

L'Observatoire
de RoujanE
D
I
T
O

Chers lecteurs,

Le quatrième bulletin « l'Observatoire de Roujan » est entre vos mains. Ce bulletin est composé des rubriques habituelles avec un bilan météorologique des six premiers mois de l'année hydrologique (septembre 2011 à février 2012), bilan caractérisé par de faibles précipitations et un mois de février exceptionnellement froid. Nous faisons également un point sur les actions menées dans le cadre de l'observatoire. Un film a été diffusé au salon de l'Agriculture à Paris, où notre laboratoire était présent sur le stand Inra, pour présenter l'observatoire. Ce film peut être visionné sur le site internet de l'Inra.

Nous avons souhaité vous présenter en deuxième partie de ce bulletin l'hydrologie du site de Roujan. Un des objectifs de l'observatoire étant en effet de

suivre sur le long terme les flux d'eau et leur évolution en relation avec les changements climatiques et les activités humaines. Le suivi réalisé sur le site permet de mesurer chaque année les composantes du bilan hydrologique, que nous expliciterons. Depuis 1992, nous avons pu constater une forte variabilité d'une année à l'autre, avec des années à très faible ruissellement à l'exutoire du bassin versant comme en 2002 et des années exceptionnelles comme en 1996.

Afin que ce bulletin réponde à vos attentes, n'hésitez pas à donner votre avis pour que nous puissions prendre en compte vos propositions et améliorer le bulletin « l'Observatoire de Roujan ».

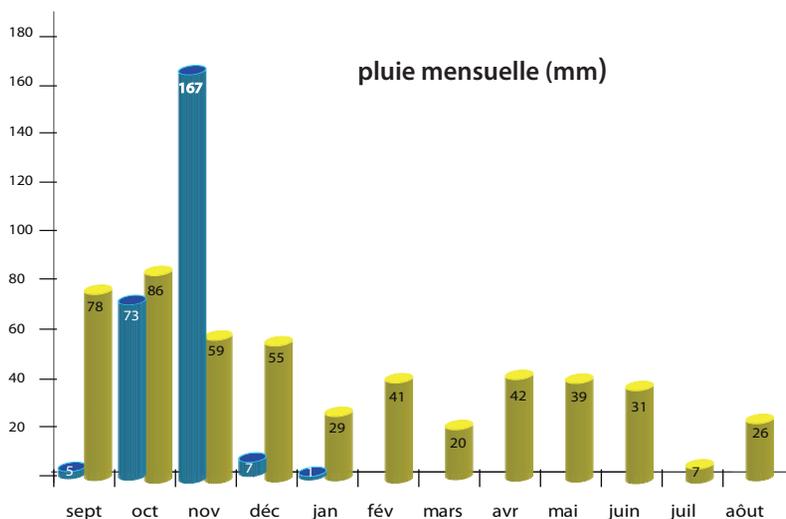
En vous remerciant pour votre collaboration,

Jérôme Molénat et Olivier Grunberger
Directeur et directeur adjoint du Lisah

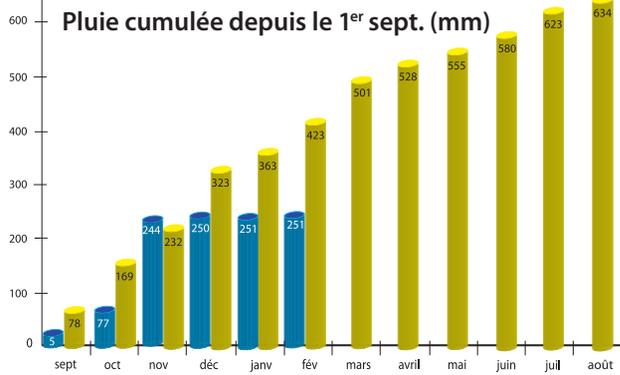
Le climat de l'automne 2011 et de l'hiver 2011-2012

De septembre 2011 à janvier 2012, les températures ont été systématiquement supérieures aux normales saisonnières, mais la première quinzaine de février a été exceptionnellement froide. Malgré un mois de septembre très sec, l'automne 2011 a été normalement arrosé, en particulier en novembre. Au contraire, l'hiver 2011-2012 a été exceptionnellement sec, avec seulement 7,5 mm de pluies entre décembre et février. L'évapotranspiration de référence a été systématiquement supérieure aux normales saisonnières, sauf au mois de novembre ; elle a été particulièrement forte en octobre et de décembre à février. Au 29 février, le cumul pluviométrique est de 251 mm, pour un cumul d'évapotranspiration de référence de 386 mm.

