours à vos attentes et n'hésitez pas à donner votre avis afin que nous puissions prendre en compte vos propositions pour améliorer le fond et la forme du bulletin.

En vous remerciant pour votre collaboration,
 Jérôme Molénat et Olivier Grunberger,
 Directeur et directeur adjoint du Lisah

Le climat de l'année hydrologique 2018-2019

Après un automne 2018 très bien arrosé, les pluviométries mensuelles de décembre 2018 à août 2019 ont été systématiquement inférieures ou égales à la normale, conduisant à une pluviométrie cumulée entre le 1^{er} septembre 2018 et le 31 août 2019 de seulement 500 mm, nettement inférieure à la normale (634 mm). Associé à une forte évapotranspiration de référence, ce déficit pluviométrique a conduit à un fort déficit hydrique durant l'été 2019. Une vague de chaleur exceptionnelle par son intensité et par sa précocité a touché la région fin juin 2019, avec un maximum de température de 41.9°C le 28 juin

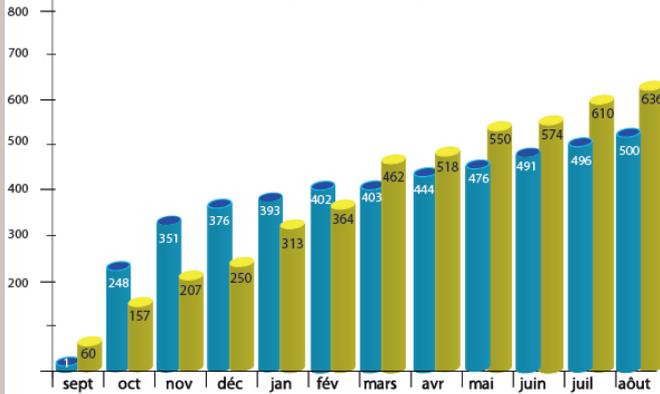
pluie mensuelles 2018-2019(mm)



Les données météorologiques de l'année hydrologique 2018-2019 sont comparées aux normales mensuelles obtenues sur les 26 années hydrologiques antérieures, de septembre 1992 à août 2018, qui constituent notre période de référence. Ces normales mensuelles sont les médianes, valeurs qui correspondent, pour chaque mois, à la moitié des 26 années de référence (voir bulletin n°1).

Les pluviométries mensuelles depuis le 1^{er} septembre 2018 sont représentées par les barres verticales bleues, les barres jaunes représentant les normales sur les 26 années de référence. Après un mois de septembre exceptionnellement sec (1 mm), les mois d'octobre (247 mm) et novembre (103 mm) ont été très bien arrosés. Par la suite, les pluviométries mensuelles ont toutes été inférieures ou égales aux normales : après un mois de décembre normalement arrosé (26 mm), les mois de janvier (17 mm), février (9 mm) et mars (1 mm) ont été secs à très secs. Si les pluviométries des mois d'avril (41 mm) et mai (32 mm) n'ont été que légèrement inférieures à la normale, l'été 2019 fut particulièrement sec, avec seulement 15 mm de pluies en juin, 6 mm en juillet et 4 mm en août.

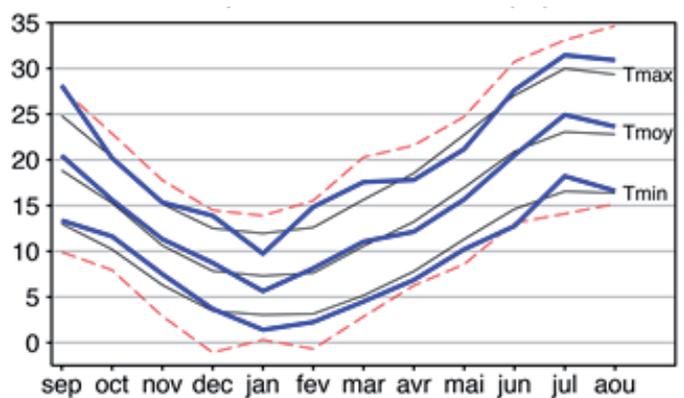
Pluie cumulée depuis le 1^{er} sept. 2018 (mm)



