



Outil de diagnostic de ressource en eau pour la production végétale en Cévennes

2024

Syndicat des Hautes Vallées Cévenoles

CNRS

Lucas Schwartz



Préface

La ressource en eau est aujourd’hui au centre de toutes les préoccupations et notamment dans le milieu agricole. La « culture de l’eau » en Cévennes remonte à de nombreux siècles mais l’abandon massif des terres à la fin du XIXème siècle ainsi que le changement climatique actuel remettent en question la gestion de l’eau dans les projets agricoles. Cet outil a pour but de permettre un état des lieux de la ressource en eau sur un site donné, tant sur la disponibilité de la ressource en eau que sur les besoins du projet agricole en considérant le cadre contextuel de l’exploitation. Une partie de l’outil peut être renseignée grâce à une phase de terrain. L’autre partie doit être complétée par la collecte d’informations auprès de différents organismes. Un outil numérique est disponible au bas de la page <https://shvc.fr/treilles-et-terrasses/> pour faciliter les calculs nécessaires à la réalisation du diagnostic.

Cet outil a été créé dans le cadre d’un stage encadré par le CNRS et le SHVC pour le programme Treilles & Terrasses financé par :



Table des matières

1.	Réglementation.....	4
1)	Définition d'un cours d'eau	4
2)	Réglementation sur les cours d'eau.....	4
a.	Définitions des débits réglementaires	4
a.	Estimation du QMNA5 et du DMB.....	4
1)	Visite de site et savoir local	5
2)	Disponibilités en eau : Méthodes de mesures des débits.....	7
3.	Estimations des besoins en eau	8
1)	Prise en compte du projet	8
2)	Définir les surfaces par culture.....	8
3)	Bilan hydrique	8
a.	Détermination de la RFU.....	9
b.	Consommation d'une culture	10
4.	Prise en compte de la biodiversité.....	13
5.	Faisabilité du projet.....	13
1)	Application de la réglementation	13
2)	Quel bilan pour la ressource en eau sur le site ?.....	15
3)	Quels solutions ?.....	16
a.	Agir sur les indicateurs ajustables.....	16
b.	S'adapter par rapport à la réglementation	16
6.	Annexe.....	17
	Annexe 1 : Seuils règlementaires sur les débits et les volumes prélevés	17
	Annexe 2 : Mesures de jaugeage par empotement	18
	Annexe 3 : Tableau d'aide à la décision pour définir la texture de sol	19
	Annexe 4 : Triangle des textures et réserve utile.....	20
	Annexe 5 : Méthode de calcul de la réserve facilement utilisable	21
	Annexe 6 : Détermination des besoins en eau des cultures.....	22
	Annexe 7 : ETp mensuelle et Calcul de l'ETp moyenne journalière.....	24
	Annexe 8 : Calcul de la durée de réserve en eau dans le sol	25
	Annexe 9 : Définition des critères de notation des indicateurs	26
	Annexe 10 : Calcul de la durée de réserve en eau dans le sol	27

1. REGLEMENTATION

1) DEFINITION D'UN COURS D'EAU

L'article L215-7 du code de l'environnement définit un cours d'eau selon trois critères majeurs qui doivent être vérifiés simultanément (exceptés pour les cas d'artificialisation):

- L'existence d'un lit naturel à l'origine
- L'alimentation par une source
- Un débit suffisant une majeure partie de l'année

2) REGLEMENTATION SUR LES COURS D'EAU

La notion de débit d'un cours renvoie au volume d'eau qui traverse une section de ce cours d'eau sur un temps donné. Il peut être exprimé en l/s ou en m³/h. La réglementation sur les cours d'eau se basent principalement sur deux débits distincts.

a. DEFINITIONS DES DEBITS REGLEMENTAIRES

- Débit d'étiage quinquennal (ou QMNA5)

Le débit d'étiage quinquennal est le débit mensuel minimum d'un cours d'eau calculé sur des périodes de basses eaux et se produisant en moyenne une année sur cinq. Il permet de rendre compte de la sévérité de l'étiage et sert de norme pour fixer les seuils réglementaires de prélèvements des eaux de surface (ANNEXE 1).

- Débit minimum biologique (ou DMB)

Dans le cas de présence d'un ouvrage hydraulique (béal, seuil...), le propriétaire ou le gestionnaire doit réserver un débit minimal obligatoire nécessaire au bon fonctionnement des écosystèmes et à tous les usages de l'eau en aval. Ce DMB ne doit pas être inférieur au 1/10^{ème} du module équivalent au débit moyen interannuel de la rivière. En parallèle le débit réservé reprend la notion de DMB mais inclue également un partage équitable de l'eau entre les différents usages, naturels et anthropiques. Lors d'un projet d'installation, l'article L.214-18 du code de l'environnement prévoit la possibilité de moduler le débit minimal à maintenir, on parle de régime réservé pouvant aller jusqu'à 1/20^{ème} du module.

Exemple : *Un cours d'eau ayant un débit de 16 l/s soit 57,6 m³/h doit avoir un débit réservé supérieur à 1.6 l/s ou 5,76 m³/h pour être en conformité avec la réglementation.*

a. ESTIMATION DU QMNA5 ET DU DMB

Pour toute demande d'information afin de déterminer le débit d'étiage (QMNA5) et le débit minimum biologique (DMB), veuillez-vous référer auprès de la DDT. Pour cela, les cours d'eau doivent avoir été répertoriés pour définir la surface du bassin versant nécessaires à la détermination des débits réglementaires (QMNA5 et DMB).

