



GUIDE DE NATURLAND
ET BIO SUISSE POUR UNE

GESTION DURABLE DE L'EAU

CONTENU

1. INTRODUCTION AU PLAN DE GESTION DE L'EAU	3
L'épuisement de l'eau comme indicateur des zones de pénurie d'eau	4
1.1 Principes fondamentaux de la gestion durable de l'eau	6
1.1.1 Mesures préventives	7
1.1.2 Mesures de gestion de l'eau	9
1.1.3 Gestion de l'eau	10
2. COMPLÉTER LE PLAN DE GESTION DE L'EAU	10
2.1 Particularités du processus pour les groupements	11
2.2 Données de l'exploitation	12
2.3 Origine de l'eau	12
2.3.1 Type de sources d'eau	13
2.3.2 Type d'équipement d'irrigation	15
2.4 Légalité de l'utilisation de l'eau	16
2.5 Type d'irrigation et pratique d'irrigation	19
2.5.1 Type de système d'irrigation	19
2.5.2 Mesure de la consommation d'eau	20
2.5.3 Pratique et planification de l'irrigation	20
2.5.4 Méthodes d'évaluation de la fréquence et de l'intensité de l'irrigation	21
2.5.5 Qualité de l'eau	23
2.6 Analyse des risques et plan de mesures	25
3. INSTRUCTIONS POUR REMPLIR L'ANNEXE EXCEL	26
3.1 Onglet 1: «Données quantitatives sur l'irrigation»	26
3.1.1 Consommation d'eau et utilisation selon les droits d'eau (sections 2 + 3)	27
3.1.2 Données climatiques (section 4)	28
3.1.3 Consommation d'eau des cultures (section 5)	28
3.2 Onglet 2: «Légalité/plausibilité»	29
4. ANNEXE EXCEL «LISTE PRODUCTEURS IRRIGATION» (LPI)	30
5. ANNEXE	32
5.1 Instruction sur le logiciel Aqueducts Water Filter	32
5.2 Aperçu des systèmes d'irrigation	34
5.3 Documentation relative à la légalité de l'utilisation de l'eau	36
5.4 Exemples d'analyse des risques et de plan de mesures	37
5.5 Critères de la FAO pour l'évaluation de l'eau d'irrigation	40
6. SOURCES	41

1. INTRODUCTION AU PLAN DE GESTION DE L'EAU

L'eau est une ressource naturelle précieuse disponible en quantité limitée. Elle est la base de toute vie sur notre planète. Elle est essentielle et indispensable à l'agriculture et à l'alimentation d'une population mondiale croissante. Mais le monde a soif, la consommation mondiale d'eau augmente et l'eau devient de plus en plus rare dans de nombreuses régions du monde.

L'eau et l'agriculture

L'agriculture est à la fois une cause et une victime de la pénurie d'eau, particulièrement à cause de l'expansion de l'agriculture irriguée. Celle-ci consomme 70% des ressources mondiales d'eau¹. L'augmentation de la population mondiale et le changement climatique posent des défis majeurs à l'agriculture et augmentent la pression sur les ressources d'eau qui s'amenuisent. L'intensification de l'utilisation de l'eau peut entraîner une perte de biodiversité, la salinisation des sols, la perte de services écosystémiques, l'inégalité entre les utilisateurs et la dégradation des sources d'eau et des écosystèmes^{2,3}. Dans le même temps, le changement climatique accroît la fréquence des phénomènes météorologiques extrêmes et des tempêtes, et le risque de fortes précipitations et d'inondations va continuer à augmenter. Le changement climatique va donc accentuer deux extrêmes : d'une part, les inondations et les crues et d'autre part, la sécheresse et l'aridité⁴.

Le manque d'eau – une réalité aujourd'hui déjà amère pour beaucoup

Déjà aujourd'hui, beaucoup n'ont pas accès à une eau propre et potable. Une personne sur quatre dans le monde pourrait souffrir d'une extrême pénurie d'eau d'ici 2025⁵. L'agriculture, quant à elle, contribue à aggraver la pénurie d'eau : selon le WWF, entre 15 et 35 % de l'eau utilisée dans l'agriculture provient de sources non durables. De nombreuses zones agricoles sont également situées dans des régions arides qui vont encore davantage souffrir du manque d'eau en raison du changement climatique.

La protection des ressources en eau : une tâche de l'agriculture biologique

L'agriculture, et l'agriculture biologique en particulier, a donc une responsabilité particulière dans la promotion d'une utilisation raisonnable de l'eau. C'est pourquoi les deux associations Naturland et Bio Suisse ont développé un cahier des charges (CDC) relatif à l'utilisation durable des ressources en eau. L'établissement de normes et la certification sont des outils efficaces pour l'utilisation durable de l'eau dans les régions où l'eau est rare. Naturland et Bio Suisse créent ainsi un cadre normatif avec des précisions sur l'utilisation durable de l'eau pour leurs exploitations, ouvrant la possibilité à une éventuelle exclusion des exploitations qui ne se conforment pas à ces exigences.

Des solutions régionales pour des problèmes mondiaux

Il est cependant clair que l'approche par une évaluation individuelle des exploitations agricoles ne suffit pas à résoudre le problème complexe de l'eau. C'est avant tout la volonté politique et le cadre que donnent les politiques publiques pour une utilisation durable de l'eau qui sont déterminantes. Naturland et Bio Suisse s'engagent également au niveau politique pour une utilisation plus durable de l'eau au niveau régional, dans la mesure de leur capacité.

Même si le problème mondial de la diminution des ressources en eau et de la pénurie d'eau doit être abordé au niveau national et mondial, chaque exploitation agricole peut apporter sa contribution à une utilisation plus durable de l'eau. Dans un plan de gestion des eaux (PGE), Naturland et Bio Suisse demandent les mesures opérationnelles appliquées ainsi que l'engagement au niveau régional lors du processus de certification des exploitations.

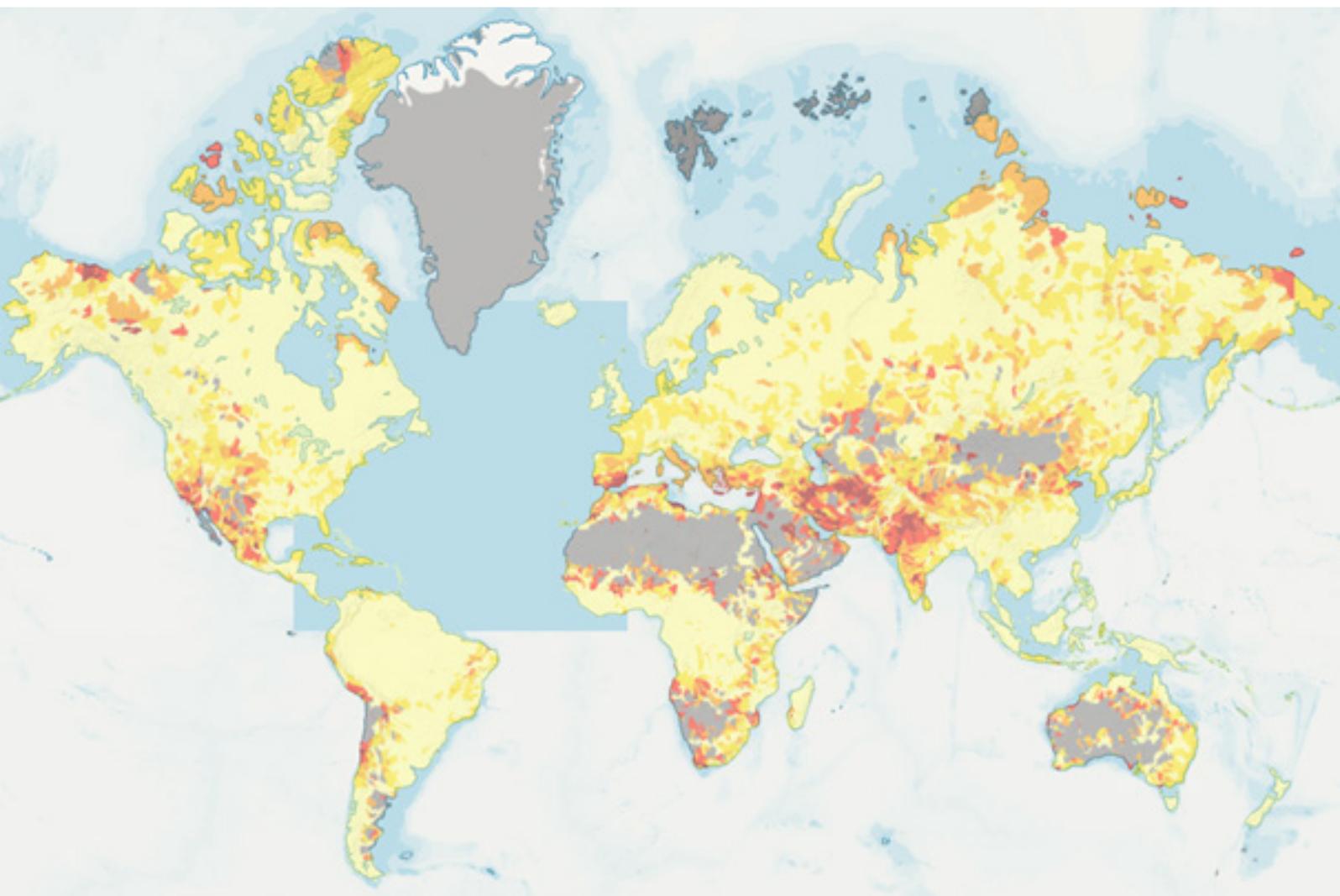
Le nouveau plan de gestion de l'eau

Votre exploitation se trouve dans une région avec des ressources en eau limitées. Les exploitations certifiées Naturland et Bio Suisse doivent élaborer un plan de gestion des eaux (PGE) dans les zones où les ressources en eau sont limitées. Le plan de gestion de l'eau a pour but d'aider les exploitations à optimiser son utilisation, utiliser cette ressource de manière plus durable et à sensibiliser davantage à la ressource précieuse et en voie de raréfaction qu'est l'eau.

Ce guide sert d'aide et de source d'information complémentaire pour la réalisation du plan de gestion de l'eau. Il est destiné à aider les agriculteurs, mais aussi les inspecteurs et les conseillers dans leur efforts pour une gestion durable de l'eau.

L'épuisement de l'eau comme indicateur des zones de pénurie d'eau

Pour identifier les régions où l'eau est rare, Naturland et Bio Suisse utilisent l'Atlas des risques liés à l'eau «Aqueduct» du World Resources Institute (WRI) (voir <https://wri.org/applications/aqueduct/water-risk-atlas>). Les instructions sur la façon d'utiliser le filtre à eau Aqueduct se trouvent en annexe (Annexe 4.1).



L'Atlas des risques liés à l'eau de Aqueduc : les zones indiquées sur la carte en rouge ou en rouge foncé ont une consommation d'eau élevée par rapport à la disponibilité de la ressource.

Naturland et Bio Suisse utilisent l'indicateur «Épuisement de l'eau» pour classier le risque hydrique d'une région. Les zones qui sont classées comme «**élevées**» (50-75%) ou «**extrêmement élevées**» (>75%) selon l'indicateur «Épuisement de l'eau», ou qui sont situées dans une zone désertique marquée «**aride et faible utilisation de l'eau**», sont considérées comme des zones de pénurie d'eau (Partie V, § 3.6.2.1 du cahier des charges (CDC) de Bio Suisse, § 2.7.2.1 du cahier des charges de Naturland). Mais que signifie «épuisement de l'eau» ?

Stress hydrique

Le stress hydrique est un indicateur général de la pénurie d'eau. Il mesure le rapport entre les prélèvements d'eau totaux (à l'exclusion des flux de retour) et les réserves renouvelables d'eau de surface et souterraine disponibles. Le prélèvement d'eau comprend l'utilisation domestique, industrielle, l'agriculture irriguée et l'élevage. Les ressources en eau renouvelables disponibles comprennent toutes les ressources en eau de surface et souterraines disponibles.

Épuisement de l'eau

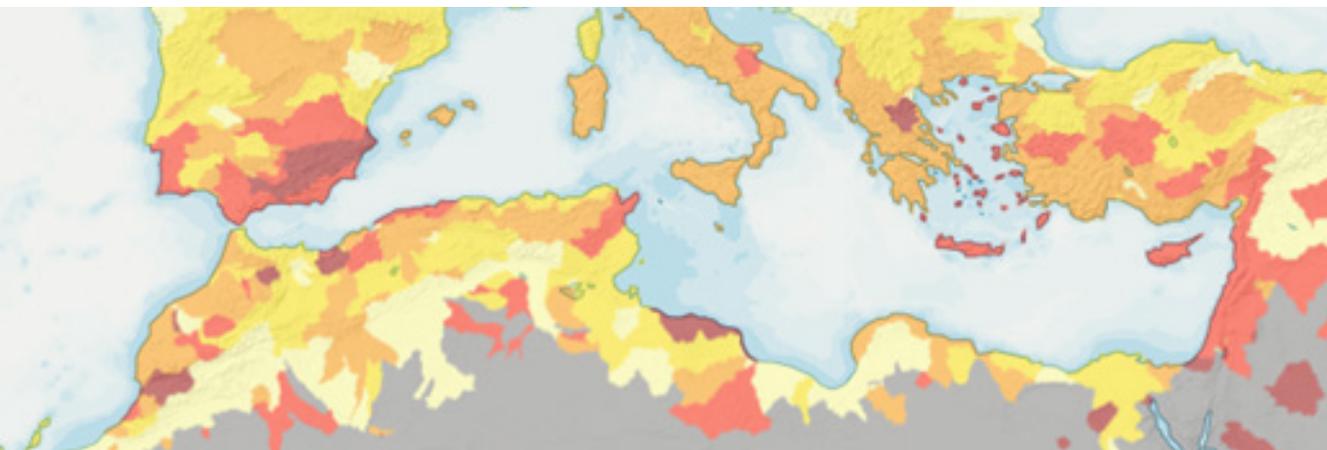
L'indicateur d'épuisement des ressources en eau mesure la relation entre la consommation totale d'eau (avec les flux de retour) et les ressources disponibles en eaux de surface et souterraines. La différence avec le «stress hydrique» est qu'il tient compte du fait qu'une partie de l'eau prélevée n'est pas consommée et retourne dans l'environnement. Par conséquent, les zones présentant un «appauvrissement en eau» sont moins étendues que celles présentant un «stress hydrique».

Exemples de zones où l'eau est rare

Les zones où les ressources en eau sont rares sont principalement situées dans des régions au climat désertique, de steppe ou de savane sèche ou dans des régions chaudes et sèches en été. Un coup d'œil sur la carte du monde montre que les zones sujettes à la sécheresse sont principalement situées entre le 20e et le 40e parallèle.