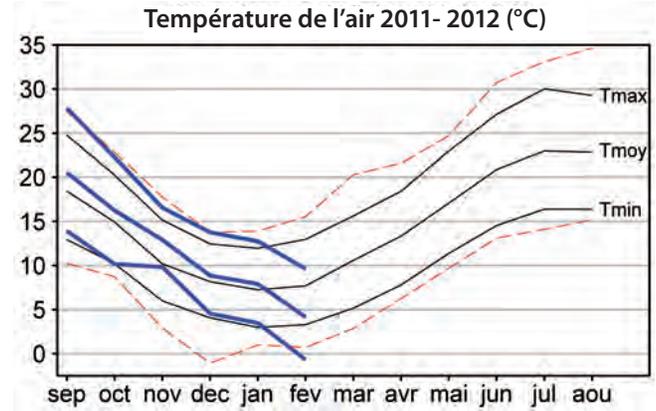
Les données météorologiques des 6 premiers mois de l'année hydrologique 2011-2012 sont comparées aux statistiques obtenues sur les 19 années hydrologiques antérieures, de septembre 1992 à août 2011, qui constituent notre période de référence (voir bulletin n° 1). Cette période de référence est représentée par les médianes mensuelles qui correspondent, pour chaque mois, à la moitié des 19 années de référence. Ces médianes représentent ainsi les normales mensuelles sur la période de référence



Les pluviométries mensuelles depuis septembre 2011 sont représentées par les barres verticales bleues, les barres jaunes représentant les normales sur les 19 années de référence. Après un mois de septembre très sec (5 mm), octobre a été bien arrosé (73 mm) et novembre a été très arrosé (167 mm). L'hiver a été particulièrement sec avec 6,5 mm en décembre, 1 mm en janvier et 0 mm en février. Avec une pluviométrie totale de seulement 7,5 mm, l'hiver 2011-2012 est de loin le plus sec depuis 1993.



La pluviométrie cumulée depuis le 1^{er} septembre 2011 est représentée par les barres verticales bleues, les barres verticales jaunes représentant les normales mensuelles des 19 années de référence. Si la pluviométrie cumulée au 30 novembre (244 mm) était légèrement supérieure à la normale (232 mm), la grande sécheresse de l'hiver conduit à un cumul de pluies au 29 février de seulement 251 mm, la normale à cette date étant de 423 mm. Cette très faible pluviométrie au 29 février est comparable à celles des années 1998-99 (201 mm), 2001-02 (224 mm), 2004-05 (266 mm) et 2006-07 (252 mm).



L'évolution de la température de l'air depuis septembre 2011 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 19 années de référence sont représentées en traits noirs fins. Les deux courbes en pointillés rouge représentent les extrêmes des températures mensuelles minimales et maximales observées au cours des 19 années de référence.

L'eau, recherches pour une ressource vitale

L'Inra et l'UMR Lisah au Salon International de l'agriculture de Paris.

Le thème de l'eau ayant été choisi par l'institut, le Lisah a été convié à faire partie des laboratoires mobilisés à cette occasion. Cette manifestation attirant un public toujours plus nombreux, il nous a paru intéressant et enrichissant de faire partie du voyage. Le salon durant une dizaine de jours, nous nous sommes relayés par équipe de trois afin de garantir une permanence tout au long de la manifestation. C'est donc avec 6 autres laboratoires travaillant sur le thème de l'eau et avec une centaine de scientifiques que nous avons présenté nos travaux, à travers des animations et un échange permanent avec le public. Sur le stand, on pouvait également trouver un pôle sur les métiers et offres de recrutement de l'Institut, et des conférences sur différents sujets ont permis à un large public de partager et d'échanger avec les invités présent sur le stand.