Le territoire des Cévennes présente des situations géographiques et climatiques contraignantes pour la disponibilité de la ressource en eau. Face à cela, la majeure partie du territoire est classée en Zone de Répartition des Eaux (ZRE) et fait l'objet de mesures particulières pour sécuriser

l'alimentation en eau ainsi que pour assurer l'ensemble des activités économiques. Vous pouvez vous référer à la mairie concernée ou à la Mission Inter-Service de l'Eau (MISEN) du département pour toute déclaration ou demande d'autorisation de prélèvement.

2. DESCRIPTION DU SITE

1) VISITE DE SITE ET SAVOIR LOCAL

Une phase de terrain permet de recenser l'ensemble des cours d'eau, des sources et des ouvrages présents afin de les situer dans leur contexte géographique et agricole et d'identifier leurs avantages (nombreux cours d'eau, ouvrages déjà présents, débit important, etc) et inconvénients (points d'eau en contrebas, difficulté d'accès, faible débit, etc). Cet état des lieux d'un site passe notamment par la prise en compte du savoir local auprès des habitants et des usagers afin d'obtenir les informations propres à la disponibilité de l'eau et/ou aux besoins de ces derniers. Ces informations auront pour but d'orienter les choix à faire tant sur la gestion de l'eau que sur les types de production.

- **Pour les cours d'eau / sources**

Nombre de cours d'eau :

Nombre de sources :

Complétez le tableau ci-dessous pour chaque cours d'eau et/ou chaque source :

Cours d'eau/sources	Importance du débit (oui/non)	Assecs (oui/non)	Période des assecs

- **Pour les ouvrages**

Renseignez les différents ouvrages (cours d'eau, béal, retenue collinaire, citerne souple, cuve, puit, etc) et les informations spécifiques à chacun dans le tableau suivant :

Type d'ouvrage	Etat*	Informations complémentaires (volumes, dégradations, fonction, etc)

(*) L'état de l'ouvrage est catégorisé en trois niveaux (bon, moyen, dégradé) selon appréciation visuelle.

D'autres usagers de la ressource en eau sont-ils présents :

- En amont
 Sur le site
 En aval

Les surfaces cultivées, les quantités prélevées (volumes/débits) et leurs périodes sont-elles connues ?

- Oui, précisément
 Oui, approximativement
 Non

Si oui, indiquez les informations :

.....

.....

.....

Définir le système d'irrigation :

.....

.....

.....

Avec ces informations, quelle est la consommation mensuelle de l'ensemble des usagers ?

.....

.....

.....

2) DISPONIBILITES EN EAU : METHODES DE MESURES DES DEBITS

Différentes méthodes de mesures des débits peuvent être mis en place mais elles requièrent différents niveaux d'expertise et varient en termes de matériels nécessaire à leur application.

- **Jaugeage par emportement**

La méthode utilisée par emportement est simple d'application même s'il y a plus d'imprécisions. Pour de détail sur cette méthode, se référer à l'ANNEXE 1. Complétez le tableau suivant selon les éléments mesurés sur le site. Les débits estimés seront réutilisés dans la partie 6.

Éléments mesurés	Estimation perte (%)	Temps (s)	Volume (ml)	Débits non incluant les pertes (l/s)	Débits incluant les pertes (l/s)	Débits moyens finaux (moyenne des 3 mesures) (l/s)

- **Mesures obtenues via une station :**

Dans le cas de la présence d'une station à proximité du site, les mesures de débits peuvent en être extraites. Complétez le tableau des débits suivant selon l'élément mesuré.

Éléments mesurés	Débits

3. ESTIMATIONS DES BESOINS EN EAU

1) PRISE EN COMPTE DU PROJET

Dans quel contexte est réalisé ce diagnostic ?

- Projet d'installation Projet d'agrandissement

S'il s'agit d'un projet d'agrandissement de l'exploitation agricole, indiquez si possible :

- La méthode de prélèvement actuel :

.....

- Le débit (m³/h) et le volume prélevé (m³) journalier/ mensuel/ annuel :

.....

2) DEFINIR LES SURFACES PAR CULTURE

Les surfaces doivent être déterminées en amont pour chaque culture. L'outil de mesure des surfaces de Géoportail permet de définir les surfaces en fonction du plan cadastrale (<https://www.geoportail.gouv.fr/carte>).

3) BILAN HYDRIQUE

Le bilan hydrique est une méthode qui permet de faire état de l'eau disponible dans le sol grâce au calcul de Réserve Facilement Utilisable (RFU) en eau du sol. Cette méthode permet de tenir compte à la fois des besoins d'une culture donnée ainsi que des apports via des précipitations ou par irrigation. La connaissance de la RFU dans cet outil a pour objectif de déterminer si les

fréquences d'arrosage et les doses à apporter correspondent aux quantités disponibles sur le site vis-à-vis des cours d'eau et des ouvrages en place. Un point de vigilance doit être observé sur la RFU qui ne doit pas être vidé totalement au risque d'entraîner un stress hydrique pour la culture. A l'inverse, l'optimisation de la ressource en eau se traduit par une gestion de l'irrigation qui évite les sur-arrosages afin de limiter les pertes par ruissellement.

a. DETERMINATION DE LA RFU

i. Détermination DE LA TEXTURE

Dans le cadre d'un projet agricole, les caractéristiques texturales d'un sol sont déterminantes pour estimer la capacité de rétention en eau d'un sol.