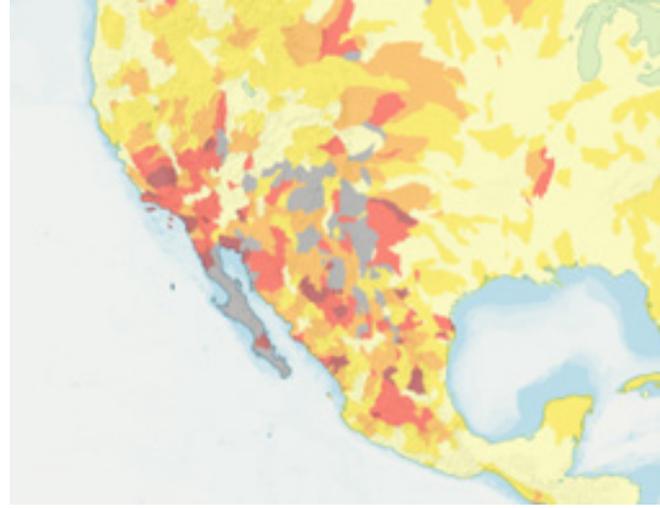
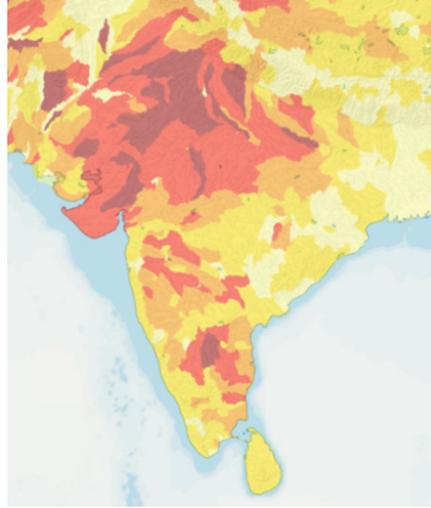
Région méditerranéenne

En Europe, la région méditerranéenne est particulièrement touchée par la pénurie d'eau. L'épuisement des ressources en eau est particulièrement élevé dans le sud de la péninsule ibérique, (Espagne et Portugal). Mais des régions d'Italie, de Grèce et de Turquie sont également touchées. Dans le sud et l'est de la Méditerranée, de nombreuses régions connaissent une grave pénurie d'eau, voire un climat désertique. Le Maroc, l'Algérie, la Libye, la Tunisie, l'Égypte ainsi qu'Israël et la Palestine sont touchés.



Les zones rouge et rouge foncé sont affectées par un épuisement élevé et très élevé de l'eau.

Épuisement de l'eau en Inde, au Mexique et dans le sud des États-Unis



Inde

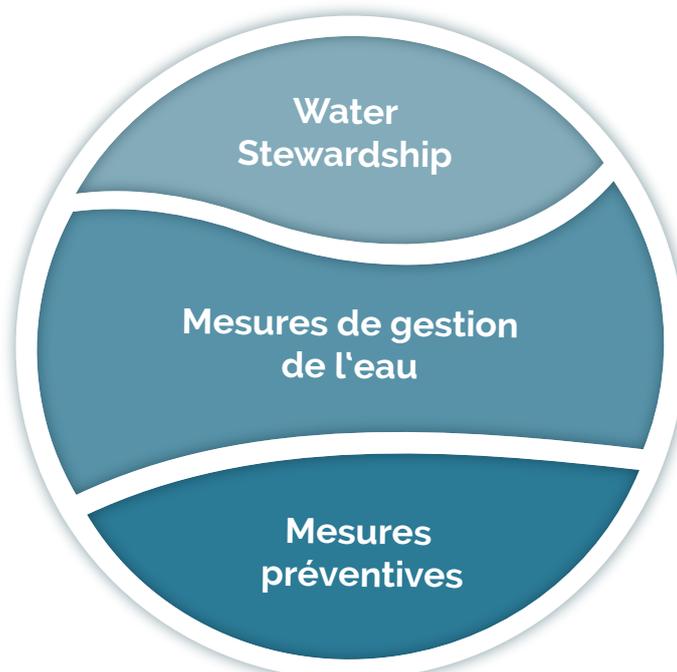
De grandes parties de l'Inde sont touchées par la pénurie d'eau. Les régions du nord-est de l'Inde (les États du Rajasthan, du Gujarat, du Madhya Pradesh et de l'Uttar Pradesh) en souffrent particulièrement. Mais les régions du sud de l'Inde sont également touchées.

Le Mexique et les États-Unis

Le nord du Mexique et les régions du sud des États-Unis souffrent également de pénuries d'eau.

1.1 Principes fondamentaux de la gestion durable de l'eau

Une gestion durable de l'eau se compose des trois dimensions suivantes: premièrement, des **mesures préventives visant à maintenir et à améliorer la fertilité du sol** doivent être appliquées dans l'exploitation. Viennent ensuite des **mesures** pratiques de **gestion de l'eau** adaptées à l'exploitation, telles que la planification de l'irrigation et le choix d'un système d'irrigation efficace. Au niveau inter-agricole, on trouve la **gestion de l'eau**, qui implique d'autres parties prenantes et utilisateurs de l'eau et vise à garantir une utilisation parcimonieuse de l'eau dans l'ensemble du bassin versant. Ce n'est que si ces trois dimensions sont prises en compte par l'entreprise qu'il peut y avoir une utilisation réellement durable de l'eau. Dans ce qui suit, nous allons approfondir ces trois dimensions.



Dimensions de la gestion durable de l'eau

1.1.1 Mesures préventives

Le **maintien et le renforcement de la fertilité du sol** sont d'une importance capitale pour l'agriculture biologique (§ B.7.1 du CDC de Naturland; Partie II, § 2.1 du cahier des charges de Bio Suisse). Une bonne fertilité des sols est la base d'une gestion durable de l'eau (Partie V, § 3.6.1.3 du CDC de Bio Suisse). Les mesures d'irrigation ne doivent pas non plus conduire à une dégradation de la fertilité des sols, par exemple par la salinisation (Partie V, § 3.6.1.3 du cahier des charges de Bio Suisse, § B,7.1 du cahier des charges de Naturland).



Un sol avec une vie active du sol est le meilleur réservoir d'eau

Un sol fertile avec une bonne structure et une vie active agit comme un tampon pour l'approvisionnement en eau des plantes. Il peut absorber davantage d'eau (meilleure infiltration), compenser dans une certaine mesure le manque d'eau, mieux stocker l'eau et la mettre à la disposition des plantes. Toutes les possibilités de promouvoir et de maintenir la fertilité des sols doivent être utilisées pour une gestion holistique et durable de l'eau.

Le tableau suivant présente des mesures pratiques pour promouvoir la fertilité des sols dans le cadre de la gestion préventive de l'eau:

Mesure préventive	Contexte	Exemples pratiques
Accumulation d'humus	La matière organique du sol peut stocker jusqu'à 90 % de son propre poids en eau. L'humus contribue également à créer une structure de sol bénéfique qui permet de stocker l'eau dans les pores. Une bonne structure du sol permet également une croissance optimale des racines et contribue ainsi à une bonne capacité d'absorption d'eau de la plante.	Ajoutez de la matière organique au sol, par exemple: <ul style="list-style-type: none"> • Compost • Charbon végétal • Engrais organiques • Résidus de culture • Rotation des cultures qui produisent de l'humus • Engrais verts, cultures dérobées
Mycorhize	Les mycorhizes sont des champignons spécialisés qui entretiennent une relation symbiotique avec les racines des plantes cultivées. De cette façon, ils augmentent la surface des racines des plantes. En outre, les mycorhizes peuvent rendre l'eau plus facilement disponible pour les plantes et les aider à absorber l'eau. Les plantes dotées de mycorhizes ont une meilleure tolérance au stress hydrique et contribuent à la stabilité des agrégats du sol.	Favoriser la mycorhize par: <ul style="list-style-type: none"> • Inoculation du sol • Travail du sol en douceur • La bonne valeur de pH du sol
Paillage	L'application d'un paillis protège le sol contre le dessèchement dû à l'évaporation en réduisant la température du sol, en empêchant l'humidité de passer dans l'air et en absorbant l'humidité de l'air dans la couverture du paillis. En même temps, la matière organique ajoute des nutriments au sol et régule les mauvaises herbes.	Paillage, par exemple avec: <ul style="list-style-type: none"> • Débris végétaux • Paille • Tonte de gazon • Films plastiques recyclables
Rotation des cultures	La rotation des cultures joue un rôle central dans l'agriculture biologique. Une rotation des cultures diversifiée peut augmenter la capacité de stockage de l'eau du sol. Les cultures intercalaires et les cultures de sous-semis doivent, si possible, être intégrées dans la rotation des cultures afin d'accumuler de l'humus et de favoriser la vie du sol. Dans ce cas, il est important de ne pas utiliser uniquement des racines pivotantes comme cultures dérobées, mais de créer une variété aussi large que possible de cultures dérobées différentes avec des systèmes racinaires différents. Cela permet de créer un système racinaire fin qui peut mieux retenir et absorber l'eau dans le sol.	Planification de la rotation des cultures: <ul style="list-style-type: none"> • Rotation des cultures aussi diversifiée que possible • Rotations de cultures qui augmentent l'humus • Intégrer les cultures dérobées et les cultures sous-semées

(Vent) haies et systèmes agroforestiers	<p>Les arbres, les haies et autres éléments structurels peuvent créer un microclimat local qui favorise l'équilibre hydrique du sol et la réduction de la consommation d'eau des plantes. Les arbres et les haies réduisent le dessèchement du sol en bloquant ou en réduisant le vent et en ombrageant la zone, favorisant également la formation d'humus. Si les arbres sont des légumineuses (par exemple, l'acacia), ils peuvent en même temps fixer l'azote.</p> <p>Le bois de systèmes agroforestiers peut être utilisé par exemple comme bois de chauffage, de paillage ou comme bois d'œuvre.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Systèmes agroforestiers • Haies de protection et autres éléments structurels tels que des arbustes • Les arbres comme coupe-vent
Mesures de contrôle de l'érosion et collecte des eaux de ruissellement	<p>La collecte et la rétention des eaux de surface est une mesure importante pour minimiser le gaspillage de l'eau d'irrigation. Les mesures de contrôle de l'érosion empêchent le ruissellement des eaux de pluie et la perte de sol fertile. Par exemple, des bassins ou des barrages faits de terre, de pierres ou de plantations peuvent garder l'eau sur le sol plus longtemps et ainsi être utilisée par les plantes.</p> <p>Pour en savoir plus sur la collecte des eaux de ruissellement, consultez l'ouvrage de la FAO suivant http://www.fao.org/3/U3160E/u3160e00.htm</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Terrasses d'habitation • Barrages • Jardinières • Plantation de contrôle de l'érosion le long des lignes de contour • Tranchées d'infiltration
Culture du sol	<p>Les mesures de travail du sol contribuent à la protection du sol et donc aussi à la conservation de l'eau. Le travail du sol en douceur ou l'absence totale de travail du sol, comme le semis direct, protège le sol de l'érosion, améliore sa structure et favorise sa vie.</p> <p>Vous trouverez plus d'informations sur le travail réduit du sol dans le dépliant de FiBL suivant : https://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/1652-bodenbearbeitung.pdf.</p>	<p>Exemples de travail réduit du sol:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Semis direct • Semis de paillis • Semences en bandes
Sélection des plantes et des variétés	<p>Les cultures et les variétés doivent être adaptées aux conditions du site. Les variétés tolérantes à la sécheresse permettent également de réduire l'irrigation.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Plantes et variétés adaptées au site • Plantes et variétés tolérantes à la sécheresse
Approvisionnement en nutriments	<p>L'apport en nutriments des plantes influence fortement la consommation d'eau d'une culture. Un apport optimal de nutriments aux jeunes plantes permet de couvrir rapidement le sol de feuilles et de réduire ainsi l'évaporation. Une importante densité des racines permet une utilisation complète de l'eau et des nutriments, est amélioré par un bon apport en nutriments. Dans le même temps, une trop grande quantité de nitrates peut entraîner une forte croissance et une consommation d'eau élevée, sans que les rendements n'augmentent.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Assurer un apport optimal de nutriments aux cultures • Éviter la sur-fertilisation • Adapter la fertilisation aux stades de végétation des plantes
Contrôle de la valeur du pH	<p>Un pH optimal du sol favorise un enracinement plus intense et plus profond, un meilleur développement des plantes et contribue à une meilleure agrégation du sol. Ainsi, la capacité d'absorption d'eau de la plante tout comme la capacité de stockage d'eau du sol augmentent.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Contrôle régulier de la valeur du pH • Chaux si nécessaire

Sources: 6, 7, 8, 9, 10

1.1.2 Mesures de gestion de l'eau

La deuxième dimension de la gestion durable de l'eau est constituée par des mesures concrètes d'irrigation dans l'exploitation. Le PGE de Naturland et Bio Suisse se concentre principalement sur ces mesures. L'irrigation devrait en principe:

- être adapté aux **besoins de la plante en eau** aux différents stades de son développement
- être adaptée à la **capacité de stockage d'eau du sol** (pour en savoir plus sur la capacité de stockage d'eau des différents types de sol, voir le guide de FibL «Bonne pratique agricole dans la gestion de l'irrigation» en ligne à l'adresse suivante : <https://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/2522-irrigation.pdf>)
- tenir compte des **conditions météorologiques**
- éviter les **pertes par évaporation**
- Éviter le **lessivage des eaux usées**^{11,12}



Mesures pour une bonne pratique de la gestion de l'eau

- Planifiez avec le système d'irrigation
- Le système d'irrigation doit être adapté au site et à la culture (voir chapitre 2.5.1 Type de système d'irrigation)
- Mesurez et calculez les besoins en eau des cultures pour adapter l'irrigation en conséquence (voir chapitre 2.5 Type d'irrigation et pratique d'irrigation)
- Prenez en compte les données météorologiques actuelles dans la planification de l'irrigation
- Planifiez et effectuez l'irrigation de manière à économiser l'eau (moment de de l'irrigation, durée de l'irrigation...) (voir chapitre 2.5.3 Pratique et planification de l'irrigation)
- Entretenez régulièrement le système d'irrigation pour éviter les pertes d'eau et conservez par écrit les données relatives à l'entretien
- Documentez l'utilisation et la consommation d'eau (voir chapitre 2.5.2 Mesure de la consommation d'eau)
- Évitez et réduisez les pertes d'eau
- Exploitez pleinement toutes les possibilités de collecte et de stockage de l'eau de pluie
- Informez-vous régulièrement des progrès réalisés en matière de techniques d'irrigation et demandez conseil à des experts sur la manière d'optimiser l'utilisation de l'eau dans votre exploitation
- Assurez-vous que la qualité de l'eau est adaptée à l'irrigation (voir chapitre 2.5.5 Qualité de l'eau)

1.1.3 Gestion de l'eau

La gestion de l'eau ne s'arrête pas au niveau de l'exploitation agricole, mais concerne l'**ensemble du bassin versant**, y compris tous les autres utilisateurs de la région. La gestion de l'eau représente l'engagement interentreprises en faveur de l'eau. L'objectif de la gestion de l'eau est la **planification et la gestion responsables des ressources en eau dans le bassin versant**, au-delà de l'exploitation individuelle.

Le cahier des charges de Naturland et Bio Suisse prévoient une coopération au niveau de l'exploitation avec les acteurs concernés (gestion de l'eau) dans le cadre du plan de gestion de l'eau (Partie V, § 3.6.2.6 du cahier des charges de Bio Suisse, § 7.2.1 du cahier des charges de Naturland). Les exploitations agricoles doivent identifier les parties prenantes concernées et collaborer activement avec elles pour progresser dans l'utilisation durable de l'eau, tant au niveau de l'exploitation que de la région (par exemple, le bassin versant). Les acteurs identifiés, l'engagement du producteur et les mesures d'optimisation prévues ou mises en œuvre doivent être documentés dans le plan de gestion.



Bonnes pratiques de gestion de l'eau

- S'efforcer d'obtenir une répartition équitable des ressources en eau dans le bassin versant.
- Comprendre les défis liés à l'eau dans le bassin versant où se trouve l'entreprise.
- Comprendre et chercher à atténuer les impacts de l'utilisation de l'eau par ses opérations sur les autres utilisateurs d'eau dans la zone de captage.
- Établir un réseau avec d'autres utilisateurs et parties prenantes dans la zone de chalandise concernée.
- Participer à des groupes ou espaces de discussions de parties prenantes.