La pluviométrie cumulée depuis le 1^{er} septembre 2018 est représentée par les barres verticales bleues, les barres verticales jaunes représentant les normales mensuelles des 26 années de référence. Si les fortes pluies d'automne ont permis de maintenir un cumul supérieur à la normale jusqu'à la fin du mois de février (402 mm), les faibles pluies du printemps et de l'été ont conduit à un fort déficit par rapport à la normale. Le cumul de pluie entre le 1^{er} septembre 2018 et le 31 août 2019 n'est que de 500 mm, et l'année hydrologique 2018-19 se place au 6^{ème} rang des années les plus sèches de notre série, après 2015-16 (385 mm), 2004-05 (404 mm), 2013-14 (419 mm), 2011-12 (488 mm) et 2006-07 (499 mm).

Sur la même période, l'évapotranspiration de référence, qui traduit la « demande » climatique, a été nettement supérieure à la normale : l'évapotranspiration de référence cumulée entre le 1^{er} septembre 2018 et le 31 août 2019 a été de 1161 mm, pour une moyenne inter-annuelle de 1109 mm.

Température de l'air 2018 - 2019 (°C)



L'évolution de la température de l'air au cours de l'année hydrologique 2018-19 est représentée par les trois courbes en traits bleus, correspondant aux moyennes mensuelles des températures journalières minimales (Tmin), moyennes (Tmoy) et maximales (Tmax). Les normales mensuelles des 26 années de référence sont représentées en traits noirs fins. Les deux courbes en pointillés rouges représentent les extrêmes des températures mensuelles minimales et maximales observées au cours des 26 années de référence. Après un mois de septembre 2018 très chaud (+1.6°C), octobre (+0.3°C), novembre (+0.5°C) et décembre 2018 (+1.0°C) ont été plus chaud que la normale. Si le mois de janvier 2019 (1.6°C) a été assez froid, les mois de février (+0.6°C) et mars (+0.5°C) ont été légèrement plus chaud que la normale. Les mois d'avril (1.0°C), mai (-1.1°C) et juin (-0.5°C) ont été assez froids, malgré la vague de chaleur de la fin du mois de juin. L'été 2019 a été nettement plus chaud que la normale, avec +1.6°C en juillet et +0.7°C en août. La température moyenne de l'air de l'année 2018-19 a été de 14.86°C, légèrement supérieure à la normale (14.65°C).

Retour sur la vague de chaleur de fin juin 2019

Une vague de chaleur exceptionnelle par son intensité et par sa précocité a touché une grande partie de la France fin juin 2019, avec un pic entre les 27 et 30 juin dans notre région. Le 28 juin, la barre des 45°C a été battue pour la première fois en France depuis le début des mesures météorologiques, avec 45.9°C enregistrés à Gallargues-le-Montueux (Gard). De très nombreux records de température ont été battus ce jour : citons notamment 45.3°C à Villevielle (Gard), 44.4°C à Nîmes (Gard) et Prades-le-Lez (Hérault), 43.5°C à Montpellier (Hérault). A Roujan, le maximum de

température a été de 41.9°C, enregistré le 28 juin 2019 peu avant 17h. Le précédent record était de 40.6°C, le 12 août 2003. C'est seulement la deuxième fois en 27 ans que le thermomètre dépasse les 40°C à la station météorologique de Roujan, et il faut noter que le précédent record pour un mois de juin était de 37.9°C (21 juin 2003), soit près de 4°C de moins. Par endroits, sur certaines parcelles, ces températures exceptionnelles ont provoqué des brûlures irrémédiables des feuilles, parfois même des grappes.

L'équipe sur le terrain

Guillaume Coulouma
Ingénieur d'Étude
gestionnaire du site, coordonne, planifie les opérations, interventions et visites.

Jean-Luc Belotti
Adjoint technique
gère les observations mensuelles des états desurfaces et réalise les prélèvements de sols. Il a la charge de l'entretien des installations.

David Fages
Technicien de Recherche
réalise des appareillages expérimentaux en atelier et mesure régulièrement l'humidité des sols sur le site. Il gère les enquêtes auprès des viticulteurs.

Sébastien Troiano
Technicien de Recherche
gère le suivi et la maintenance des centrales d'acquisition sur les sites de Roujan et de la Payne. Il s'occupe de l'aspect métrologie du laboratoire et il effectue le suivi, la calibration et l'étalonnage des capteurs de mesures.