Avez-vous les documents contenant ces informations ?

Analyse de sol

Autres documents

Si oui, renseignez la texture de sol :

Si la texture n'est pas connue, sa détermination peut se faire de manière empirique afin de déterminer la **Réserve Utile (RU)** en eau du sol, exprimée en mm par cm de sol. Pour cela, se référer au tableau, ANNEXE 3, pour définir la texture de sol. Si l'ensemble des prélèvements présente une texture de sol homogène, la méthode de diagnostic n'est applicable qu'une seule fois. En revanche si la texture de sol est très hétérogène, les calculs suivants de la RU et de la RFU doivent être réalisés pour chaque texture de sol respective.

ii. DEDUCTION DE LA RESERVE UTILE

Une fois la texture connue, il est possible de déduire la Réserve Utile (RU) à partir du triangle des textures ANNEXE 4.

Indiquer la valeur de la RU :

iii. PROFONDEUR DE SOL

Avec la texture, la profondeur de sol est nécessaire pour estimer la quantité totale d'eau retenue dans le sol. La réserve en eau accessible aux cultures dépendra donc de leurs profondeurs d'enracinement respectifs.

Déterminez la profondeur de sol, à l'aide d'une tarière manuelle ou en réalisant un profil de sol, sur plusieurs points de la parcelle. Si l'ensemble est homogène, la méthode de diagnostic n'est applicable qu'une seule fois. Si la profondeur de sol est hétérogène, une moyenne de la RFU doit être réalisée pour chaque profondeur respective.

Profondeurs de sol homogènes :

Profondeurs de sol hétérogènes :

Moyenne des profondeurs :

iv. METHODE DE CALCUL DE LA RESERVE EN EAU FACILEMENT UTILISABLE (RFU)

Pour le calcul de la RFU se référer à l'ANNEXE 5. Réaliser les calculs propres à vos données.

RFU du sol =

RFU de l'horizon =

RFU de la/des culture(s) =

b. CONSOMMATION D'UNE CULTURE

i. VOLUMES NECESSAIRES EN IRRIGATION

La consommation de l'ensemble des cultures est déterminante pour évaluer la faisabilité d'un projet agricole. Le tableau d'estimation des besoins en eau ci-dessous est à remplir pour chaque culture (la méthodologie ainsi que d'autres exemplaires de tableaux à compléter sont disponibles en ANNEXE 6). Les valeurs de précipitations mensuelles moyennes doivent également être renseignées afin de pouvoir déduire les doses d'irrigation à apporter (se référer à l'ANNEXE 7 pour l'obtention des données d'ETp).

Exemple de calcul de la consommation en eau d'une culture avec l'ETp estimée à Saint-Germain-de-Calberte:

<i>Exemple de consommation en eau pour du raisin de table sur 4 ha</i>													
	<i>Jan</i>	<i>Fev</i>	<i>Mar</i>	<i>Avr</i>	<i>Mai</i>	<i>Juin</i>	<i>Jui</i>	<i>Août</i>	<i>Sep</i>	<i>Oct</i>	<i>Nov</i>	<i>Déc</i>	<i>Total</i>
<i>ETp (en mm)</i>	37	44	76	99	130	158	190	180	114	65	37	33	
<i>Kc</i>					0,4	0,47	0,5	0,37					
<i>Besoins totaux (mm)</i>					52	74	95	67					288
<i>Précipitations (mm)</i>	89	102	124	116	110	99	51	59	117	249	227	110	
<i>Irrigation nécessaire (mm)*</i>							44	8					52
<i>Irrigation nécessaire (m³)**</i>							1760	320					2080

(*) 1 mm correspond à 1 l/m²; (**) Valeur déduite selon la surface de la culture (m²).

Complétez le tableau suivant en y intégrant les valeurs d'ETp et de Kc.

Consommation en eau													
	Jan	Feb	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Août	Sep	Oct	Nov	Déc	Total
<i>ETP (en mm)</i>													
<i>Kc</i>													
<i>Besoins totaux (mm)</i>													
<i>Précipitations (mm)</i>													
<i>Irrigations nécessaires (mm)*</i>													
<i>Irrigations nécessaires (m³)**</i>													

(*) 1 mm correspond à 1 l/m²; (**) Valeur déduite selon la surface de la culture (m²).

Les résultats () doivent ensuite être reportés dans le tableau ci-dessous respectivement pour chaque culture.**

Ce tableau permet de mettre en avant les périodes de fortes demandes en eau en estimant les volumes mensuels nécessaires aux cultures afin de prévenir les risques de déficits hydriques lors d'été importants des cours d'eau. Des leviers peuvent être envisageables pour optimiser la gestion de l'eau (adaptation des systèmes de cultures, système d'irrigation, stockage, diminution des doses, etc). Complétez le tableau récapitulatif suivant en reprenant les résultats des consommations mensuelles par culture.