2. COMPLÉTER LE PLAN DE GESTION DE L'EAU

Dans ce guide, vous trouverez les exigences que le plan de gestion de l'eau (PGE) impose aux exploitations agricoles, ainsi que des informations générales sur les différents points, associées à des exemples de bonnes pratiques. En outre, chaque chapitre se termine par une boîte d'information sur les meilleures pratiques pour remplir la section correspondante du plan de gestion.

Une documentation complète pour les exploitations agricoles, en tant que preuve de la gestion durable de l'eau, comprend les quatre éléments suivants.

Exigence minimale pour la soumission du plan de gestion de l'eau pour les exploitations individuelles:

1. PGE entièrement complété
2. Carte étiquetée de toutes les parcelles
3. Preuve de la légalité de l'utilisation de l'eau à toutes les sources d'eau
4. Tableau Excel complété; les deux onglets:
 - Relevé de la consommation quantitative d'eau
 - Données relatives à la légalité et à la plausibilité
5. Analyse de la qualité de l'eau selon les critères de la FAO ou des méthodes équivalentes

Les groupements de producteurs dans des régions où les ressources en eau sont limitées doivent également soumettre une documentation complète comportant les éléments suivants. Un plan de gestion de l'eau est établi pour l'ensemble du groupement.

Exigence minimale pour la soumission du plan de gestion de l'eau de groupements:

1. PGE entièrement complété pour l'ensemble du groupement
2. Tableau Excel complété «Liste producteurs Irrigation» (LPI)
3. Analyse représentative de la qualité de l'eau selon les critères de la FAO ou des méthodes équivalentes

Pour en savoir plus sur le plan de gestion de l'eau de groupements de producteurs, consultez le chapitre ci-dessous.



Meilleure pratique pour compléter le plan de gestion de l'eau

- Le plan de gestion de l'eau doit refléter la situation actuelle de l'exploitation.
- Le PGE doit être rempli dans son [intégralité](#) et soumis à Naturland ou à Bio Suisse.
- Le PGE n'est complet que si tous les reçus, les cartes et le tableau Excel (les deux onglets) sont joints.
- Le PGE doit être soumis à nouveau tous les 3 ans.

2.1 Particularités du processus pour les groupements

Les groupements de producteurs, au sens du processus de certification Naturland ou Bio Suisse, remplissent un plan de gestion de l'eau pour l'ensemble du groupement. Certaines particularités doivent ici être respectées:

- Un plan de gestion de l'eau est établi pour l'ensemble du groupement.
- Les entreprises > 25 ha ne sont pas concernées; elles sont traitées comme des entreprises individuelles et doivent établir leur propre plan de gestion de l'eau.
- Le plan de gestion de l'eau doit être complété et signé par le/la représentant/e du groupement.
- Le plan de gestion de l'eau doit être remis tous les 3 ans, avec l'ensemble des annexes, à l'organisme de certification de Naturland resp. de Bio Suisse (via l'organisme de contrôle).
- Toutefois, le tableau Excel «Liste producteurs Irrigation» (LPI) doit toujours être tenu à jour et soumis chaque année lors du contrôle.
- Les informations quantitatives sur la consommation d'eau sont transmises via l'annexe Excel «Liste producteurs Irrigation» (LPI).
- L'analyse des risques et le plan de mesures correspondant doivent porter sur l'ensemble du groupement

Pour vérifier la gestion de l'eau des groupements de producteurs, Naturland / l'organisme de contrôle sélectionne un échantillon. La taille de l'échantillon dépend de la taille du groupement de producteurs. Des cartes de toutes les surfaces et des preuves de légalité des productrices et producteurs sélectionnés dans l'échantillon doivent être fournies. Naturland / l'organisme de contrôle indique au groupement de producteurs pour quels productrices et producteurs il doit soumettre des cartes et des preuves de légalité.

Les résultats de l'évaluation du PGE sont transmis aux groupements de producteurs avec la prochaine décision de certification de Naturland ou Bio Suisse.

Le chapitre 4 fournit des indications pour remplir les tableaux Excel correspondants. Les chapitres correspondants font en outre référence aux particularités du processus pour les groupements.

2.2 Données de l'exploitation

Dans la première partie du PGE, vous saisissez dans un tableau toutes les données identifiant l'exploitation, le/la propriétaire et la ou les personnes de contact. Après le nom de l'exploitation, veuillez indiquer votre **numéro d'identification Naturland/Bio Suisse** et votre **numéro Bio-UE**. Indiquez ensuite le ou les **nom/s du ou des responsables de l'exploitation** ou **du représentant** (pour les groupements), **l'adresse e-mail et l'adresse complète de l'exploitation**. Toutes les pièces jointes au PGE (notamment les cartes et les reçus des autorités) doivent être spécifiques à l'exploitation ou au groupement de producteurs à certifier. Pour la localisation de l'exploitation, veuillez saisir les données GPS.

2.3 Origine de l'eau

Connaître l'origine de l'eau est une condition préalable importante pour des pratiques d'irrigation durables et a une influence sur les preuves de légalité (dans le cas des permis, il y a souvent des différences entre les eaux souterraines et les eaux de surface, par exemple si les mêmes autorités ne sont pas responsables). L'origine de l'eau d'irrigation doit donc être clairement définie et indiquée dans le PGE (Partie V, § 3.6.2.4. du CDC de Bio Suisse ; § 7.2.2 du CDC de Naturland).



Bonne pratique sur l'origine de l'eau d'irrigation

- Exploiter toutes les possibilités de collecte, de stockage et d'utilisation de l'eau (de pluie).
- Spécifier de manière exhaustive tous les types de sources d'eau de l'exploitation dans le PGE.
- Spécifier de manière exhaustive tous les types d'équipement d'irrigation dans le PGE
- Etiqueter complètement la carte (voir les exigences minimales)
- Des explications sur la carte doivent être disponibles
- Les informations figurant dans le PGE et sur la carte doivent correspondre

2.3.1 Type de sources d'eau

Explication des catégories d'origine de l'eau:

1. Eaux souterraines

L'eau souterraine est une eau qui atteint la surface de la terre par l'infiltration des précipitations, mais aussi en partie par l'infiltration de l'eau des lacs et des rivières. La roche dans lequel les eaux souterraines résident et s'écoulent s'appelle un aquifère. Dans les régions semi-arides et arides où la recharge des nappes phréatiques est faible, le prélèvement excessif d'eau souterraine entraîne une baisse à grande échelle du niveau des nappes phréatiques et tous les dommages environnementaux qui en découlent. L'abaissement des eaux souterraines peut avoir des conséquences considérables pour l'environnement. Les racines des arbres, des plantes et des cultures perdent leur lien avec les eaux souterraines. Le dépérissement des forêts et les sécheresses en sont la conséquence. Si les eaux souterraines doivent être utilisées pour l'irrigation au moyen de puits, l'évaluation du rendement de la ressource en eau souterraine utilisée est une condition préalable fondamentale pour l'entreprise agricole. A cet égard, l'utilisation d'une source d'eau souterraine fossile n'est autorisée par les standards Bio Suisse et Naturland qu'à titre exceptionnel, dans des cas individuels justifiés (Partie V § 3.6.3 du cahier des charges de Bio Suisse, § 7.2.4 du cahier des charges de Naturland). On parle d'eau souterraine fossile lorsque l'aquifère n'a pas eu de contact avec le cycle de l'eau depuis des milliers d'années.

2. Eaux de surface

L'eau de surface provient des masses d'eau à la surface de la terre, sous forme d'eaux courantes et d'eaux stagnantes (lacs, mers, barrages...). Ils sont intégrés dans le cycle naturel de l'eau : ils présentent donc une importance écologique majeure et doivent être protégés.

Les entreprises qui utilisent les eaux de surface le font soit en pompant directement dans le cours d'eau (droit privé), soit par le biais d'un réseau de distribution ou via les collectivités utilisatrices d'eau (droit public). Dans les deux cas, il est important que la rivière ou le lac/étang, etc. ait suffisamment d'eau résiduelle. Cela est de la plus haute importance pour les écosystèmes naturels, ainsi que pour les autres utilisateurs en aval. Il est également important de s'assurer que l'eau d'irrigation n'affecte pas négativement la qualité des produits récoltés. Cela s'applique en particulier à l'eau qui a traversé des champs gérés de manière non biologique avant d'être utilisée sur l'exploitation biologique (par exemple, la culture du riz) ou qui pourrait être contaminée par des bactéries pathogènes, des parasites ou des pesticides.



Surexploitation d'un réservoir à Malaga, en Espagne, à la fin du mois de décembre.

3. Eaux de surface provenant d'usines de désalinisation

Pour obtenir une eau de qualité potable à partir d'eau salée, il existe plusieurs méthodes qui ont déjà été utilisées et testées dans la pratique. Comme les processus sont très complexes et consomment beaucoup d'énergie, l'eau provenant des usines de dessalement reste assez chère. Le dessalement par distillation est particulièrement gourmand en énergie. L'osmose inverse nécessite moins d'énergie. Un autre risque de l'utilisation de cette technique à grande échelle est que toutes les usines produisent et rejettent des eaux usées extrêmement salées dans la mer et nuisent aux organismes qui s'y trouvent.

Si l'on utilise principalement des énergies renouvelables pour le dessalement de l'eau et si le sel produit est correctement éliminé ou traité, le dessalement de l'eau de mer offre un potentiel considérable pour l'utilisation durable (future) de l'eau.

4. Eaux usées recyclées

Les eaux usées recyclées ou les eaux de traitement sont des eaux qui ont été contaminées pendant la production à tel point qu'elles sont considérées comme impropres à la consommation. Les eaux de traitement et les eaux usées traitées offrent un important potentiel d'utilisation durable de l'eau et sont donc recommandées, à condition qu'aucune substance nocive ne reste dans l'eau et qu'il n'y ait pas de contamination du produit récolté ou du sol. Des prélèvements réguliers doivent être effectués. En outre, le traitement de l'eau devrait être effectué à l'aide d'énergies renouvelables.

5. Eau de pluie recyclée

La collecte de l'eau de pluie est le processus qui consiste à recueillir et à stocker l'eau de pluie au lieu de la laisser s'écouler. L'utilisation de l'eau de pluie offre un grand potentiel pour la conservation des ressources en eau. Toutes les possibilités de collecte, de stockage et d'utilisation de l'eau de pluie doivent donc être épuisées (cahier des charges de Bio Suisse : Partie V, § 3.6.2.3 ; cahier des charges de Naturland § 7.1). Les formes les plus courantes de collecte des eaux de pluie sont la collecte de l'eau de pluie sur les toits (notamment des serres), et la collecte de l'eau de ruissellement des champs, y compris la construction de barrages dans les drains pour créer des bassins de rétention. Le guide de la FAO «Collecte de l'eau» fournit des conseils pratiques sur le contrôle de l'érosion et la collecte de l'eau dans les champs ouverts¹³ (<http://www.fao.org/3/U3160E/u3160e00.htm>). Cependant, les exigences spécifiques à chaque pays en matière d'utilisation de l'eau de pluie sont très diverses et, dans certains cas, ne sont possibles que de manière très limitée. En cas d'utilisation d'eau de pluie, la qualité de l'eau doit être contrôlée régulièrement pour éviter toute contamination.



Bonne pratique de collecte des eaux de pluie

- Utiliser toutes les possibilités de collecte des eaux de pluie
- Si l'eau collectée n'est pas utilisée directement, elle peut être stockée dans des réservoirs, des bassins ou des lagunes.
- Les réservoirs naturels doivent être rendus imperméables en scellant la dépression avec du béton, des bâches imperméables ou de l'argile compactée.
- Couvrir les points de stockage de l'eau de pluie pour éviter l'évaporation.

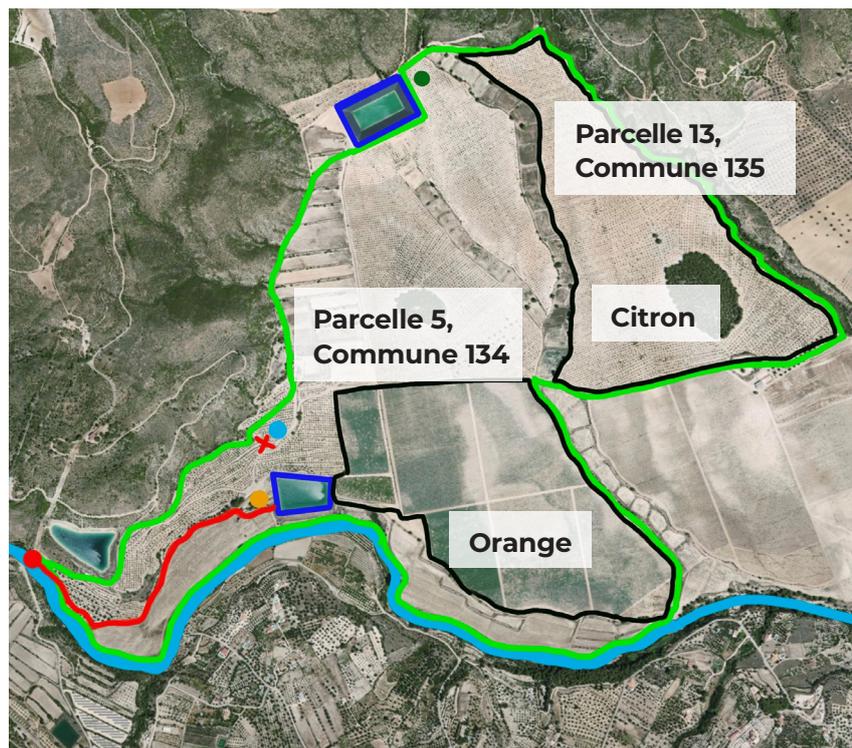
2.3.2 Type d'équipement d'irrigation

Toutes les installations d'irrigation doivent être **répertoriées** dans le plan de gestion de l'eau. Cela comprend tous les puits, compteurs d'eau, pompes à eau, prises d'eau et installations de stockage, y compris leur capacité de stockage. Les puits comprennent à la fois les puits actifs et inactifs. Une (ou des) **carte doit être** soumise comme preuve des installations d'irrigation et des zones de l'exploitation (sur la carte doivent figurer à la fois toutes les zones irriguées et toutes les zones non irriguées). **Toutes les installations d'irrigation doivent être marquées et étiquetées sur cette carte de l'exploitation.** Les installations d'irrigation indiquées et la carte doivent correspondre.

Configuration minimale de la carte:

- **Numéro Bio-UE et numéro d'exploitation de NATURLAND/BIO SUISSE**
- **Limites de l'exploitation:** elles doivent être clairement indiquées.
- **Parcelles:** Toutes les parcelles doivent être répertoriées et identifiables (avec une distinction entre celles irriguées et non-irriguées).
- **Entrées d'eau:** Toutes les entrées d'eau doivent être visibles : Puits (actifs et inactifs), pompes, points de collecte des eaux de pluie, canalisations...
- **Connexion entre les prises d'eau et les réservoirs de stockage et les conduites d'eau:** Il doit être visible, ainsi que les connexions et les conduites d'eau entre les réservoirs de stockage et les parcelles irriguées.
- **Position des compteurs:** Doit être dessiné dans le sens de la longueur.
- **Légende:** Une légende explique l'étiquetage de la carte
- **Cohérence:** toutes les informations doivent être cohérentes avec celles des autres documents soumis.