L'observatoire de recherche en environnement OMERE (site de Roujan)

A l'occasion de ce salon, un petit film de quelques minutes a été présenté sur le stand du laboratoire, réalisé au cours du mois de Février sur le site de Roujan, il présente brièvement le lieu et les différents appareillages de mesure des flux sur lesquels nous travaillons.

Vous pouvez retrouver un reportage photos complet, et les comptes rendus de conférences sur le site de l'Inra national. Dans la rubrique audiovisuel, films de sciences et environnement vous pourrez également retrouver le film sur l'ORE OMERE de Roujan.

Toutes les infos sur www.inra.fr

L'équipe sur le terrain

Jean-Luc Belotti
Adjoint technique



Jean-Luc est entré au laboratoire en 2005, il est adjoint technique, il a la charge des observations et du suivi des états de surface du sol ainsi que l'entretien des dispositifs de mesures sur le terrain. Il est également spécialiste des mesures physiques des sols au laboratoire.

Guillaume Coulouma
Ingénieur d'Étude

gestionnaire du site.

David Fages
Adjoint Technique

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

François Garnier
Technicien de Recherche

gère l'acquisition des données de pluies sur les sites de Roujan et de la Peyne. Il organise la gestion et la mise en place des équipements de terrain.

Olivier Huttel
Assistant ingénieur

animateur du pôle technique.

Sandrine Negro
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.

Laurent Prévot
Chargé de Recherche

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

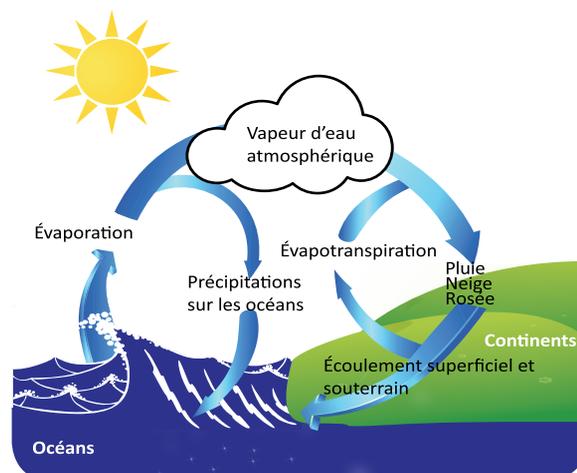
L'hydrologie du site de Roujan

Le site de Roujan est instrumenté depuis mai 1992. Un des objectifs scientifiques est d'observer sur le long terme l'évolution des flux d'eau en relation avec l'évolution du milieu cultivé. Pour cela, il est primordial de mesurer l'ensemble des composantes du bilan hydrologique. Cet objectif s'inscrit dans la discipline scientifique nommée « hydrologie ». A l'occasion de ce bulletin, nous vous proposons quelques définitions et une approche simplifiée du bilan hydrologique du site, basée sur plus de vingt ans de mesures.

Qu'est-ce que l'hydrologie ?