Culture	Besoins mensuels estimés en irrigation (en m ³)												
	Jan	Feb	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Août	Sep	Oct	Nov	Déc	Total
<i>Exemple : Raisin de table</i>	0	0	0	0	0	0	0	1760	320	0	0	0	
Besoins totaux													

On estime qu'une exploitation maraîchère consomme entre 1000 et 3500 m³ pour 1 hectare de culture. L'exemple donné montre une consommation inférieure à cet intervalle car la vigne est peu consommatrice en eau.

ii. DEBITS NECESSAIRES

Le calcul du débit potentiel maximum, via le tableau ci-dessous (*Calcul du débit maximum*), a pour but de définir le débit maximum prélevé par plage d'irrigation correspondant aux surfaces

irriguées de manière simultanée (selon les surfaces, les cultures, l'emplacement, le système d'irrigation, etc).

Exemple : On considère un site avec quatre cultures différentes (tomates, radis, salades, betteraves) avec une surface de culture équivalente pour chacune. La culture de tomates est la plus exigeante en eau par unité de surface. Dans le cas où les plages d'irrigation sont respectives à chaque culture et que le débit par goutteur est le même sur l'ensemble du site, la culture de tomates définira le débit maximum à calculer.

Préciser le nombre de plages d'irrigation :

Un tableau est respectivement attribué à un mois et à une plage d'irrigation, et toutes les cultures sont à inclure. Les valeurs calculer d'ETP mensuelles sont ramenées à une valeur journalière (voir ANNEXE 7). Pour chaque culture, des informations précises relatives à la conduite de la culture doivent être renseignées* ou calculées** telles que :

- La densité de plantation*
- Le nombre de goutteurs par plant*
- Le nombre de goutteurs par surface**
- La surface de la culture*
- La densité de plants à l'hectare**
- Le débit par goutteur*
- Le débit total des goutteurs**
- L'ETr journalière*
- Le temps d'arrosage**
- Le débit maximum **

Complétez le tableau suivant pour la plage d'irrigation nécessitant le débit maximum le plus important du site. Selon les cultures, certains éléments ne sont pas nécessaires au calcul du débit maximum.

Calcul du débit maximum – Mois : / Plage d'irrigation n°.....											
	a	b	c = a x b	d	e = a x 10 000	f	g = c x f	h	i = h / g	j = d x g	k = j / 1000
Cultures	Densité de plantation (plant/m ²)	Nombre de goutteurs par plant (unité/plant)	Nombre de goutteurs par surface (unité/m ²)	Surface (m ²)	Densité de plants à l'hectare (plant/ha)	Débit par goutteur (l/h)	Débit total des goutteurs (l/h/m ²)	ETr journalière (mm)	Temps d'arrosage (h)	Débit maximum (en l/h)	Débit maximum (en m ³ /h)
Tomate	3	2	6	200		1,6	9,6	4,7	0,5	1920	1,92

Pour voir si ce débit estimé est conforme à la réglementation, il sera comparé ultérieurement au seuil réglementaire sur le débit d'étéage (partie 6).

iii. DUREE DE RESERVE EN EAU DANS LE SOL

La durée de réserve en eau dans le sol (en jours) est fonction de la RFU des cultures et se répercute sur la durée d'arrosage. La durée de réserve en eau est donc importante à calculer pour estimer la fréquence d'arrosage pour chaque mois. La méthode de calcul est précisée en ANNEXE 8. Un sol sableux draine davantage l'eau qu'un sol argileux qui va la retenir.

Complétez le tableau suivant pour définir la durée de réserve en eau du sol selon le mois donné et le type de culture. Des tableaux supplémentaires sont disponibles en ANNEXE 10.

Mois :				
Culture	Profondeur d'enracinement (cm)	ETR moyenne journalière* (mm)	RFU (mm)	Durée de réserve en eau du sol** (jours)

(*) Annexe 7 ; (**) Annexe 8.

4. PRISE EN COMPTE DE LA BIODIVERSITE

L'évaluation de l'impact de prélèvement d'eau sur la biodiversité, bien que non négligeable, n'a pas été pris en compte dans ce diagnostic car les méthodes existantes sont complexes à mettre en place et nécessitent un matériel et une expertise bien définis. Par ailleurs, certains sites présentent une absence de continuité écologique des cours d'eau et cela ne permet pas de réaliser les mêmes méthodes.

5. FAISABILITE DU PROJET

1) APPLICATION DE LA REGLEMENTATION

Le détail des procédures réglementaires est accessible en ANNEXE 1.

- **Hors ZRE**

La procédure administrative dépend du débit prélevé. Indiquez la procédure à appliquer selon le débit maximum prélevé (Partie 3.3)b.ii. ; p.12).

Débit maximum prélevé	Procédure
.....
.....
.....
.....
.....

- **En ZRE, pour les cours d'eau :**

La procédure administrative dépend du débit maximum estimé par rapport au débit d'étiage.

Complétez le tableau suivant pour définir la procédure à suivre selon la part du débit d'étiage (Partie 1.2)a. ; p.4) que représente le débit maximum prélevé (Partie 3.3)b.ii. ; p.12)

Type de ressource	Débit maximum (m3/h)	Débit d'étiage (m3/h)	Part du débit d'étiage* (%)	Procédure
Eaux superficielles

(*) Débit d'étiage déterminé dans la partie 3. La part correspond au débit prélevé divisé par la part du débit d'étiage multiplié par 100

D'après la Chambre d'agriculture de Lozère, « Au regard de la complexité d'un dépôt d'un dossier de déclaration au service de la police de l'eau (DDT), nous conseillons de réaliser un prélèvement dans le milieu qui ne dépassera pas le seuil des 1000 m3/an (prélèvement dit domestique). En ce sens, il est conseillé de faire installer un compteur sur le dispositif de afin de connaître le prélèvement exact sur la campagne d'irrigation. A noter : une surface de 1 ha irrigable correspond environ à un besoin de 1000 m3/an ».