La carte suivante est un bon exemple:



Exemple d'une carte étiquetée en annexe du plan de gestion de l'eau

Légende:

- Frontières de la ferme
- Puit actif
- Réservoir d'eau
- × Compteur d'eau
- Système de contrôle
- Prélèvement d'eau du fleuve
- Puit inactif
- Parcelles irriguées
- Fleuve
- Canal du fleuve au réservoir

2.4 Légalité de l'utilisation de l'eau

Un élément clé de la gestion durable de l'eau au niveau opérationnel est la légalité de l'utilisation de l'eau. L'utilisation illégale de l'eau est un problème mondial. Par exemple, des études estiment que jusqu'à 50 % de tous les puits de la région méditerranéenne de l'Europe sont illégaux¹⁴. Le WWF affirme qu'il y a environ 500 000 puits illégaux en Espagne¹⁵. Les puits illégaux constituent un problème majeur pour le bilan hydrique de régions entières et pour les écosystèmes naturels : En raison de la surexploitation des ressources en eau par des puits illégaux et non autorisés, le niveau des eaux souterraines dans les régions touchées continue de baisser. Cela nuit non seulement aux écosystèmes naturels, mais aussi à tous les utilisateurs qui dépendent d'un équilibre hydrique intact : agriculture, établissements humains, tourisme, populations autochtones. L'utilisation illégale de l'eau affecte non seulement l'environnement mais aussi les utilisateurs légaux et, dans le cas de l'agriculture, entraîne une concurrence disproportionnée et déloyale.¹⁶ Les réglementations légales sur le prélèvement d'eau créent des conditions cadres pour une utilisation légale de l'eau qui - dans le meilleur des cas - ne dépasse pas les limites des écosystèmes naturels, mais qui est durable.

Selon le cahier des charges de Naturland et de Bio Suisse, les prélèvements d'eau doivent être conformes aux lois et règlements nationaux ou régionaux (cahier des charges de Naturland § B.I.7.2.1., cahier des charges de Bio Suisse Partie V, 3.6.2.5.). Pour **tous les prélèvements d'eau (y compris les puits), une preuve de la légalité provenant de l'autorité compétente doit être jointe au plan de gestion des eaux**. Dans les pays où il n'existe pas (ou pas assez) de réglementation légale sur l'utilisation de l'eau, suivant le principe de gouvernance*, toutes les autres installations requises doivent être obligatoirement présentées conformément au plan de gestion de l'eau. En cas d'utilisation conjointe des droits d'eau, la répartition de l'eau entre tous les utilisateurs doit être présentée de manière plausible. Ces informations doivent être en outre saisies dans le deuxième onglet «Légalité/plausibilité» de l'annexe Excel. Le chapitre 3.2 Onglet «Légalité/plausibilité» explique comment remplir le tableau Excel.

Les trois étapes suivantes vous aideront à fournir la preuve de la légalité requise:

- Étape 1 : Identification de l'origine de l'eau
- Étape 2 : Identification de l'autorité compétente
- Étape 3 : Preuve de la légalité

Identification de l'origine de l'eau

Comme décrit dans le chapitre précédent, l'eau d'irrigation peut avoir différentes origines, comme les eaux souterraines, les eaux de surface ou les eaux de pluie. En fonction des réglementations spécifiques à chaque pays ou région, les différentes origines de l'eau ont un impact sur la preuve de la légalité. Il est également important de distinguer si l'eau est utilisée à titre privé, par exemple par des puits privés ou des pompes privées dans une rivière, ou si elle est utilisée à titre public, par exemple par le réseau d'eau public ou une association d'usagers de l'eau.

Identifier les autorités compétentes

L'étape suivante pour vérifier la légalité de l'utilisation de l'eau consiste à identifier les autorités compétentes (pour l'octroi des droits d'eau). Il leur incombe de fournir et de délivrer des preuves de l'utilisation légale de l'eau.

* Naturland et Bio Suisse travaillent encore actuellement sur les critères de gouvernance en matière d'eau..

Documentation de la preuve de la légalité

Après avoir identifié l'origine de l'eau et les autorités compétentes, la dernière étape est la documentation.

Exigences minimales pour la preuve de la légalité

- Des preuves doivent être fournies pour toutes les sources d'eau
- Le certificat doit être établi à l'ordre de l'exploitation
- Le certificat doit être délivré par l'autorité compétente
- La preuve doit être (encore temporellement) valide
- Les parcelles irriguées doivent être indiquées
- La quantité maximale autorisée de prélèvement d'eau doit être apparente
- La consommation réelle ne doit pas dépasser la quantité d'eau approuvée.

Voici un exemple de ce à quoi peut ressembler une autorisation de l'autorité d'irrigation et des données importantes pour Naturland et Bio Suisse:

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE

Confederación Hidrográfica del Segura SALIDA 03/01/2006 N° 000037/. 09:31H

Vistos los informes obrantes en el expediente procede dictar la presente RESOLUCIÓN:

A) Ulтимado el expediente de referencia y considerando positivos los resultados de las actividades de identificación y confrontación efectuadas, procede revisar la inscripción n° 1944 del Registro de Aguas (Sección A, Tomo 1, Hoja 194) a nombre de D. Francisco López Navarro, en base a la Resolución de la Dirección General de Obras Hidráulicas de fecha 4 de noviembre de 1959, expediente ISR-42/88, cuya revisión se realiza en expediente RCR-11/2005, y a las labores de confrontación realizadas, el aprovechamiento cuyas características seguidamente se expresan.

CORRIENTE O ACUÍFERO: **Rivière**

CLASE Y AFECCIÓN: REGADÍO

TITULAR: **Agriculteur Dupont**

LUGAR DE LA TOMA: **Rue d'Exemple 1, 3133 Ville modèle**

VOLUMEN MÁXIMO ANUAL: 210.900 m3. (5000 m3/Ha./año)

SUPERFICIE REGABLE: 42,1800 Ha. Poligonal perimetral definida por los vértices listados en el Anejo de Coordenadas adjunto (UTM, huso 30, Datum Europeo ED-50).

Exemple 1 de preuve de la légalité de l'utilisation de l'eau

Autorité compétente

Type de preuve de légalité

Type de source d'eau

Nom du responsable de l'exploitation/exploitation

Adresse de l'exploitation

Quantité maximale de prélèvement annuel

Surface maximale à irriguer

Exemple 2 de preuve de la légalité de l'utilisation de l'eau

Autorité compétente

MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL SEGURA
COMISARIA DE AGUAS

S/REF.
N/REF.
FECHA
ASUNTO

14 JUL 2015

Cambio de titularidad de un aprovechamiento de aguas privadas.

Por delegación del Presidente de la Confederación Hidrográfica del Segura (resolución de 24 de abril de 2012; BOE n.º 109 de 07/05/2012), el Comisario de Aguas ha dictado la siguiente resolución:

“Conforme a la circular remitida por el Comisario Adjunto el 21 de junio del 2010, este expediente no precisa de informe de la O.P.H. sobre compatibilidad con el Plan Hidrológico de Cuenca, informe que en consecuencia no ha sido solicitado.

A la presente propuesta se adjunta, para su remisión a Servicios Económicos, tasa por informe facultativo con toma de datos de campo. El importe de la tasa ha sido calculado en base al Decreto 140/1960 de 4 de febrero (BOE 5/2/1960), según actualización del BOE de 30 de octubre de 2015.

Titular: **Agriculteur Dupont**
Usos del agua: *regadío.*
Lugar de la toma: **Rue d'Exemple 1, 3133 Ville modèle**
Murcia.

Volumen máximo anual: **422.966 m³**
Superficie regable: **187,57 ha.**

La superficie regable inscrita está contenida en las parcelas catastrales 5 del polígono 134 y 13 del polígono 135, ambas del término municipal de Moratalla.

La documentación aportada cumple lo establecido en el artículo 146 del Reglamento del Dominio Público Hidráulico (aprobado por RD 849/1986, de 11 de abril; BOE n.º 103, de 30 de abril de 1986 y modificado por RD 606/2003, de 23 de mayo; BOE n.º 135, de 6 de junio de 2003).

CONFEDERACION HIDROGRAFICA DEL SEGURA - Saldar N.º 201600010944 15/07/2016 12:22:36 Origen: IASDPPH

Nom du responsable de l'exploitation/exploitation

Adresse de l'exploitation

Quantité maximale de prélèvement annuel

Surface maximale à irriguer

Désignation des parcelles selon le cadastre

Dans l'annexe 5.3, vous trouverez des explications sur la documentation de la légalité de l'utilisation de l'eau dans différents pays*.



Bonnes pratiques sur la légalité de l'eau

- Une preuve complète de la légalité de toutes les sources d'eau est disponible.
- La consommation réelle d'eau ne dépasse pas la quantité approuvée
- Les documents sont établis à l'ordre de l'exploitation et lui sont clairement attribuables.
- Les documents sont actuels et valides
- La documentation est sans ambiguïté et clairement compréhensible.
- Une facture d'eau courante est présentée pour vérifier la plausibilité de la quantité d'irrigation.

* Les exigences relatives à la documentation de la légalité de l'utilisation de l'eau sont continuellement révisées et étendues par Naturland et Bio Suisse.

2.5 Type d'irrigation et pratique d'irrigation

Le type d'irrigation et les pratiques d'irrigation ont un impact majeur sur la durabilité de la gestion de l'eau. Cela comprend le choix du système d'irrigation, la mesure de la consommation d'eau, la programmation de l'irrigation et le contrôle de la qualité de l'eau.

2.5.1 Type de système d'irrigation

Le type de système d'irrigation doit être précisé et décrit brièvement dans le PGE. Selon les cahiers des charges de Bio Suisse et de Naturland, les **systèmes d'irrigation efficaces et économes en eau** sont autorisés. Les systèmes d'irrigation efficaces sont des systèmes présentant un **haut degré d'efficacité**. L'efficacité du système d'irrigation peut être calculée comme suit:

$$\text{Efficacité du système d'irrigation} = \frac{\text{Evotranspiration } ETc \left(\frac{l}{m^2} \right)}{\text{eauid'irrigationutilisée} \left(\frac{l}{m^2} \right)}$$

Les systèmes d'irrigation au goutte à goutte sont les plus efficaces, avec 80 à 95 % d'efficacité. Les micro-asperseurs ont également une efficacité élevée de 80 à 90%, alors que l'irrigation de surface n'a qu'une efficacité de 25 à 60 %.

Dans l'annexe, vous trouverez un aperçu des différents systèmes d'irrigation et de leurs avantages et inconvénients (annexe. 5.2).

Une bonne gestion de l'irrigation comprend également une **inspection et un entretien réguliers des systèmes d'irrigation**. De cette façon, les déficiences peuvent être détectées et corrigées le plus tôt possible afin d'**éviter les pertes d'eau**. Un aperçu complet des bonnes pratiques en matière d'agriculture irriguée est fourni dans le guide de FiBL «Good agricultural practice in irrigation management» (en ligne à l'adresse : <https://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/2522-irrigation.pdf>).

Le paradoxe de l'irrigation

L'hypothèse selon laquelle des économies d'eau significatives peuvent être réalisées grâce à l'utilisation de systèmes d'irrigation nouveaux/améliorés est de plus en plus remise en question. C'est une conséquence de l'utilisation accrue de systèmes d'irrigation efficaces, qui conduit souvent à l'extension de la zone irriguée et/ou à la mise en place de cultures plus gourmandes en eau.

En outre, il y a moins de retour d'eau d'irrigation dans les aquifères. Par conséquent, l'utilisation totale de l'eau augmente au niveau du bassin versant. De même, les impacts climatiques et économiques de la modernisation des systèmes d'irrigation sont associés à une augmentation de la consommation d'énergie et des émissions de CO₂ pour l'extraction, le pompage et la distribution des eaux souterraines aux volumes d'eau et à la pression appropriés.



2.5.2 Mesure de la consommation d'eau

Selon les normes de Naturland et de Bio Suisse (cahier des charges de Naturland § B.1.7.2.1, cahier des charges de Bio Suisse Partie V, § 3.6.2.4), **la consommation d'eau (m³/ha/a) de la ferme doit être enregistrée** grâce à des compteurs d'eau et, si nécessaire, des capteurs de débit (débitmètres).



Exemple Compteur d'eau

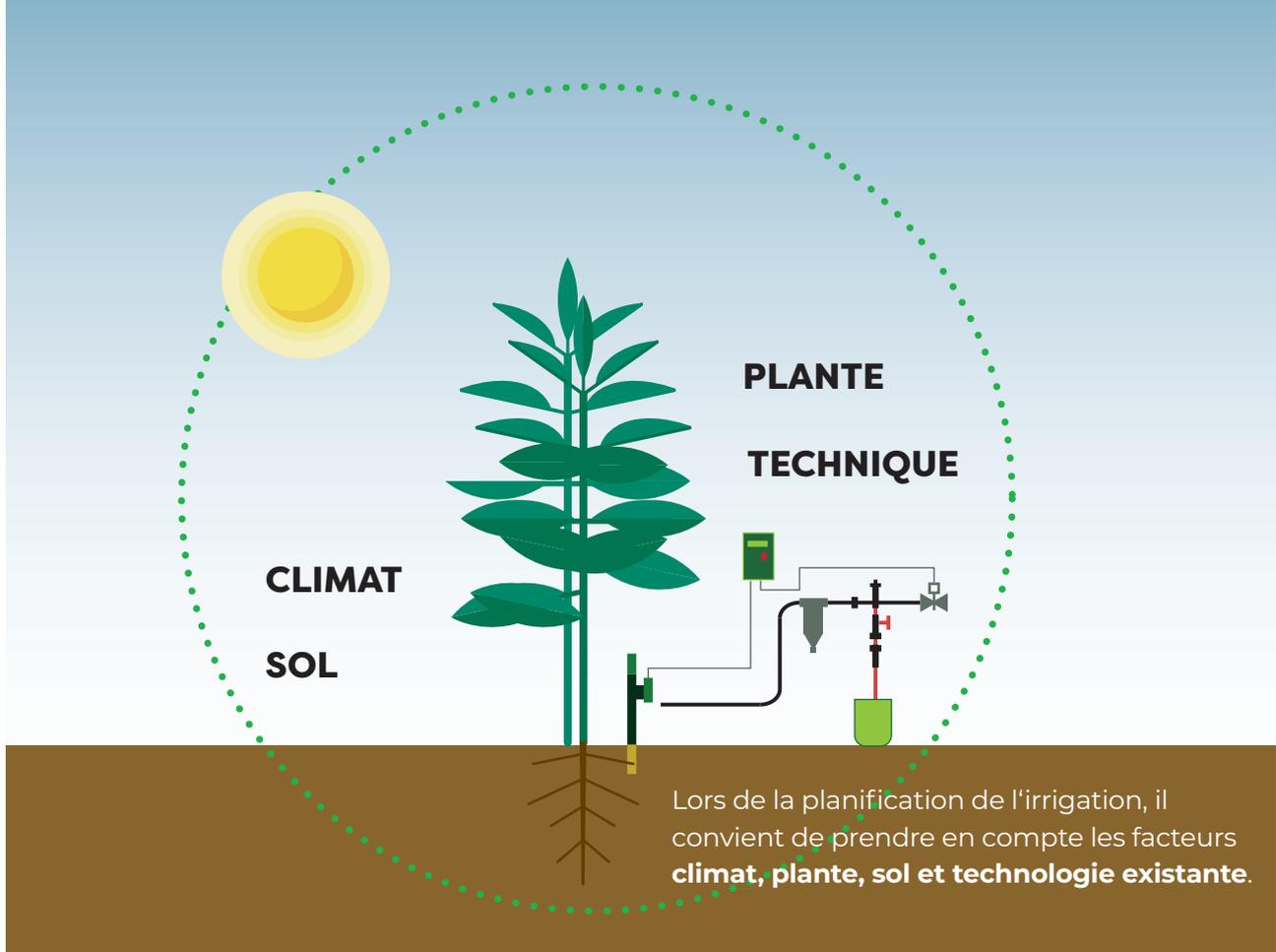
2.5.3 Pratique et planification de l'irrigation

Les cahiers des charges de Naturland et Bio Suisse précisent que l'irrigation doit être réalisée selon les règles de l'art (CDC de Naturland § 7.1). La programmation de l'irrigation est le processus de décision qui permet de déterminer quand irriguer les plantes et avec quelle quantité d'eau. Elle est donc l'un des facteurs les plus importants pour la croissance des plantes et la gestion durable de l'irrigation¹⁷.