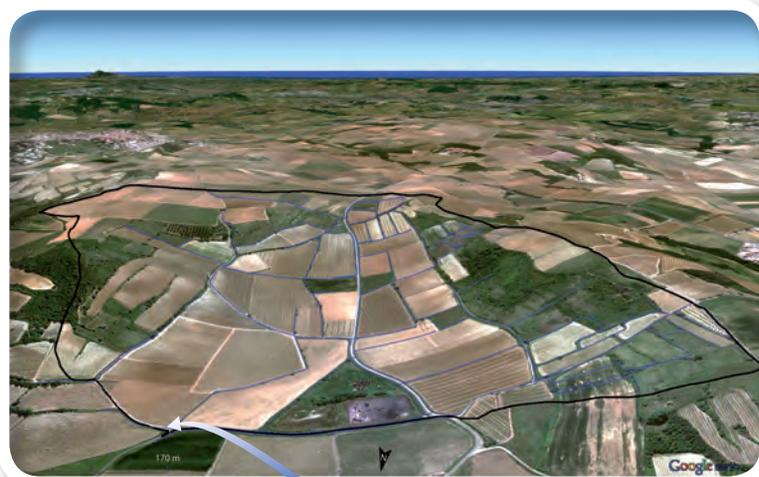
L'hydrologie est la science qui étudie les eaux terrestres, leurs origines, leurs mouvements et leurs répartitions sur notre planète, leurs propriétés physiques et chimiques, leurs interactions avec l'environnement physique et biologique et leur influence sur les activités humaines. L'objectif scientifique de l'hydrologie, c'est l'étude du cycle de l'eau. L'eau dans tous ses états : l'eau qui tombe (précipitation), l'eau qui s'évapore (évaporation) et celle qui coule (écoulement).

Sur la planète, la majeure partie de l'eau se trouve dans les océans (97,5 %), le reste (2,5%) sur les continents sous forme de neige, de glace, d'eau courante ou souterraine. Et sur cette part continentale, plus des 75 % sont immobilisés sous formes de glaces polaires. La ressource en eau facilement accessible ne concerne que moins de 0,6 % du volume d'eau présent sur terre.



L'analyse du cycle hydrologique est généralement menée sur une unité géographique : le bassin versant. C'est un espace géographique dont les apports hydriques naturels sont alimentés exclusivement par les précipitations, et dont les excès en eau ou en matières solides transportées par l'eau forment, à un point unique de l'espace, une embouchure ou un exutoire. Le concept de bassin versant peut être illustré par l'image suivante : une goutte d'eau tombant sur une région particulière M se met en mouvement par la force de gravité et, si elle n'est pas retenue ou ne s'est pas évaporée, elle se rendra jusqu'à un cours d'eau et ensuite jusqu'à la mer. Si par quelque chemin que ce soit, la goutte d'eau se rend de M jusqu'à l'embouchure du cours d'eau, on dit alors que M appartient au bassin versant de ce cours d'eau. Ainsi définie, la limite d'un bassin versant est le lieu géométrique des points d'altitude les plus élevés. Le tracé de la limite d'un bassin se fait en commençant par le point « exutoire » (E) et en suivant les plus élevés jusqu'à la fermeture complète du circuit.

Le bassin versant



Une petite histoire de l'hydrologie

L'hydrologie est l'une des sciences les plus anciennes que l'on connaisse, mais son évolution a été extrêmement lente dans l'histoire de l'humanité. Les historiens datent de 3800 av. J.-C. les premières mesures des variations des hauteurs de l'eau dans le Nil. Les premières mesures des quantités de pluie connues ont été faites par les Grecs vers 500 av. J.-C. Cent ans plus tard à Kautilya en Inde, des bols sont utilisés pour recueillir l'eau de pluie et la mesurer. Aristote (384 - 322 av. J.-C.) propose une première conception globale du cycle de l'eau, et cherche à expliquer comment les rivières continuent à couler, même après l'arrêt de la pluie. En 1660, Pierre Perrault, le receveur général des finances de l'Université de Paris, proposa le premier bilan hydrologique et découvrit dans une étude sur le bassin de la Seine, que le volume annuel d'eau transporté par ce fleuve représentait seulement un sixième du volume annuel des précipitations, et arriva à l'hypothèse que les débits des rivières avaient leur origine dans l'importance des précipitations. Mais le véritable essor de l'hydrologie a commencé à partir des années 1930. Le développement agricole, industriel et social de ces années et la croissance démographique accompagnée d'une amélioration notable du niveau de vie ont obligé les ingénieurs et planificateurs à penser sérieusement des aménagements pour une meilleure gestion de la ressource en eau et la protection de la qualité de la ressource.