Avec le contexte géo-climatique cévenol, le débit maximum estimé s'avère souvent supérieur voire très supérieur au seuil règlementaire. En se basant sur un besoin en eau principalement sur les mois de mai à septembre, un stockage d'eau ou une adaptation des cultures doivent être envisagés afin de compenser les faibles débits voire les assecs des cours d'eau.

- **Le débit minimum biologique (DMB) et débit mesuré**

Hors arrêté préfectoral en alerte sécheresse, un prélèvement quelconque réalisé sur un cours d'eau (béal, seuil, pompage, etc) est soumis à la réglementation sur le débit minimum biologique. Les débits mesurés (Partie 2.2) en aval des prélèvements sur le cours d'eau permettent donc de confronter ces mesures à la réglementation à une période précise mais ne permettent en aucun cas de généraliser la réglementation à appliquer sur l'ensemble de l'année. Le débit minimum biologique du cours d'eau est-il inférieur au dixième du module ?

Oui

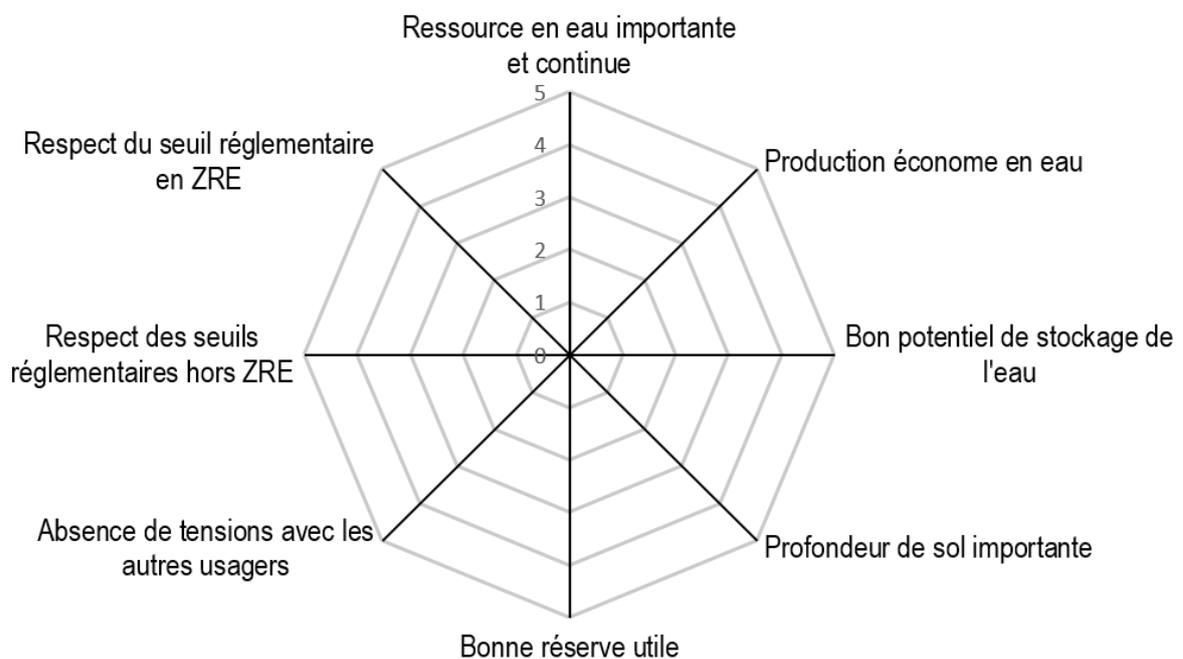
Non

Si **oui**, la réglementation n'est pas respectée et des mesures doivent être prises pour réduire les prélèvements.

Dans le cas d'une source prélevée à sa base, la réglementation sur les prélèvements n'est pas applicable.

2) QUEL BILAN POUR LA RESSOURCE EN EAU SUR LE SITE ?

Le diagramme suivant dresse le bilan des informations apportées sur l'ensemble du diagnostic. Tracez le polygone sur le diagramme radar ci-dessous, à partir du tableau de notations référencé en ANNEXE 9 et propre à chaque indicateur.



Exemple de diagramme où la disponibilité de l'eau est problématique

3) QUELS SOLUTIONS ?

a. AGIR SUR LES INDICATEURS AJUSTABLES

Selon le diagnostic observé, les leviers d'actions peuvent être variables d'un site à un autre. Lors d'un diagnostic défavorable, des solutions peuvent notamment être envisagées au niveau du système de production en favorisant des productions économes en eau et/ou en favorisant la rétention de l'eau dans le sol. Un stockage d'eau peut aussi être envisagé si la contrainte topographique n'est pas trop limitante.

b. S'ADAPTER PAR RAPPORT A LA REGLEMENTATION

Dans d'autre cas, si les besoins venaient à être trop importants par rapport à la disponibilité, ces mêmes besoins peuvent être reconsidérés par rapport cette disponibilité en se basant sur les seuils réglementaires. Complétez le tableau suivant en déduisant les valeurs des seuils réglementaires issues de la valeur du débit d'étiage (Partie 1.2)a. ; p.4). En fonction des débits prélevables obtenus, on peut ajuster les surfaces et/ou les cultures souhaitées.