Irrigation de précision

L'irrigation de précision est l'intégration des technologies d'information, de communication et de contrôle dans le processus d'irrigation afin d'obtenir une utilisation optimale des ressources en eau tout en minimisant l'impact environnemental. L'irrigation de précision est un outil puissant pour planifier et mettre en œuvre une irrigation optimale.



2.5.4 Méthodes d'évaluation de la fréquence et de l'intensité de l'irrigation

Pour évaluer la fréquence et la quantité d'arrosage, il existe plusieurs méthodes. Il s'agit notamment de:

- Modèles d'évapotranspiration
- Méthodes de mesure de l'humidité du sol
- Évaluation des installations

Les méthodes sont brièvement présentées ci-dessous. Pour une programmation optimale de l'irrigation, une combinaison de ces trois méthodes est recommandée.

Modèles d'évapotranspiration

Les modèles d'évapotranspiration peuvent être utilisés pour planifier l'irrigation. Certains paramètres sont importants pour le calcul, que nous expliquons ci-dessous:

Capacité utile du champ

Les pores du sol dont le diamètre est supérieur à $10\ \mu\text{m}$ (pores grossiers) ou à $50\ \mu\text{m}$ (macropores) ne peuvent pas retenir le capillaire d'eau du sol. Il s'écoule à travers eux. Les pores inférieurs à $0,2\ \mu\text{m}$ (pores fins) retiennent l'eau par des forces d'adhérence de telle sorte que les racines des plantes ne peuvent plus l'extraire. Cette eau dans les pores fins est donc appelée eau morte (TOT) ($pF > 4,2$). À long terme, l'eau contenue dans les pores centraux (10 à $0,2\ \mu\text{m}$) est donc importante pour les plantes. Cet apport d'eau est la capacité utile du champ ($nFK = FK - \text{TOT}$). Si un sol s'assèche au point que seuls les pores fins transportent encore de l'eau ($pF 4,2$), le point de flétrissement permanent (PWP) est atteint pour de nombreuses plantes utiles et de jardin.

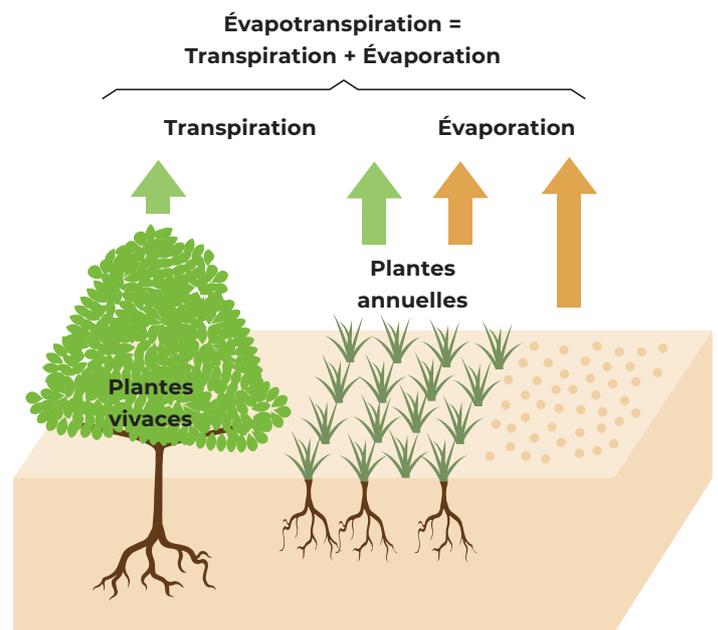
Des instructions détaillées pour déterminer le nFK peuvent être trouvées dans le guide Fibl «Good irrigation Practice» (: <https://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/2522-irrigation.pdf>).

Évapotranspiration

Transpiration: la plupart de l'eau que les plantes absorbent du sol par leurs racines est finalement relâchée dans l'atmosphère sous forme de vapeur. La libération de la vapeur d'eau est appelée transpiration

Évaporation: l'eau s'évapore aussi directement du sol vers l'atmosphère. Ce processus est appelé évaporation.

L'évapotranspiration est la somme de la transpiration et de l'évaporation, c'est-à-dire l'évaporation de l'eau des plantes et des surfaces du sol et de l'eau. C'est un paramètre important dans la planification de l'irrigation.



Si l'évapotranspiration est supérieure à la capacité utilisable du champ → Irrigation nécessaire
Si l'évapotranspiration est inférieure à la capacité utilisable du champ → pas d'irrigation.

L'évapotranspiration peut être mesurée à l'aide d'un bac d'évaporation ou calculée à partir de données météorologiques. Dans les régions où les cultures irriguées sont importantes, les services météorologiques locaux ou les autorités agricoles surveillent et fournissent des informations sur l'évapotranspiration.

Mesurer l'humidité du sol

Une méthode simple et peu coûteuse pour déterminer si les plantes souffrent de stress hydrique consiste à mesurer la tension de l'eau dans le sol à l'aide d'humidimètres.

Instruments de mesure de la tension hydrique du sol et de l'humidité du sol:

- Tensiomètre
- Blocs Gypson
- Sondes neutroniques



Évaluation des plantes

Auch eine Beurteilung der Pflanze kann Aufschluss über ihren Wasserbedarf geben. In der Vergangenheit wurde das durch das Beobachten der Pflanzen gemacht. Heute gibt es technische Möglichkeiten um Wasserstress-relevante Parameter von Pflanzen zu erfassen.



Capteurs de plantes:

- Flux de sève de la plante
- Microvariation de la souche
- Température de la feuille (voir image)¹⁸

La température absolue d'une feuille peut être mesurée avec le thermomètre à feuilles.

Infobox Irrigation déficitaire

L'irrigation déficitaire est l'irrigation agricole avec une quantité d'eau délibérément donnée en dessous de la demande en eau de la culture. L'irrigation déficitaire offre la possibilité d'accroître l'efficacité de l'utilisation de l'eau en agriculture. L'efficacité de l'utilisation de l'eau exprime le rendement des cultures par unité d'eau:

$$\text{Efficacité de l'utilisation de l'eau} = \frac{\text{récolte} \left(\frac{t}{ha} \right)}{\text{eau utilisée pour l'irrigation} \left(\frac{l}{m^2} \right)}$$

L'irrigation déficitaire des raisins, par exemple, permet d'obtenir une teneur en sucre plus élevée et une meilleure qualité des fruits. Dans le cas des olives, l'irrigation déficitaire peut conduire à un rendement en huile plus élevé et de meilleure qualité (plus d'acides gras insaturés et de polyphénols).

2.5.5 Qualité de l'eau

La qualité de l'eau est de la plus haute importance pour la croissance des plantes et la qualité des produits. Les cahiers des charges de Naturland et Bio Suisse précisent que **l'irrigation ne doit pas entraîner une dégradation à long terme de la fertilité des sols**, par exemple par la salinisation et l'érosion. En outre, **l'eau d'irrigation ne doit pas nuire à la qualité des produits récoltés** (CDC de Naturland § 7.1, CDC de Bio Suisse Partie V, § 3.6.1.2). S'il existe un risque accru, des mesures doivent être prises pour le réduire. Les directives de la FAO sur la qualité de l'eau sont utilisées pour évaluer la qualité de l'eau d'irrigation, voir l'annexe du guide (annexe 5.5).

Les critères de la FAO sur la qualité de l'eau sont brièvement expliqués ci-dessous:

Salinisation: l'irrigation avec de l'eau salée peut **détruire irrémédiablement la fertilité du sol**. Le sel contenu dans l'eau d'irrigation s'accumule dans le sol et finit par atteindre des niveaux qui rendent la production agricole impossible. Les sels présents dans le sol réduisent également la disponibilité de l'eau pour la plante à tel point que le rendement est affecté. La salinité est mesurée par la conductivité électrique (valeur EC) ou les solides totaux dissous (valeur TDS).¹⁹

Vous trouverez des informations plus détaillées sur la salinisation et les moyens de faire face à une salinité excessive des sols dans le manuel de la FAO «Salt-Affected Soils and their Management», disponible en ligne à l'adresse <http://www.fao.org/3/x5871e/x5871e00.htm>.

Infiltration: **Une teneur élevée en sodium ou faible en calcium** du sol ou de l'eau **réduit l'infiltration**, c'est-à-dire la vitesse à laquelle l'eau d'irrigation pénètre dans le sol, parfois à tel point que l'eau ne peut pas s'infiltrer suffisamment pour alimenter les plantes de manière adéquate d'une irrigation à l'autre.

Ions toxiques: Certains ions (**sodium, chlorure ou bore**) provenant du sol ou de l'eau s'accumulent dans une culture sensible à des concentrations suffisamment élevées pour causer des **dommages** à la culture et **réduire le rendement**.

Nitrates: l'excès de nutriments **réduit le rendement et la qualité**²⁰ et affecte les eaux souterraines..

Matériel et technique d'échantillonnage, paquet d'analyse

L'analyse de l'eau ne peut être aussi précise, et donc significative, que l'échantillon prélevé. Pour la technique d'échantillonnage, y compris le matériel, les conditions de transport et le choix de la formule d'analyse, le chef d'exploitation doit contacter au préalable un laboratoire accrédité. L'échantillon doit être étiqueté avec le lieu d'échantillonnage (géographique, unité fonctionnelle du système d'irrigation) et l'heure.

Choix du moment et du lieu de l'échantillonnage:

L'eau appliquée au sol et aux plantes doit être conforme aux exigences de la FAO. Le chef d'exploitation doit bien réfléchir au moment où l'échantillon d'eau doit être prélevé afin d'obtenir un résultat d'analyse représentatif. Par exemple, si le système d'irrigation comprend une étape de traitement, l'échantillon d'eau doit être prélevé après cette étape. Selon la structure du système d'irrigation (plusieurs origines, système de tuyaux ramifiés), plusieurs échantillons doivent être prélevés. Si un résultat d'analyse ne répond pas aux exigences de la FAO, l'exploitation doit déterminer d'autres lieux d'échantillonnage afin de trouver la cause de la divergence des valeurs. La fréquence de l'échantillonnage dépend de la fluctuation des paramètres de l'eau d'irrigation. Les eaux de surface sont généralement soumises à des fluctuations plus importantes que les eaux souterraines. S'il peut être démontré que les paramètres pertinents sont soumis à une moindre fluctuation, les tests doivent être effectués moins fréquemment. Il est recommandé d'effectuer chaque année une analyse FAO de l'eau d'irrigation. Il doit être soumis à Naturland ou Bio Suisse tous les 3 ans, avec la documentation complète du plan de gestion des eaux. Tout dépassement des valeurs doit être documenté et inclus dans l'analyse des risques et le plan de mesures.



Bonne pratique en matière de planification et de pratique de l'irrigation

- Un système d'irrigation efficace est utilisé
- La consommation d'eau est mesurée
- L'irrigation est réalisée sur la base des bonnes pratiques professionnelles.
- Des contrôles et un entretien régulier sont effectués sur le système d'irrigation
- Les plans d'entretien et les registres d'entretien sont disponibles
- Une analyse annuelle de la qualité de l'eau selon les critères de la FAO est disponible.

2.6 Analyse des risques et plan de mesures

La dernière section du PGE porte sur les risques et les mesures liés à l'eau. Les entreprises ou les groupes de producteurs doivent **analyser les risques liés** à l'utilisation de l'eau et **prendre des mesures** pour réduire ou prévenir ces risques. Tout d'abord, nommez et expliquez les 3 risques les plus importants pour votre entreprise et dressez la liste des utilisateurs de l'eau ou des parties prenantes qui sont également concernés par ces risques. Citez et expliquez ensuite 3 mesures mises en œuvre ou dont la mise en œuvre est prévue. Les mesures qui sont ou seront mises en œuvre par plusieurs utilisateurs de l'eau ou groupes de parties prenantes dans le bassin versant doivent également être énumérées. Dans l'annexe (annexe 4.4), vous trouverez des exemples de risques et de mesures possibles.



Bonne pratique pour l'analyse des risques et le plan de mesures

- Les risques liés à l'eau sont identifiés et enregistrés
- L'analyse des risques tient compte à la fois de la situation opérationnelle et du niveau supra-opérationnel du bassin versant.
- Les risques de tous les domaines sont analysés et pris en compte s'ils sont applicables à l'entreprise.
- Des mesures sont prises et documentées
- Ces mesures sont adaptées à l'opération

3. INSTRUCTIONS POUR REMPLIR L'ANNEXE EXCEL

Le PGE doit obligatoirement inclure le **tableau Excel** de Naturland et Bio Suisse pour **l'enregistrement des quantités d'eau utilisées pour l'irrigation** et la **preuve de la légalité et de la plausibilité** des ressources en eau. Ce tableau a pour but de fournir aux responsables de l'exploitation un **aperçu de la consommation réelle d'eau** de l'exploitation et de pouvoir ainsi identifier les **économies potentielles**. Il permet également à Naturland et Bio Suisse d'évaluer la consommation d'eau d'une exploitation et d'en vérifier la plausibilité. Toutes les données quantitatives sur l'irrigation doivent être saisies dans l'onglet 1 du tableau Excel. Vous recevrez le modèle de tableau en même temps que le PGE.

Voici une explication de la structure du tableau et une aide pratique pour le remplir.



Bonne pratique pour remplir le tableau Excel

- Remplir les deux onglets du tableau en permanence
- Le tableau est vérifié chaque année lors du contrôle Naturland/Bio Suisse
- Il est à soumettre tous les 3 ans à Naturland/Bio Suisse
- Les données du PGE et du tableau doivent correspondre
- La consommation d'eau et la quantité irriguée sont plausibles
- La consommation totale d'eau selon les droits d'eau correspond à la quantité d'eau approuvée par l'autorité compétente

3.1 Onglet 1: «Données quantitatives sur l'irrigation»

Dans un premier temps, saisissez toutes les données de l'exploitation aux lignes 2 à 6 afin que le PGE et le tableau puissent être clairement lié à votre exploitation.

Évaluation de la quantité d'eau utilisée – annexe au plan de gestion de l'eau									
Nom de la ferme:	Agriculteur Dupont								
Numéro de la ferme (n° Bio-UE et n° BS / NL):	Numéro UE bio et numéro d'exploitation Naturland								
Adresse / Région / Pays:	Rue d'Exemple 1, 3133 Ville modèle								
Personne de contact:	Jean Dupont								
Date de la saisie des données / du contrôle:

L'étape suivante consiste à indiquer la superficie de l'exploitation en hectares. Saisissez d'abord la superficie totale (1.1), puis divisez-la en zones irriguées (1.2) et non irriguées (1.3). Si la totalité de la superficie de l'exploitation est irriguée, inscrire un zéro à la ligne 1.3. Ces informations doivent correspondre à celles que vous avez fournies dans le PGE dans la partie «1.1 Zones agricoles». Le tableau est destiné à être utilisé pendant plusieurs années. Comme les surfaces agricoles peuvent changer au fil du temps, veuillez saisir les données sur les surfaces agricoles pour chaque année (même si elles sont restées les mêmes, veuillez remplir les champs pour chaque année).