Sandrine Negro
Assistant ingénieur
mène les expérimentations de terrain et de laboratoire pour mesurer les transferts de pesticides dans les eaux et les sols. Elle collecte des échantillons d'eau et de sols.

Laurent Prévot
Chargé de Recherche
gère les mesures micro météorologiques, en particulier la mesure de l'évapo-transpiration (tour à flux).

Manon Lagacherie
Technicienne de Recherche
mène les expérimentations de terrain et de laboratoire pour mesurer les transferts de pesticides dans les eaux et les sols. Elle collecte des échantillons d'eau et de sols...

Olivier Huttel
Assistant ingénieur
animateur du pôle technique. gère les nappes



OMERE

Un Système d'Observation et d'Expérimentation sur le long terme pour la Recherche en Environnement

La région méditerranéenne est soumise depuis toujours à de fortes contraintes environnementales telles que des pluies et des écoulements extrêmes ainsi que des sécheresses prolongées. L'accroissement rapide et permanent de sa densité de population entraîne une intensification des modes d'utilisation des sols et une évolution de la gestion des espaces cultivés. L'influence à long terme de ces changements et des modifications climatiques en cours sur les régimes d'écoulement et d'érosion reste incertaine sur la disponibilité et la qualité des ressources en eau. Cela est dû notamment à la connaissance insuffisante de nombreux paramètres du milieu. Par exemple les interactions entre des phénomènes rapides (orages violents, ...) et ceux qui se déroulent plus lentement sont difficiles à modéliser. L'impact des modifications de l'occupation des sols et des pratiques culturales sur les écoulements est également à prendre en compte.

Dans ce cadre, les thèmes de recherche spécifiques, développés à partir de l'observatoire OMERE, sont notamment



Site de Roujan
photo M.G./2008

- Observer et comprendre l'impact des activités agricoles sur les écoulements d'eau et de contaminants et sur l'érosion en milieu méditerranéen,
- Observer et comprendre les intensités et vitesses d'évolution quantitative et qualitative des ressources en eau et en sol en fonction du changement d'utilisation des terres,
- Acquérir des références et des données sur des périodes longues d'observation et un nombre significatif d'évènements climatiques intenses.

L'observatoire OMERE s'appuie sur la comparaison de deux sites et paysages cultivés caractéristiques des milieux méditerranéens, qui sont similaires du point de vue du climat et des conditions de milieu, mais qui se caractérisent par des évolutions différentes de l'occupation du sol et des activités agricoles.

Un site est installé en France, sur la rive nord de la Méditerranée (le bassin versant de Roujan) et le second sur la rive sud, en Tunisie (le bassin versant de Kamech).

Site de Kamech Tunisie



Le dispositif expérimental sur les deux sites permet de mesurer en continu et sur de longues périodes, le climat, les écoulements d'eau de surface et souterrains, l'érosion et les polluants. L'évolution des différentes activités agricoles est également suivie dans le temps. Les dispositifs ont pour originalité de se situer en milieu agricole et de procéder aux mêmes observations et mesures sur les deux rives de la Méditerranée.

Les paramètres mesurés concernent : (i) les sols et leurs principales caractéristiques, (ii) les parcelles et les pratiques culturales, (iii) les paramètres climatiques, les écoulements dans les fossés et rivières et les niveaux des nappes phréatiques, (iii) l'érosion des sols et la qualité des eaux de pluie, eaux de surface et de nappe. L'historique des données remonte à 1992 pour Roujan et 1994 pour Kamech

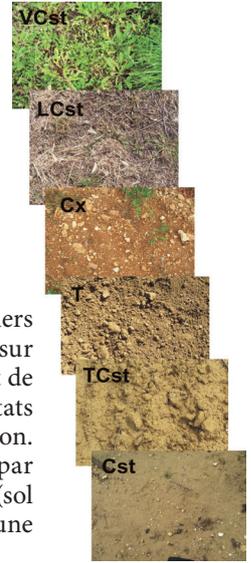
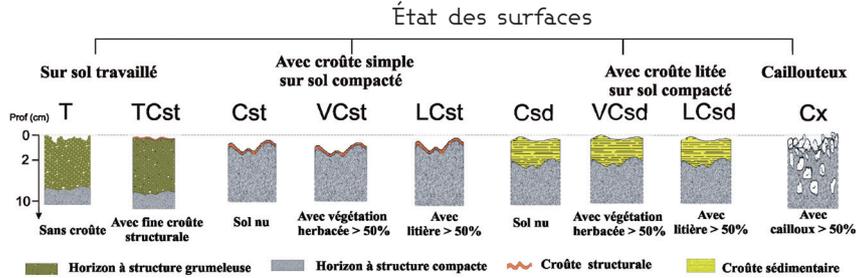
Site de Roujan - France
photo O.H./2007