Seuils réglementaires (m ³ /h)		
Cours d'eau/sources	2% du débit d'étiage	5% du débit d'étiage

6. ANNEXES

ANNEXE 1 : SEUILS REGLEMENTAIRES SUR LES DEBITS ET LES VOLUMES PRELEVES

Le diagnostic n'a été étudié que pour les eaux superficielles (eaux de surface). En ZRE, la réglementation à appliquer doit également appliquer les procédures relatives au débit maximum prélevé hors ZRE. La réglementation sur le débit d'étiage est applicable seulement lors d'arrêté préfectoral relevant d'une alerte sécheresse. En l'absence d'arrêté, les prélèvements sont soumis aux seuils réglementaires du débit minimum biologique.

Hors Zone de Répartition des Eaux (ZRE) :

Type de ressource	Débit maximum prélevé	Procédure
Eaux superficielles : cours d'eau ou sa nappe d'accompagnement	< à 2 % du débit d'étiage	Sans procédure
	De 2 à 5 % du débit d'étiage	Dossier de déclaration
	> à 5 % du débit d'étiage	Dossier d'autorisation

En Zone de Répartition des Eaux (ZRE) :

Débit prélevé	Procédure
< 8 m ³ /h	Dossier de déclaration
> 8 m ³ /h	Dossier d'autorisation

ANNEXE 2 : MESURES DE JAUGEAGE PAR EMPOTEMENT

Cette méthode permet d'obtenir des valeurs approximatives mais rapides du débit. Elle consiste à placer un récipient gradué dans le lit d'un cours d'eau, afin d'en canaliser le maximum sur une période donnée. Une estimation des pertes doit être effectuée pour estimer le débit total incluant les pertes. Le débit final d'un type de ressource est le résultat de la moyenne de trois mesures distinctes afin de limiter la marge d'erreur.

Cette méthode est applicable seulement pour les faibles débits soit $< 0,3$ l/s (seuil estimé après appréciation sur le terrain). Au-delà de ce seuil les mesures sont imprécises car l'éprouvette est remplie trop rapidement). Dans certains cas le lit des cours d'eau ne présente pas une voie d'écoulement mais plusieurs, différents points doivent donc être mesurés en prenant soin d'additionner les moyennes de chaque point pour obtenir le débit moyen final.

Exemple :

Type de ressource (cours d'eau, sources, béals, etc)	Estimation perte (%)	Temps (s)	Volume (ml)	Debits non incluants les pertes (l/s)	Débits incluants les pertes (l/s)	Débits moyens finaux (moyenne des 3 mesures) (l/s)
<i>Départ béal</i>	<i>0,05</i>	<i>2,62</i>	<i>820</i>	<i>0,31</i>	<i>0,33</i>	<i>0,33</i>
	<i>0,05</i>	<i>2,94</i>	<i>850</i>	<i>0,29</i>	<i>0,30</i>	
	<i>0,05</i>	<i>2,13</i>	<i>700</i>	<i>0,33</i>	<i>0,35</i>	