Cet onglet ne doit pas être rempli dans le plan de gestion de l'eau des groupements. Les informations correspondantes sont transmises via la «Liste producteurs Irrigation» (LPI) (autre document Excel).

Tous les champs marqués en jaune doivent être remplis!		An 1	An 2	An 3	An 4
1	Surface de la ferme durant l'année concernée	2021	2022	2023	2024
1,1	Surface totale de la ferme (ha)	229,75			
1.2.	Dont surface irriguée (ha)	114,15			
1.3.	Dont surface non irriguée (ha)	115,60			

3.1.1 Consommation d'eau et utilisation selon les droits d'eau (sections 2 + 3)

La section 2 du tableau porte sur la **consommation totale d'eau de l'exploitation** (2.1). Ici, toutes les quantités d'eau prélevées (p. ex. à partir des factures d'eau, de mesures personnelles avec le compteur d'eau) sont additionnées et indiquées en m³.

2	Quantité totale et par ha d'eau utilisée durant l'année concernée	2021	2022	2023	2024
2.1.	Quantité totale d'eau utilisée par la ferme (m ³)	650.038			
2.2.	Quantité d'eau utilisée par ha de surface irriguée (m ³ /ha)	5.695	#DIV/0!	#WERT!	#WERT!
3	Utilisation conforme aux droits d'eau	2021	2022	2023	2024
3,1	Utilisation de l'eau en m ³ conforme aux droits concessionnaires (6)	653.866			
3,2	Utilisation de l'eau en m ³ provenant d'une Water User Association (WUA) (7)				
3,3	Utilisation de l'eau en m ³ provenant d'un réseau public				
3,4	Autre utilisation de l'eau en m ³ (p. ex. récupération des eaux pluviales)				
3,5	Quantité totale d'eau utilisée conformément aux droits d'eau, m ³	653.866	0	0	0

Dans la section 3, entrer la consommation d'eau de nouveau à l'aide des droits d'eau (privés ou communautaires). La quantité autorisée selon les droits d'eau (documentée par une preuve de légalité) ne doit pas dépasser la quantité prélevée. Les données doivent ici correspondre aux valeurs de l'onglet 2 «Légalité/plausibilité».

3.1.2 Données climatiques (section 4)

La section 4 est consacrée aux **quantités de précipitations par an** et à la **température moyenne** de la région où se trouve votre exploitation. Les données climatiques peuvent être consultées sur les pages des services météorologiques des régions concernées. Si, au cours d'une année, des événements météorologiques particuliers ont eu un impact sur la consommation d'eau de votre exploitation, notez-le dans le champ 4.3. Il peut s'agir de fortes précipitations ou de périodes sèches inhabituelles, par exemple.

4	Données climatiques et incidents spécifiques	2021	2022	2023	2024
4,1	Précipitations annuelles (mm)	453			
4,2	Températures Ø [°C]	16,1			
4,3	Remarques concernant le climat, les variations annuelles et les incidents spécifiques	Des précipitations faibles l'an dernier			

3.1.3 Consommation d'eau des cultures (section 5)

Dans la dernière section, l'**empreinte hydrique des différentes cultures** peut être calculée. Pour ce faire, saisissez pour chaque culture de votre exploitation la superficie irriguée en hectares (5.1.1) et la consommation totale d'eau pour cette culture (5.1.2). Saisissez également le rendement en kilogrammes par hectare (5.1.4) pour la culture concernée. Avec ces données, le tableau calcule automatiquement la consommation d'eau en litres par kilogramme de produit. Cela vous indique la quantité d'eau nécessaire pour un kilo de la culture concernée. Dans notre exemple, il s'agit de 486 litres d'eau pour un kilo de citrons.

5	Utilisation d'eau par culture	2021	2022	2023	2024
5.1	AJOUTEZ VOTRE 1^{ère} CULTURE ICI →	Citron	CROP 1	CROP 1	CROP 1
5.1.1	... dont SURFACE IRRIGUÉE 1 ^{ère} CULTURE (surface en ha)	81,0			
5.1.2	Culture 1: Quantité totale d'eau utilisée (m ³)	461.295			
5.1.3	Culture 1: Eau utilisée en m ³ /ha	5.695	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
5.1.4	Culture 1: Récolte en kg (total)	950.000			
5.1.5	Culture 1: Récolte en kg/ha	11.728	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
5.1.6	Culture 1: Impact hydrique en l/kg	486	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
5.2	AJOUTEZ VOTRE 2^{ème} CULTURE ICI →	Orange	CROP 2	CROP 2	CROP 2
5.2.1	... dont SURFACE IRRIGUÉE 2 ^{ème} CULTURE (surface en ha)	33,8			
5.2.2	Culture 2: Quantité totale d'eau utilisée (m ³)	192.206			
5.2.3	Culture 2: Eau utilisée en m ³ /ha	5.687	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
5.2.4	Culture 2: Récolte en kg (total)	1.400.000			
5.2.5	Culture 2: Récolte en kg/ha	41.420	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
5.2.6	Culture 2: Impact hydrique en l/kg	137	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!

3.2 Onglet 2: «Légalité/plausibilité»

Cet onglet fournit des informations précises sur la légalité des ressources en eau utilisées. Les informations doivent correspondre à celles des documents de légalité joints. Une ligne doit être créée dans le tableau Excel pour chaque source d'eau d'irrigation.

Dans la première section «Données des documents de légalité», les données des documents doivent être saisies dans le tableau. Il convient tout d'abord de mentionner le type de preuve de légalité et l'autorité qui a délivrée celle-ci. La colonne suivante est destinée aux informations sur la surface et la source d'eau correspondante. Les informations sur la surface figurent sur la preuve de légalité, ainsi que la quantité maximale d'eau pouvant être prélevée par hectare ou la quantité totale d'eau. Le nom de l'exploitation pour laquelle les droits d'eau ont été délivrés et la désignation des parcelles doivent également être indiqués dans cette section. En ce qui concerne la désignation des parcelles, il s'agit en général des numéros cadastraux qui se trouvent aussi dans les documents de légalité.

Irrigation	Données de documents de légalité					
	Type de ressource en eau (puits, WUA, etc.)	Preuve de légalité et autorité compétente	Surface (ha)	Quantité d'eau par hectare (m ³ /ha)	Quantité totale d'eau (m ³)	Droit d'eau délivré au nom de (nom)
<i>p. ex. puits</i>	<i>Extrait du registre des eaux, Junta de Andalucía</i>	5,00	3000,00	15000,00	Agriculteur XY	70/110
Rivière	registre des eaux, ministère de l'Envi	42,18	5000,00	210900,00	Agriculteur Dupont	134/ 5
Puits	Ministère de l'Agriculture, de l'Alime	187,57	2254,00	442966,00	Agriculteur Dupont	134/ 13

Dans la section suivante, les données du certificat bio UE doivent être reprises. Ce sont principalement des données relatives à la surface, pour pouvoir identifier facilement les parcelles irriguées. Il convient donc d'abord de mentionner la désignation des parcelles conformément au certificat bio UE actuel. Indiquer aussi le nombre de parcelles et la surface totale de celles-ci en hectares. Ces données doivent être vérifiées par l'organisme de contrôle.

Données vérifiées certificat Bio-UE			
Désignation parcelles selon certificat Bio-UE		Nombre total de parcelles (unités)	Surface totale (ha)
Poligono (commune)	Parcela (parcelle)		
70	110	5	5,00
134	5	1	42,18
135	13	1	187,57

Des informations complémentaires doivent être consignées dans la dernière section de l'onglet. Par exemple, indication des parcelles irriguées et de celles qui ne le sont pas.

En outre, les droits d'eau partagés relatifs à la même source doivent aussi être mentionnés. Ceci est particulièrement important pour éviter toute confusion ou incertitude sur la quantité d'eau provenant d'une source. C'est pourquoi le nom de la personne avec laquelle les droits d'eau sont partagés doit être indiqué dans l'avant-dernière colonne. Des informations supplémentaires sur la source d'eau peuvent également être fournies. Par exemple, si les contrats relatifs à la source sont toujours établis au nom d'anciens propriétaires.

Remarques/autres	
Droit d'eau partagé (si OUI: avec qui?)	Tout ce qui peut contribuer à une meilleure compréhension p. ex. document délivré au nom d'un ancien propriétaire, droits d'eau partagés
OUI	<i>Droit d'eau partagé par moitié avec X</i>
NON	EXEMPLE 1
NON	EXEMPLE 2

Le chapitre 2.4 Légalité de l'utilisation de l'eau fournit des informations générales sur la pertinence de la preuve de la légalité de l'utilisation de l'eau. En outre, des explications concernant la documentation de la légalité de l'utilisation de l'eau dans différents pays figurent en annexe (annexe 5.3)*.

4. ANNEXE EXCEL «LISTE PRODUCTEURS IRRIGATION» (LPI)

Cette annexe Excel ne doit être complétée que par les membres de groupements de producteurs situés dans une région dont les ressources en eau sont limitées. Le tableau doit être rempli par la personne responsable du projet, puis vérifié par le contrôleur. Une ligne distincte doit être remplie entièrement pour chacune des exploitations qui utilisent l'eau d'irrigation. Dans un premier temps, il convient de saisir les informations générales relatives aux exploitations, à savoir le nom de l'exploitation, la région, la surface totale et la surface irriguée de l'exploitation, ainsi que le nombre de parcelles irriguées.

Producteur Nom / Code	Région	Surface totale de chaque producteur (ha)	Surface irriguée de chaque producteur (ha)	Nombre de parcelles irriguées
Exemple 1	Nom de la région	12,52	11,60	2
Exemple 2	Nom de la région	1,25	0,85	1

L'origine de l'eau d'irrigation doit être indiquée dans la colonne F. Le chapitre 2.3.1 de ce guide énumère et décrit les différentes sources d'eau. Ensuite, le nombre de sources d'eau doit correspondre

* Les exigences en matière de documentation de la légalité de l'utilisation de l'eau sont régulièrement remaniées et complétées par Naturland et Bio Suisse

aux informations fournies dans la colonne F. Le tableau ci-dessous concerne le type d'installation d'irrigation. Le chapitre 2.3.2 fournit des informations plus détaillées à ce sujet.

Des précisions sur la légalité de l'utilisation de l'eau sont également demandées. Seul le type de preuve doit être indiqué dans ce tableau. Toutefois, l'exactitude et l'exhaustivité des informations sont ensuite vérifiées sur la base d'un échantillon d'exploitations. Les documents correspondants, tels que les cartes et les preuves de légalité, doivent donc déjà être disponibles au moment de compléter le tableau LPI. Vous trouverez de plus amples informations sur les preuves de légalité dans le chapitre précédent 3.2 «Onglet Légalité/plausibilité».

Source(s) de l'eau d'irrigation (p. ex. eau souterraine, eau de surface...)	Nombre de toutes les sources d'eau	Types d'installation d'irrigation (p. ex. puits (privé/public), pompe à eau...)	Type de preuve de l'utilisation légale de l'eau (p. ex. contrats, permis officiels, concessions, ...)
eau souterraine + désalinisée	2	puits privé + installation de désalinisation	Autorisation écrite de l'administration locale des eaux et contrat avec l'association des irrigants locaux.
eau de surface	1	conduite d'eau depuis le cours d'eau	Concession des eaux de surface par l'autorité environnementale nationale

Le tableau ci-dessous concerne le système d'irrigation. Les chapitres 2.5 et 5.2 fournissent des explications plus détaillées très utiles pour remplir celui-ci. Les dernières colonnes permettent de saisir des informations supplémentaires sur la consommation d'eau de l'exploitation. Selon les directives de Naturland et Bio Suisse (Naturland B.I.7.2.1, Bio Suisse Partie V, 3.6.2.4), il est nécessaire d'indiquer la consommation d'eau de l'exploitation ($m^3/ha/an$). Par le biais par exemple de compteurs d'eau et, éventuellement, de capteurs de débit (flow meters). Les valeurs mesurées doivent alors être consignées. La colonne L est destinée à la consommation d'eau de l'ensemble de l'exploitation en m^3 sur une année. Dans la colonne M, cette valeur est rapportée à la superficie pour indiquer la consommation d'eau par hectare sur une année. Enfin, toutes les cultures de l'exploitation qui sont irriguées doivent être listées.

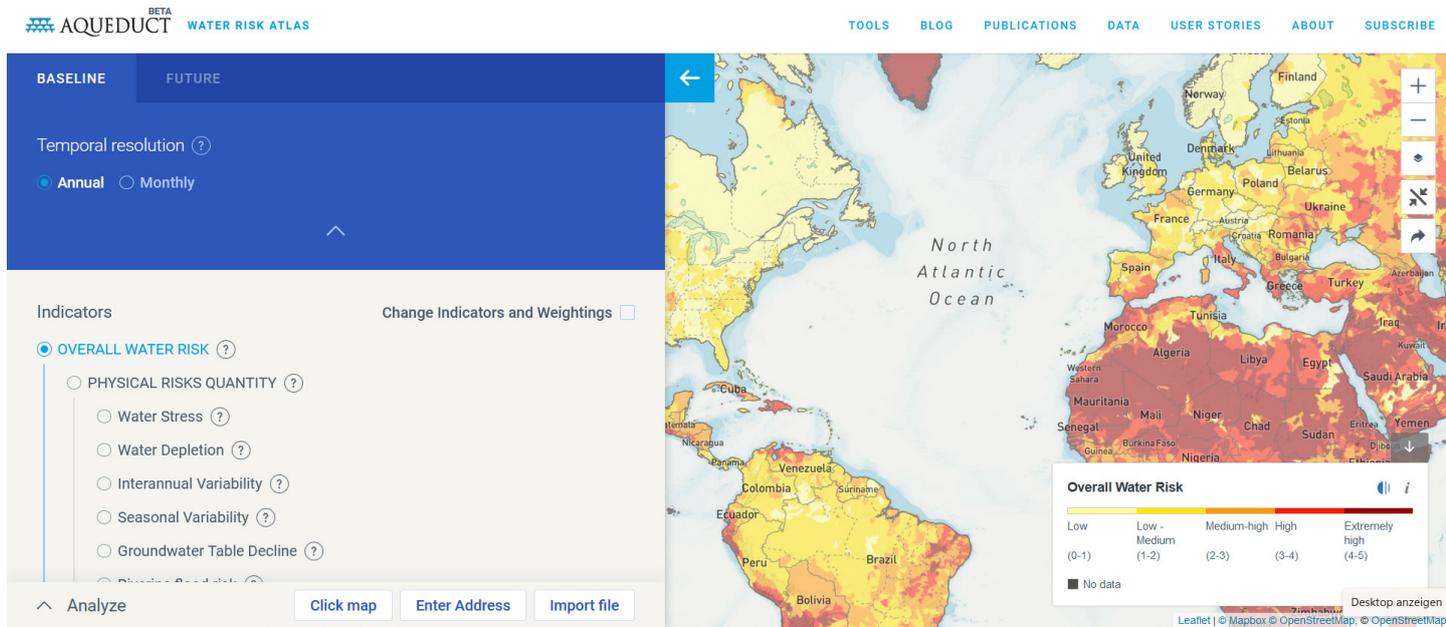
Système d'irrigation (p. ex. irrigation goutte-à-goutte, etc.)	Comment la consommation de la ferme est-elle documentée? (p. ex. compteur d'eau, facture d'eau ...)	Consommation totale d'eau de la ferme (m^3/an)	Eau utilisée par ha de surface irrigué (m^3/an)	Cultures irriguées
Irrigation goutte-à-goutte	compteur d'eau	45.000	3.879	citronnier
aspersion	compteur d'eau	2.300	2.705	abricotiers et noyers