Suivi des états de surface du sol et leur impact sur le ruissellement

La surface du sol et les premiers centimètres du sol évoluent sous l'effet de la pluie et des opérations culturales suivant les caractéristiques du sol. En viticulture, cette évolution au cours du temps est d'autant plus marquée que les pratiques d'entretien des sols sont multiples: désherbage chimique ou mécanique, enherbement temporaire ou permanent... On appelle « état de surface du sol » l'association entre l'organisation des particules du sol des 10 premiers centimètres et les éléments se trouvant à sa surface. Ces éléments peuvent résulter de l'action des pluies sur le sol, comme les croûtes de surface. Ils peuvent être issus du sol minéral comme par exemple les cailloux, ou être des éléments organiques introduits de manière naturelle tels que l'herbe, des débris végétaux ou par l'homme comme par exemple les sarments.

Classification des états de surface du sol



L'ensemble des travaux menés depuis une dizaine d'années sur l'observatoire de Roujan par P. Andrieux et plusieurs de ses étudiants a permis de proposer une classification des états de surface. Ces états de surface se rencontrent à Roujan mais également sur tous les sols viticoles du Languedoc-Roussillon. Cette classification a également été testée avec succès sur les sols cultivés de la dorsale tunisienne,

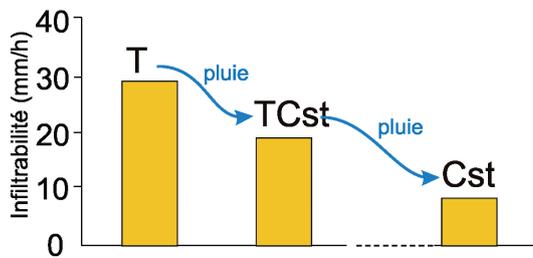
au nord-est de la Tunisie. Des relevés réguliers sont effectués (hebdomadaires, mensuels...) sur les parcelles de l'observatoire. Ils permettent de décrire pour une date donnée les différents états de surface mais surtout de suivre leur évolution. Par exemple, l'état de surface T provoqué par un travail du sol va se transformer en TCst (sol avec croûte fine) à la suite d'une pluie d'une quinzaine de mm.

Rôle des états de surface sur le ruissellement et l'infiltration des pluies



Les propriétés d'infiltration de chaque état de surface ont été déterminées à l'aide d'un simulateur de pluie (voir photo). Près d'une centaine de mesures ont été réalisées sur l'observatoire et sur des parcelles similaires à Puisserguier. Les mesures effectuées sur des placettes de 1m² avec une pluie d'intensité constante (35 mm/h, correspondant à des pluies méditerranéennes typiques) ont permis de déterminer la capacité d'infiltration de tous les états de surface de la classification. La susceptibilité de ruisseler est donc connue pour chaque état de surface.

Par exemple, le graphe montre la capacité d'infiltration du sol en fonction de son état de surface juste après un labour (T, environ 30 mm/h), quelques pluies après un labour (TCst, environ 20 mm/h) et après disparition complète des marques du travail du sol (Cst, environ 8 mm/h).



Cette synthèse est le résultat de plusieurs programmes de recherche qui se sont échelonnés sur une dizaine d'années. Ces programmes ont mobilisé plusieurs étudiants et ils ont été réalisés grâce à un travail d'équipe important. Les résultats de cette étude contribuent à une meilleure prévision de l'effet des pratiques culturales sur les phénomènes d'érosion des sols et des risques de contamination des eaux et des sols par les pesticides. Cette étude permet également de mieux prévoir les risques de crues et d'inondations. Le travail se poursuit actuellement avec comme ambition de prédire l'évolution dans le temps des états de surface en fonction notamment des pratiques culturales.

Rédaction : Laurent Prévot, Guillaume Coulouma, David Fages, Patrick Andrieux