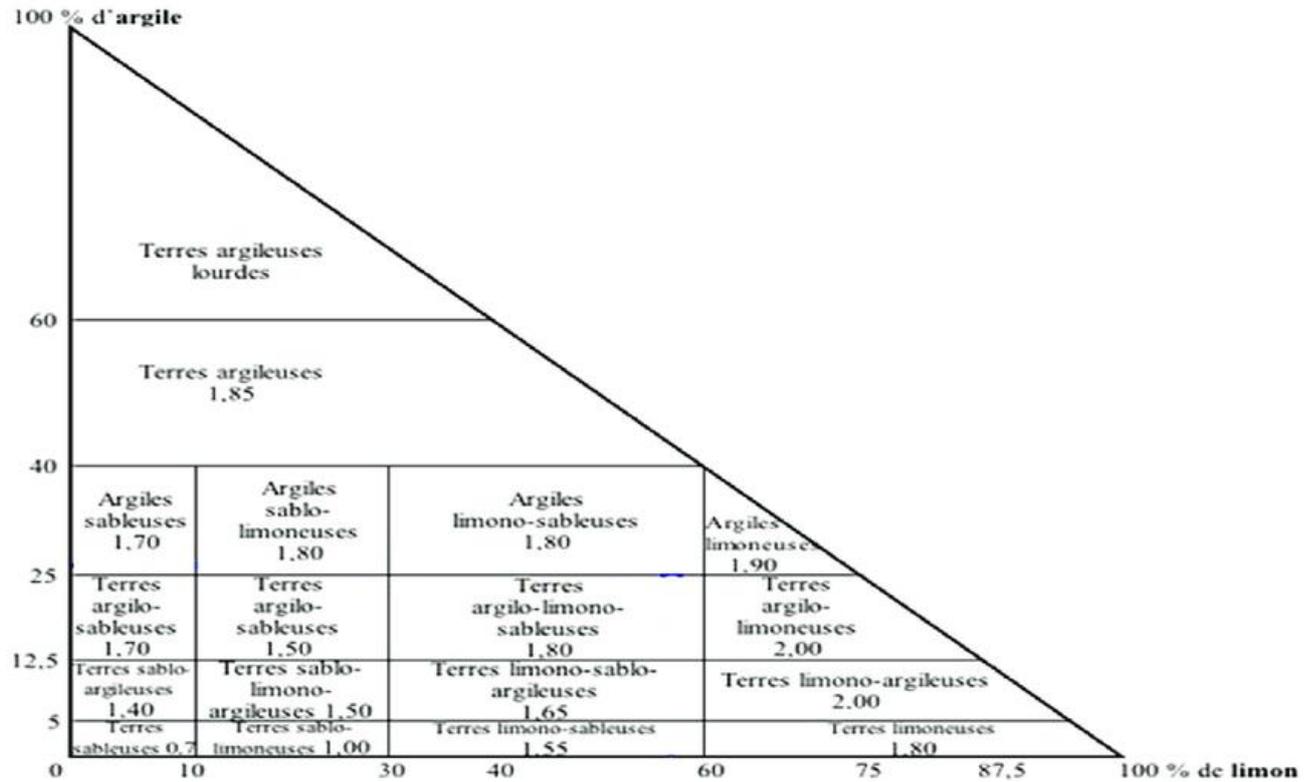
ANNEXE 3 : TABLEAU D'AIDE A LA DECISION POUR DEFINIR LA TEXTURE DE SOL

Les échantillons de sol peuvent être prélevés à différents niveau de sol pour identifier une éventuel évolution de la texture en profondeur. Si les échantillons sont secs, humidifiez les pour mieux apprécier la texture. La Réserve Utile en eau du sol (RU) peut ensuite être définie dans l'annexe suivant (Annexe 5).

MODELAGE D'UNE BOULE DE TERRE	DESCRIPTION AU TOUCHER	TEXTURE	
Pas de modelage possible	Toucher rugueux, émet un son grinçant	Sableux	
Boule qui se désintègre quand on la presse	Toucher râpeux, émet un son grinçant	Sablo-limoneux	
Boule homogène qui se fissure quand on la presse	Toucher légèrement râpeux, émet un son grinçant	Limono-sableux	
	Sensation savonneuse, douce, légèrement collante	Limons	
Boule homogène qui se déforme sans se fissurer	Sensation très douce, terre collante et plastique	Limono-argileux	
	Toucher très doux, terre très collante et très plastique	Argilo-limoneux, argiles	
Réalisation d'un boudin à partir d'une boule de terre	Possible	Argile > 10%	
	Impossible	Argile < 10%	
Réalisation d'un anneau avec le boudin de terre	Fissuration avant la moitié de la fermeture de l'anneau	Limons > Argiles	Limono-argileux
	Fissuration aux ¾ de la fermeture de l'anneau	Argiles > Limons	Argilo-limoneux
	Fermeture complète de l'anneau	Argiles > 30%	Argileux

ANNEXE 4 : TRIANGLE DES TEXTURES ET RESERVE UTILE

Après avoir définie la texture de sol, le triangle des textures suivants permet de définir une valeur de réserve utile (RU) propres à la texture déterminée. La réserve facilement utilisable du sol (RFU) peut ensuite être déterminée dans l'annexe suivant (Annexe 6).



ANNEXE 5 : METHODE DE CALCUL DE LA RESERVE FACILEMENT UTILISABLE

La **RFU du sol** (en mm) est calculée à partir de la RU (en mm) :

$$\text{RFU du sol} = 2/3 \text{ RU}$$

La RFU d'un horizon (en mm) est calculée à partir de la RFU du sol (en mm) et de la profondeur du sol donnée (en cm). Elle définit la quantité totale d'eau retenue dans le sol :

$$\text{RFU de l'horizon} = \text{RFU du sol} \times \text{Profondeur de sol}$$

La RFU de la culture est calculée à partir de la RFU du sol et de la profondeur d'enracinement de la culture donnée.

$$\text{RFU de la culture} = \text{RFU du sol} \times \text{Profondeur d'enracinement}$$

Les profondeurs d'enracinement sont référencées pour une grande partie des cultures dans le *Référentiel des besoins en eau d'irrigation des productions agricoles de Provenances-Alpes-Côte d'Azur* disponible en ligne.

Exemple : Après détermination de la texture via l'ANNEXE 4, un sol est considéré comme limono-argileux avec $RU = 2,00 \text{ mm}$. Alors :

$$RFU(s) = 1,33 \text{ mm}$$

Dans le cas d'une culture d'enracinement de 20 cm (incluant une profondeur de sol supérieure) :

$$RFU(c) = 1,33 \times 20 = 26 \text{ mm}$$

ANNEXE 6 : DETERMINATION DES BESOINS EN EAU DES CULTURES

La méthode théorique d'évaluation de la consommation en eau d'une culture donnée est définie par :

$$\text{ETR} = \text{ETP} \times \text{Kc}$$

Avec :

- ETR, l'évapotranspiration réelle mensuelle
- ETP, l'évapotranspiration potentielle mensuelle correspondant à la demande climatique
- Kc, le coefficient cultural mensuel propre à la culture en question

Pour renseigner le tableau ci-dessous, toutes les valeurs suivantes doivent être retranscrites en une moyenne mensuelle.

Les données d'ETP varient selon plusieurs facteurs (rayonnement, température, humidité, vent) et sont propres à un site. Elles sont accessibles sur Meteofrance.com pour toutes les communes disposants de stations météorologiques permettant ces mesures. Dans le cas d'absence de donnée, une moyenne des valeurs d'au minimum trois sites en périphérie peut être réalisée.

Le Kc permet d'appliquer une correction à l'ETP en prenant en compte le type de culture et son stade de développement. Les références des coefficients culturaux Kc pour chaque culture sont disponibles dans le *Memento BRL* disponible en ligne.