5. ANNEXE

5.1 Instruction sur le logiciel Aqueducts Water Filter

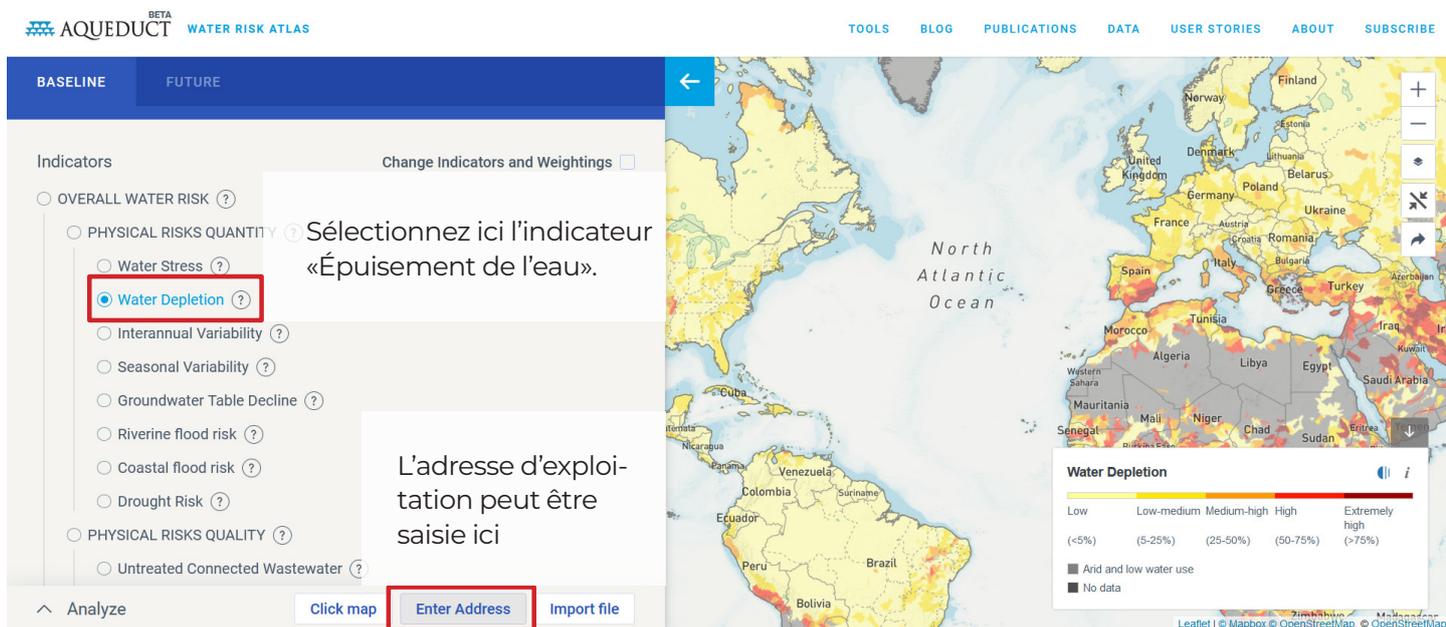
Ouvrez Aqueduct Water Filter grâce au lien suivant:

<https://wri.org/applications/aqueduct/water-risk-atlas>



Dans l'onglet de gauche, les différents indicateurs à filtrer peuvent être sélectionnés.

Les cahiers des charges Naturland et Bio Suisse utilisent l'indicateur «Épuisement de l'eau». Les exploitations agricoles situées dans des régions classées «Haute» (en rouge sur la carte) ou «Très haute» (en rouge foncé sur la carte) selon l'Aqueduct Filter doivent soumettre un plan de gestion de l'eau.



1

2

32

3

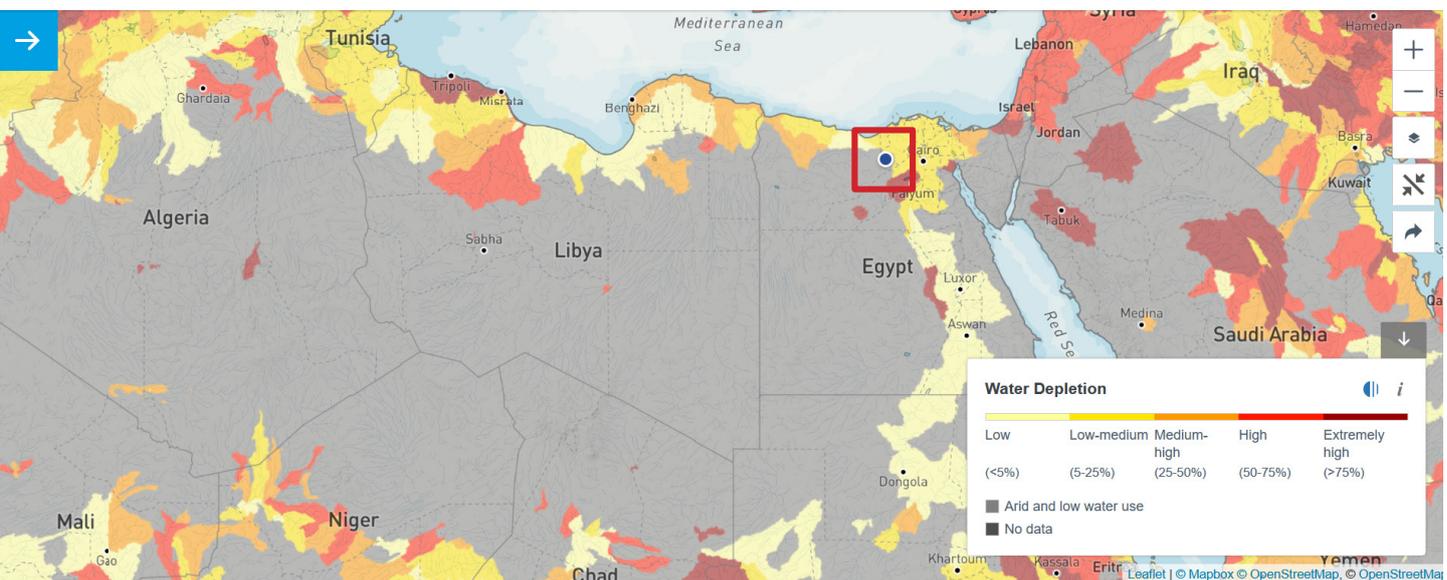
La fonction «Entrer l'adresse» permet de rechercher directement l'adresse d'une entreprise et de l'afficher comme un point sur la carte du monde. Les données GPS de l'entreprise peuvent également être saisies ici.

4

Le bouton i permet de créer une définition pour chaque indicateur.

5

Les exploitations situées dans des régions au climat désertique ou classées comme «arides et à faible utilisation d'eau» (en gris sur la carte) doivent également disposer d'un plan de gestion de l'eau.



5.2 Aperçu des systèmes d'irrigation

	Irrigation de surface	Irrigation par aspersion
		
Types	<ul style="list-style-type: none"> • Irrigation par inondation • Irrigation des sillons • Irrigation par inondation 	<ul style="list-style-type: none"> • Systèmes installés de façon permanente • Systèmes avec lignes principales fixes et lignes latérales mobiles • Systèmes de pivotement • Arroseur à pistolet de pluie
Caractéristiques	<ul style="list-style-type: none"> • Irrigation par gravité • Irrigation par inondation : bassins fermés par des barrages en terre et remplis d'eau (par exemple pour le riz). • Irrigation par sillons : Eau dirigée à travers des sillons le long des rangées de plantes (par exemple, culture de légumes). • Irrigation par déversement : l'eau est dirigée à travers des sillons à intervalles réguliers. 	<ul style="list-style-type: none"> • Systèmes sous pression, généralement avec des lignes principales et secondaires se terminant par un ou plusieurs arroseurs (émetteurs). • Différents diamètres de transport possibles • La pression et les dimensions de l'émetteur sont ajustées pour éviter les gouttelettes trop grosses ou trop petites.
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> • Demande d'énergie faible ou nulle • Faible besoin d'investissement dans les systèmes traditionnels • Irrigation de l'ensemble de la zone racinaire - meilleure santé des plantes dans la zone racinaire. • Réduction du risque de salinisation • Promotion de la biodiversité 	<ul style="list-style-type: none"> • Convient aux sols légers • Convient aux champs en pente ou irréguliers • Peut être utilisé pour réduire l'évapotranspiration en abaissant la température des feuilles. • L'irrigation par aspersion peut être utilisée comme protection contre le gel dans les cultures fruitières.
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> • Faible efficacité de l'irrigation dans les systèmes traditionnels • Risque de surremplissage à l'extrémité supérieure et de sous-remplissage à l'extrémité inférieure du champ. • Risque de lixiviation des éléments nutritifs au-delà de la zone racinaire • Risque de perte d'eau par ruissellement • Risque d'érosion interne et superficielle du sol • Risque d'engorgement et de suffocation dans les sols mal drainés. • Charge de travail élevée • Investissements élevés pour l'amélioration des systèmes 	<ul style="list-style-type: none"> • Les grosses gouttes peuvent endommager la structure du sol (surtout avec les canons à pluie). • Nécessite des pompes de grosses capacités et des tuyauteries résistantes à la pression. • L'irrigation par le haut peut augmenter la pression due à des maladies • Répartition inégale de l'eau • Perte d'eau par dérive, évaporation et irrigation de zones non productives • Demande énergétique élevée
Domaines d'application recommandés	<ul style="list-style-type: none"> • Régions disposant d'abondantes ressources en eau mais de précipitations faibles ou irrégulières • Régions avec peu d'infrastructures et canaux d'irrigation traditionnels 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilisation fréquente dans les rangées de fruits et de cultures de plein champ.

	Micro-irrigation par aspersion	Irrigation goutte à goutte
		
Types		
Caractéristiques	<ul style="list-style-type: none"> • Les systèmes de micro-irrigation dans lesquels l'irrigation est limitée à la zone des racines de la plante. • Modèle de mouillage plus large que l'irrigation goutte à goutte. • Les micro-asperseurs fournissent des volumes d'eau plus importants par heure que l'irrigation goutte à goutte. 	<ul style="list-style-type: none"> • Système de micro-irrigation, où l'irrigation est limitée à la zone des racines de la plante. • Fonctionne à basse pression et avec de faibles volumes d'eau par heure
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> • Efficacité élevée de l'irrigation • La surface mouillée est plus grande qu'avec les systèmes de goutte à goutte et permet une pénétration maximale des racines. • Arrosage précis en fonction des besoins actuels de la plante. • Les émetteurs de micro-asperseurs sont plus grands que les émetteurs de gouttes et se bouchent moins souvent. 	<ul style="list-style-type: none"> • Efficacité d'irrigation très élevée • Investissement inférieur à celui des mini-asperseurs • Moins intensif en travail • Évitement complet des pertes d'eau par évaporation et infiltration. • Irrigation possible à toute heure de la journée • La canopée reste sèche et le danger dû à des maladies fongiques reste faible
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> • Coûts d'investissement élevés • Importants volumes d'eau nécessaires ainsi que des pompes avec de grosses capacités • Demande énergétique élevée • Pertes d'eau importantes par évaporation en cas d'utilisation dans des régions chaudes et ensoleillées ou venteuses. • Accumulation de sel dans les zones limitrophes entre des sols secs et humides • Distribution inégale de l'eau en raison du chevauchement des arroseurs. 	<ul style="list-style-type: none"> • Les buses peuvent être obstruées par des algues, du mucus bactérien ou des débris. • La zone des racines est limitée à la zone mouillée. • Schéma de mouillage non-optimal dans les sols légers • Nécessite un système de filtration efficace • Accumulation de sel dans les zones limitrophes entre des sol sec et sol humide • Les tuyaux d'égouttement empêchent le désherbage mécanique
Domaines d'application recommandés	<ul style="list-style-type: none"> • Utilisation fréquente dans les cultures arboricoles à haute valeur ajoutée • Convient également pour la germination des graines 	<ul style="list-style-type: none"> • Particulièrement adapté aux cultures maraîchères

5.3 Documentation relative à la légalité de l'utilisation de l'eau

Exemple: Espagne

Depuis le 1er janvier 1986, toutes les eaux de surface et les eaux souterraines en Espagne sont concernées par le droit public de l'eau. À partir de cette date, toute utilisation ou usage privé de l'eau publique (>7000m³ par an) doit être autorisé par l'autorité compétente du bassin versant.

Autorisations possibles:

- Concession d'eau (concesión de aguas)
- Utilisation privée par la loi (uso privativo por disposición legal)
- Utilisation temporaire d'eaux privées (aprovechamiento temporal de aguas privadas)
- Inclusion dans le catalogue des eaux privées (inclusión en el catálogo de aguas privadas)

Documents valides concernant l'utilisation de l'eau

- Certificat du registre des eaux de l'administration des eaux compétente.
(**Certificado del registro de aguas** de la administración hidráulica competente (agua publica) ou «Catalogo de aguas privadas»)
- Certificat du secrétaire des communautés d'irrigation avec constitution officielle (Certificado del secretario de comunidades de regantes oficialmente constituidas)
- Concession ou autorisation valide (Concesión o autorización vigente) délivrée par:
 - Associations hydrographiques intercommunales (confederaciones hidrográficas intercomunitarias) ou organismes de bassin hydrographique intracommunaux (communautés autonomes avec compétences en matière d'eau) (comunidades autónomas con competencias en aguas). P. ex. Andalousie: «Junta de Andalucía»
 - Ministère de l'environnement (ministerio con competencias en medio ambiente) (avant 1986)

Documents non valides concernant l'utilisation de l'eau

- Documents qui certifient seulement le début d'une demande ou d'une procédure, mais qui ne constituent pas une concession définitive.
- Certificats d'autres administrations sans compétences (municipalités, agriculture, etc.).
- Certificats de l'autorité minière (Minas) approuvant le forage du puits.
- Certificats des associations d'agriculteurs.
- Concession d'eau accordée par l'administration de la gestion de l'eau qui a été modifiée, a expiré ou est devenue caduque à une date ultérieure.
- Sigpac ou fichier cadastral

Conditions requises pour une preuve valable:

L'exploitation dispose d'un certificat de l'autorité de l'eau (autoridad hidráulica) ou de ses organismes affiliés (comunidad de regantes legalmente constituida), avec les informations suivantes:

- But de l'utilisation de l'eau (agriculture...)
- Durée de l'autorisation
- Débit maximal / quantité maximale de prélèvement annuel, év. quantité maximale de retrait mensuel
- Indication de la période d'utilisation et d'éventuels jours de restriction,
- La municipalité et la province dans lesquelles le prélèvement d'eau a lieu,
- Les références cartographiques des prélèvements d'eau et de leurs lieux d'utilisation
- Mention de l'organisme responsable qui octroie la concession, sinon l'extrait correspondant du «registro de aguas» ou du «catalogo de aguas privadas» doit être joint.