Le bilan hydrologique du bassin de Roujan

La question de base des bilans en hydrologie est de pouvoir estimer le partage de l'eau qui tombe entre l'évaporation et l'écoulement. L'équation générale du bilan est $P = E + Q$, avec P la pluie, E l'évapotranspiration, et Q l'écoulement à l'exutoire. La quantification des termes du bilan hydrologique peut être envisagée sur un bassin versant à différentes échelles temporelles : l'année ou l'événement pluvieux.

Le climat méditerranéen est caractérisé par une importante variabilité des précipitations. La région méditerranéenne détient plusieurs records de France de précipitations. Le record sur une année est de 4020 mm enregistré au Mont Aigoual en 1913 ; le record sur une journée environ 1000 mm à Saint Laurent de Cerdans dans les Pyrénées Orientales le 18/10/1940. Lors de cet épisode pluvieux qui a duré 5 jours du 16 au 20 octobre 1940, on a mesuré 1930 mm. C'est en Camargue, que se situe l'un des points les moins arrosés de France avec 400 à 450 mm, en moyenne annuelle, aux Saintes-Maries-de-la-Mer.

A l'échelle annuelle, le bilan hydrologique est calculé sur une année hydrologique, qui en climat méditerranéen est souvent définie entre le 1^{er} septembre d'une année et le 31 août de l'année suivante. Sur Roujan, les mesures de pluie, de débit et de données météorologiques ont démarré en 1992. Une année hydrologique médiane sur Roujan est caractérisée par des précipitations $P = 634$ mm, une évapotranspiration $E = 550$ mm et un écoulement à l'exutoire $Q = 84$ mm.

Mais on observe une forte variabilité inter-annuelle des précipitations (P) avec un minimum de 404 mm pour l'année hydrologique 2004/2005 et un maximum de 1479 mm pour l'année hydrologique 1996/1997. A l'exutoire du bassin versant, on observe un écoulement intermittent, et le nombre de journées d'écoulement continu à l'exutoire est très variable en fonction de la quantité de pluie et du niveau des nappes. Ainsi durant l'année hydrologique très pluvieuse 1996/1997, on a observé 289 jours d'écoulement à l'exutoire, alors qu'en 1998/1999 on n'a observé que 19 jours d'écoulement. La variabilité inter-annuelle des précipitations influence directement les écoulements mesurés (Q) à l'exutoire du bassin versant : par exemple 27 mm pour l'année hydrologique 2001/2002 et 602 mm pour l'année hydrologique 1995/1996. Le coefficient de ruissellement annuel Q/P est par conséquent très variable, entre 5% en 2001/2002 et 44% en 1995/1996.

Sur le bassin de Roujan, les événements pluvieux sont aussi très variables dans le temps, et on observe d'importants cumuls de pluie sur de courtes périodes, notamment durant les « épisodes cévenols » en automne : sur 24 h le record de pluie enregistré est de 183 mm le 28/1/1996, et sur 48 h le record est de 211 mm le 3-4 novembre 1997. Le maximum de pluie tombé durant cinq minutes est de 20 mm durant l'événement pluvieux du 3-5 novembre 1997. Les fortes intensités pluvieuses occasionnent d'importants écoulements à l'exutoire, comme par exemple des lames écoulées (Q) de 62 mm (soit un volume total écoulé de 56000 m³) pendant les événements pluvieux du 26-28 février 1996 et du 12-16 novembre 1999, ce qui correspond à des coefficients d'écoulements Q/P de l'ordre de 68%. Le plus fort débit enregistré à l'exutoire de Roujan est de 1600 l/s lors de l'événement pluvieux du 3-5 novembre 1997.



Ces résultats mettent en évidence la forte variabilité temporelle des principaux termes du bilan hydrologique (pluie, évapotranspiration et écoulement) du bassin de Roujan aussi bien à l'échelle de l'année hydrologique qu'à l'échelle de l'événement pluvieux.

Ont participé à la rédaction David Fages, Guillaume Coulouma, Laurent Prévot, Florent Levasseur, Patrick Andrieux et Jérôme Molénat.