Consommation en eau - Culture :													
	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Août	Sep	Oct	Nov	Déc	Total
ETP (en mm)													-
Kc													-
Besoins totaux (mm)													
Précipitations (mm)													
Irrigations nécessaires (mm)*													
Irrigations nécessaires (m ³)**													
Consommation en eau - Culture :													
	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Août	Sep	Oct	Nov	Déc	Total
ETP (en mm)													-
Kc													-
Besoins totaux (mm)													
Précipitations (mm)													
Irrigations nécessaires (mm)*													
Irrigations nécessaires (m ³)**													
Consommation en eau - Culture :													
	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Août	Sep	Oct	Nov	Déc	Total
ETP (en mm)													-
Kc													-
Besoins totaux (mm)													
Précipitations (mm)													
Irrigations nécessaires (mm)*													
Irrigations nécessaires (m ³)**													
Consommation en eau - Culture :													
	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Août	Sep	Oct	Nov	Déc	Total
ETP (en mm)													-
Kc													-
Besoins totaux (mm)													
Précipitations (mm)													
Irrigations nécessaires (mm)*													
Irrigations nécessaires (m ³)**													

(*) 1 mm correspond à 1 l/m² ; (**) Valeur déduite selon la surface de la culture (m²).

ANNEXE 7 : ETP MENSUELLE ET CALCUL DE L'ETP MOYENNE JOURNALIERE

Pour compléter le tableau ci-dessous, l'ETP moyenne mensuelle doit être renseignée. Ces données sont accessibles sur Meteofrance.com pour toutes les communes disposants de stations météorologiques permettant ces mesures. Dans le cas d'absence de donnée, une moyenne des valeurs d'au minimum trois sites en périphérie peut être réalisée.

Pour calculer l'ETp moyenne journalière, les valeurs sont ramenées au nombre de jour mensuel telles que :

$$\text{ETP moyenne journalière} = \text{ETP moyenne mensuelle} / \text{Nombre de jours par mois}$$

Complétez le tableau ci-dessous en renseignant l'ETp moyenne mensuelle et en appliquant le calcul précédent :

	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Août	Sep	Oct	Nov	Déc
ETP moyenne mensuelle (en mm)												
ETP moyenne journalière (en mm)												

ANNEXE 8 : CALCUL DE LA DUREE DE RESERVE EN EAU DANS LE SOL

La dure de réserve en eau dans le sol (en jours) peut être calculée telle que :

$$\text{Durée de réserve en eau} = (\text{RFU de la culture} / \text{ETP moyenne journalière}) + 1$$

On considère que l'arrosage est effectué un jour après épuisement de la RFU dans le sol, ce qui justifie l'ajout systématique d'un jour au calcul.

Exemple : Dans le cas d'une ETP de 5 mm/jour et en reprenant l'exemple précédent (ANNEXE 5), où le sol est limono-argileux et la RFU d'une culture = 26 mm avec une profondeur d'enracinement de 20 cm, la réserve en eau du sol est d'environ $26 / 5 = 5$ jours. L'arrosage doit être donc être fait tous les 6 jours.

Ainsi en fonction de la RFU du sol et des cultures, le choix des fréquences d'irrigation varie et le débit maximum prélevable peut-être limitant.

ANNEXE 9 : DEFINITION DES CRITERES DE NOTATION DES INDICATEURS

Les critères définis dans le tableau permettent d'évaluer chaque indicateur selon les différents éléments étudiés précédemment dans le diagnostic.

Note	Ressource en eau importante et continue	Profondeur de sol importante (cm)	Bonne réserve utile (mm)	Potentiel de stockage d'eau (% pente)	Tensions en eau avec les autres usagers	Production économe en eau (m³/ha/an)	Respect des seuils réglementaires hors ZRE	Respect du seuil réglementaire en ZRE
1	<i>Débit faible/ Assec / Pas de stockage présent ou prévu</i>	< 5	< 1	> 40	≥ 50 %	> 3500	<i>Débit maximum estimé >> 5 % débit d'été</i>	<i>Débit maximum >> 8 m³/h</i>
2	<i>Débit faible/ Assec/ Stockage</i>	De 5 à 20	De 1 à 1,6	De 40 à 30	De 50 à 25 %	De 2500 à 3500	<i>Débit maximum estimé > 5 % débit d'été</i>	<i>Débit maximum > 8 m³/h</i>
3	<i>Débit faible/ Pas d'assec/ Stockage</i>	De 20 à 50	De 1,6 à 1,7	De 30 à 20	De 25 à 15 %	De 2500 à 1750	<i>Débit maximum estimé < et proche de 5% débit d'été</i>	<i>Débit maximum ≈ 8 m³/h</i>
4	<i>Débit important/ Pas d'assec/ Pas de stockage présent ou prévu</i>	De 50 à 80	De 1,7 à 1,85	De 20 à 10	De 5 à 15 %	De 1750 à 1000	<i>Débit maximum estimé > et proche 5 % débit d'été</i>	<i>Débit maximum < 8 m³/h</i>
5	<i>Débit important/ Pas d'assec/ Stockage présent ou prévu</i>	> 80	> 1,85	< 10	De 5 à 0 %	< 1000	<i>Débit maximum estimé < 2% débit d'été</i>	<i>Débit maximum << 8 m³/h</i>