Attention:

Il est important de s'assurer que l'administration qui signe le document relatif aux droits d'eau est bien celle qui a la compétence pour cela. Les communautés d'irrigation doivent être officiellement constituées et nécessitent l'enregistrement du droit dans le registre des eaux. Cet enregistrement peut être demandé par l'exploitation si le document ne mentionne pas l'organisme responsable. Il peut y avoir des communautés d'utilisateurs qui ne sont pas officiellement constituées ou de simples associations d'agriculteurs qui n'ont pas l'autorité nécessaire pour délivrer des certificats valides de légalité de l'eau.

Vous trouverez davantage d'informations sur la légalité de l'utilisation de l'eau en Espagne dans le guide du WWF «GUÍA DE WWF PARA VERIFICAR EL USO LEGAL DEL AGUA EN AGRICULTURA» sur https://wwfes.awsassets.panda.org/downloads/guia_usos_wwf_ok_para_web_1_1.pdf

5.4 Exemples d'analyse des risques et de plan de mesures

Qualité des eaux souterraines et de surface, qualité des produits

Risque	Mesures possibles de l'ent reprise
<ul style="list-style-type: none">• Y a-t-il eu/aura-t-il une contamination des eaux souterraines et de surface ainsi que des produits par des eaux usées ou des lixiviats contaminés ou des pesticides sur l'exploitation ?• Quelle est l'importance du risque que de tels événements se produisent (ou se reproduisent) ?	<ul style="list-style-type: none">• Le transport des polluants est évité (par exemple, grâce à un stockage approprié du fumier et des engrais).• La fertilisation est adaptée au site, au moment et au besoin.• La dérive vers les eaux de surface est évitée par le choix du bon moment du traitement, une technique d'application adaptée ou des mesures de protection contre la dérive (par exemple, des haies ou des filets brise-vent).• Des zones tampons sont créées• Une plantation ou un maintien de boisés riverains le long des eaux de surface est présent• Les fuites d'huile des pompes et autres équipements sont évités.
<ul style="list-style-type: none">• Il existe un risque de contamination des cultures/produits	<ul style="list-style-type: none">• L'eau d'irrigation est régulièrement analysée pour détecter les polluants.• La contamination éventuelle de l'eau d'irrigation est évitée• L'eau qui a d'abord traversé des terres cultivées de manière conventionnelle n'est pas utilisée ou testée pour détecter d'éventuels contaminants (par exemple, la culture du riz).

Altération de la fertilité des sols

Risque	Mesures possibles de l'entrepr ise
<ul style="list-style-type: none">• Érosion et/ou ruissellement de surface	<ul style="list-style-type: none">• Mesures de contrôle de l'érosion (par exemple, terrasses vivantes, barrages)• Tranchées d'infiltration• Culture en bandes le long des lignes de contour• Amélioration de la fertilité et de la structure du sol ; apport de matières organiques (compost)
<ul style="list-style-type: none">• Salinisation	<ul style="list-style-type: none">• Analyse régulière de l'eau selon les critères de la FAO• Mélange de l'eau d'irrigation (avec de l'eau peu salée)• Pas d'irrigation excessive• Bonnes pratiques en matière d'irrigation• Correction de la valeur du pH (après analyse du sol, si nécessaire fertilisation au soufre).
<ul style="list-style-type: none">• Réduction de l'infiltration/• Faible capacité de stockage de l'eau	<ul style="list-style-type: none">• Amélioration de la fertilité et de la structure du sol ; apport de matières organiques (compost)• Drainage fonctionnel• Culture du sol adaptée au lieu

Effacité de l'irrigation – Optimisation de l'utilisation de l'eau – Réduction de la consommation d'eau

Risque	Mesures possibles de l'ent reprise
<ul style="list-style-type: none"> • Consommation d'eau élevée par rapport au programme d'irrigation et/ou aux valeurs indicatives 	<ul style="list-style-type: none"> • Réduction de la consommation d'eau grâce à : • L'entretien de l'irrigation • Un investissement dans un système d'irrigation économe en eau • La réduction de l'évaporation (par exemple, paillage, film de paillage) • Un arrosage uniquement le soir, la nuit, le matin
<ul style="list-style-type: none"> • Efficacité du système d'irrigation - optimisation de l'utilisation de l'eau 	<ul style="list-style-type: none"> • Les registres sur l'utilisation de l'eau sont vérifiés et optimisés en termes d'exactitude, de fiabilité et de plausibilité à différents niveaux de l'opération. • Les employés impliqués dans l'irrigation sont formés • Les pertes d'eau sont identifiées et les problèmes d'exploitation et d'entretien du système sont corrigés et documentés. • Il est évalué si l'irrigation tient suffisamment compte des conditions climatiques. • L'irrigation est alignée sur les recommandations des institutions et autorités locales reconnues. • La durée et la fréquence des cycles d'irrigation ainsi que la quantité irriguée sont régulièrement examinées, évaluées et corrigées si nécessaire. • La distribution uniforme de l'eau d'irrigation est assurée (par exemple, par de courts intervalles d'irrigation ou l'égalisation de la pression).

Dégradation des écosystèmes, des services écosystémiques et de la biodiversité

Risque	Mesures possibles de l'ent reprise
<ul style="list-style-type: none"> • Extraction excessive d'eaux de surface (lacs, rivières) →Manque d'eau en aval, dégradation des zones humides • Les zones HCV (High Conservation Value Areas) sont-elles concernées ? 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilisation de sources d'eau alternatives et différentes (par exemple, eau de service également traitée, eau provenant du dessalement de l'eau de mer) • Récupération de l'eau • Collecte, stockage et utilisation des eaux de pluie
<ul style="list-style-type: none"> • Prélèvement excessif d'eau - abaissement de la nappe phréatique →Dégradation des zones humides • Les zones HCV sont-elles concernées ? 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilisation de sources d'eau alternatives et différentes (par exemple, eau de service également traitée, eau provenant du dessalement de l'eau de mer) • Récupération de l'eau • Collecte, stockage et utilisation des eaux de pluie

Situation dans le bassin versant (niveau inter-entreprise)

Risque	Évaluation et mesures éventuelles à prendre par l'entreprise, ou mesures nécessaires au niveau supra-entreprise.
<ul style="list-style-type: none"> Disponibilité limitée/réduite de l'eau (globale, saisonnière) 	<ul style="list-style-type: none"> Utilisation de sources d'eau alternatives et différentes (par exemple, eau de service également traitée, eau provenant du dessalement de l'eau de mer) Récupération de l'eau Collecte, stockage et utilisation des eaux de pluie
<ul style="list-style-type: none"> Pénurie d'eau dans le bassin versant (totale, saisonnière) 	<ul style="list-style-type: none"> Utilisation de sources d'eau alternatives et différentes (par exemple, eau de service également traitée, eau provenant du dessalement de l'eau de mer) Récupération de l'eau Collecte, stockage et utilisation des eaux de pluie
<ul style="list-style-type: none"> Surutilisation des ressources en eau dans le bassin versant Les prélèvements d'eau dépassent la récupération des eaux souterraines Bilan hydrique négatif dans le bassin versant 	<ul style="list-style-type: none"> Solutions inter-entreprises requises au niveau régional et politique (aménagement du territoire, droits d'exploitation de l'eau)
<ul style="list-style-type: none"> Le niveau des eaux souterraines a baissé (fortement) 	<ul style="list-style-type: none"> Solutions inter-entreprises requises au niveau régional et politique (aménagement du territoire, droits d'exploitation de l'eau)
<ul style="list-style-type: none"> Les impacts sociaux, économiques et environnementaux de l'utilisation de l'eau sur l'environnement immédiat ou sur l'environnement en aval sont-ils évalués ? 	<ul style="list-style-type: none"> Solutions inter-entreprises requises au niveau régional et politique (aménagement du territoire, droits d'exploitation de l'eau)

5.5 Critères de la FAO pour l'évaluation de l'eau d'irrigation

Problème d'irrigation possible	Unités	Utilisation de l'eau		
		sans problèmes	restreint	problématique
<i>Salinisation</i> EC TDS	[ds/m] [mg/l]	<0,7 <450	0.7 a 3.0 450 a 2000	>3,0 >2000
<i>Infiltration</i> SAR et CE	SAR [-] EC [dS/m]	SAR 0 à 3 CE > 0,7	SAR 0 à 3 EC 0,2 à 0,7	SAR 0 à 3 CE < 0,2
	SAR [-] EC [dS/m]	SAR 3 à 6 CE > 1,2	SAR 3 à 6 EC 0,3 à 1,2	SAR 3 à 6 EC < 0,3
	SAR [-] EC [dS/m]	SAR 6 à 12 CE > 1,9	SAR 6 à 12 EC 0,5 à 1,9	SAR 6 à 12 CE < 0,5
	SAR [-] EC [dS/m]	SAR 12 à 20 CE > 2,9	SAR 12 à 20 EC 1.3 à 2.9	SAR 12 à 20 EC < 1,3
	SAR [-] EC [dS/m]	SAR 20 à 40 CE > 5,0	SAR 20 à 40 EC 2.9 à 5.0	SAR 20 à 40 CE < 2,9
<i>Les ions toxiques</i> <u>Sodium Na</u> Pour l'irrigation du sol Pour saupoudrer <u>Chlorure CL</u> Pour l'irrigation du sol Pour saupoudrer <u>Bore B</u>	SAR mmol/l mmol/l mmol/l Mg/l	<3 <3 <4 <3 <0,7	3 a 9 >3 4 a 10 >3 0,7 a 3,0	>9 >10 >3,0
Oligo-éléments		(concentrations maximales recommandées)		
Sur	µg/l	5.000		
Comme	µg/l	100		
Soyez	µg/l	100		
Cd	µg/l	10		
Co	µg/l	50		
Cr	µg/l	100		
Cu	µg/l	200		
F	µg/l	1.000		
Fe	µg/l	5.000		
Li	µg/l	2.500		
Mn	µg/l	200		
Mo	µg/l	10		
Ni	µg/l	200		
Pd	µg/l	5.000		
Si	µg/l	20		
V	µg/l	100		
Zn	µg/l	2.000		
<i>Divers effets du</i> NO3-N	Mg/l	<5	5 a 30	>30
Pour l'aspersion de HCO3	Mmol/l	<1,5	1,5 a 8,5	8,5
pH		Entre 6,5 et 8,4		

6. SOURCES

- ¹ Pedro-Monzonís, M.; Solera, A.; Ferrer, J.; Estrela, T.; Paredes-Arquiola, J. A review of water scarcity and drought indexes in water resources planning and management. *J. Hydrol.* 2015, 527, 482–493.
- ² Mancosu, N.; Snyder, R.L.; Kyriakakis, G.; Spano, D. (2015): Water scarcity and future challenges for food production. *Water* 2015, 7, 975–992.
- ³ Nikolaou, G., Neocleous, D., Christou, A., Kitta, E., & Katsoulas, N. (2020). Implementing sustainable irrigation in water-scarce regions under the impact of climate change. *Agronomy*, 10(8), 1120.
- ⁴ Fischer, G.; Tubiello, F.N.; Van Velthuizen, H.; Wiberg, D.A. Climate change impacts on irrigation water requirements: Effects of mitigation, 1990–2080. *Technol. Forecast. Soc. Chang.* 2007, 74, 1083–1107.
- ⁵ Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). *Review of World Water Resources by Country*; Water Report No. 23; FAO: Rome, Italy, 2003.
- ⁶ Heggelin, D., Clerc, M. (2014): Reduzierte Bodenbearbeitung. Umsetzung im biologischen Landbau. Forschungsinstitut für biologischen Landbau. Frick, Schweiz. Online unter: <https://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/1652-bodenbearbeitung.pdf>
- ⁷ Beste A. (2005): *Landwirtschaftlicher Bodenschutz in der Praxis. Grundlagen, Analyse, Management. Erhaltung der Bodenfunktionen für gesunde Erträge und Klimaresilienz – Humusaufbau, Fruchtfolgegestaltung, Bodenbearbeitung. Aufbau der Bodenfruchtbarkeit, Gewässerschutz, Wasserspeicherung in Trockenzeiten und Hochwasservermeidung.* Verlag Dr. Köster, Berlin.
- ⁸ Drastig, K., Brunsch, R., & Prochnow, A. (2010): *Wassermanagement in der Landwirtschaft.* Berlin: Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften.
- ⁹ Critchley, W., Siegert, K., Chapman, C., & Finkel, M. (1991). *Water harvesting.* FAO, Rome
- ¹⁰ ,21 Van den Berge, P. (2020): Good agricultural practice in irrigation management. Forschungsinstitut für biologischen Landbau. Frick, Schweiz. Online unter: <https://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/2522-irrigation.pdf>
- ¹¹ Beck, M. (2021): *Grundlagen zur Steuerung der Bewässerung. Klimatische Wasserbilanz und sensorgesteuerte Bewässerung.* Forschungsanstalt für Gartenbau. Fachhochschule Weihenstephan
- ¹² Frone, Simona & FRONE, Dumitru-Florin. (2011). *PRINCIPLES FOR A SUSTAINABLE WATER MANAGEMENT.* University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine, Bucharest. Online unter: [principles-and-practices-for-sustainable-water-management-_at-a-farm-level-final-2.pdf](https://www.saiplatform.org/principles-and-practices-for-sustainable-water-management-_at-a-farm-level-final-2.pdf) (saiplatform.org)
- ¹³ Prinz, D. (1996). Water harvesting—past and future. In: *Sustainability of irrigated agriculture* (pp. 137-168). Springer, Dordrecht.
- ¹⁴ Rouillard, Josselin & Dyk, Gawie & Schmidt, Guido. (2020). *HOW TO TACKLE ILLEGAL WATER ABSTRACTIONS? Taking stock of experience and lessons learned.*

¹⁵ WWF (2021): Durstige Pflanzen – Wasserschlucker Landwirtschaft. Online unter: Wasserverschwender Landwirtschaft (wwf.de), aufgerufen am 15.04.2021, 16:01

¹⁶ Fuentelsaz, F., Carmona, J., Seiz, R. (2021): GUÍA DE WWF PARA VERIFICAR EL USO LEGAL DEL AGUA EN AGRICULTURA, WWF Spanien, Madrid

¹⁷ Abioye, E. A., Abidin, M. S. Z., Mahmud, M. S. A., Buyamin, S., Ishak, M. H. I., Abd Rahman, M. K. I., ... & Ramli, M. S. A. (2020). A review on monitoring and advanced control strategies for precision irrigation. *Computers and Electronics in Agriculture*, 173, 105441.

¹⁸ Chartzoulakis, K., & Bertaki, M. (2015). Sustainable water management in agriculture under climate change. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 4, 88-98.

¹⁹ Vargas, R., Pankova, E. I., Balyuk, S. A., Krasilnikov, P. V., & Khasankhanova, G. M. (2018). Handbook for saline soil management. FAO/LMSU.

²⁰ Ayers, R. S., & Westcot, D. W. (1985). Water quality for agriculture (Vol. 29, p. 174). Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Sources des graphiques:

Titre: freepik

Page 7: Naturland e.V.

Page 13: Ulf Stuve

Page 15: Naturland e.V.

Page 20: Lea Moog

Page 21: Naturland e.V.

Page 22: Paul van den Berge, Lea Moog

Page 23: Dr. Michael Forster, Implexx Sense

Page 34: Paul van den Berge, freepik

Page 35: Unsplash/Mani Sankar, Lea Moog

Imprimer:

Version 2/2023

Auteurs: Lea Moog, Alexander Koch, Paula Ott (Naturland) & Anna Lochmann (Bio Suisse)



Naturland
Asociation pour l'Agriculture Biologique
Kleinhaderner Weg 1
82166 Gräfelfing
Allemagne



Bio Suisse
Peter Merian-Strasse 34
4052 Basel
Suisse