

## Contexte de la mission

Dans le cadre du SAGE Loir approuvé par la Commission Locale de l'Eau le 16 février 2015, l'Établissement Public Loire est chargée de mener une étude globale sur l'état quantitatif de la ressource en eau dans un délai de deux ans après la publication du SAGE.

Les objectifs de l'étude sont de :

- Améliorer les connaissances sur l'état quantitatif des masses d'eau superficielles et souterraines sur le bassin versant du Loir.
- Doter le territoire de valeurs de référence (volumes prélevables, débits / piézométrie objectifs) pertinentes et adaptées pour améliorer la gestion quantitative sur le bassin versant du Loir ;
- Proposer une stratégie à mettre en œuvre pour résorber les déséquilibres quantitatifs existants ou préserver l'état des masses d'eau.

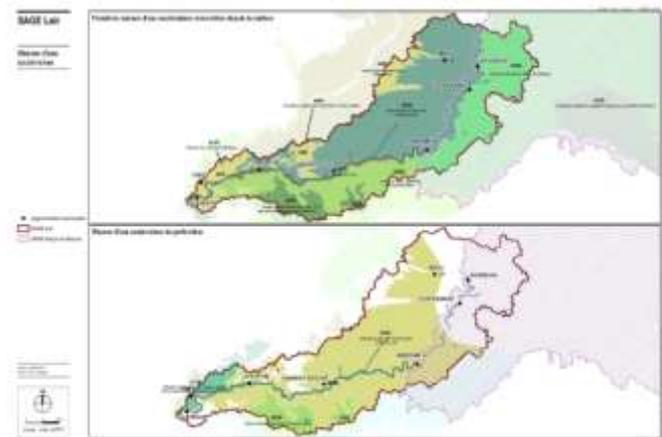
## Périmètre d'investigation

L'étude porte sur le périmètre du SAGE Loir défini par arrêté préfectorale le 10 juillet 2003.

D'une superficie de 7160 km<sup>2</sup>, le SAGE s'étend sur 445 communes, couvrent 3 régions :  
Basse-Normandie, Pays-de-la-Loire et Centre

Et 7 départements :

Maine-et-Loire, Sarthe, Indre-et-Loire, Loir-et-Cher, Loiret, Orne et Eure-et-Loir.



## Enjeux du territoire

### Eaux superficielles

16 masses d'eau superficielles classées en risque hydrologique et 37 classées en doute pour ce paramètre.

Le risque hydrologique concerne essentiellement les très petits cours d'eau.

Manque de connaissances sur l'état quantitatif des masses d'eau superficielles rendant délicat l'identification des secteurs en déséquilibre

L'étude permettra de →

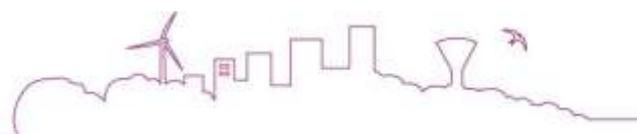
- Compléter et affiner les connaissances sur l'état quantitatif des masses d'eau
- Identifier les pressions existantes
- Appréhender les interactions nappes / rivières
- Mettre en évidence les secteurs ou des déséquilibres de la ressource sont avérés

### Eaux souterraines

Bassin du Loir à cheval entre les régions naturelles de la Beauce, à l'Est et de la Touraine. Quatre formations aquifères stratégiques :

- Nappe du jurassique
- Nappe du Cénomaniens
- Nappe du Séno-Turonien
- Nappe de Beauce

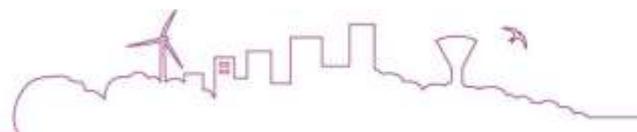
Gestion existante de la nappe de Beauce et du Cénomaniens à prendre en compte



## Déroulement de la prestation

La mission se décompose en deux phases :

- **Phase 1** : Caractérisation de l'état quantitatif des ressources du territoire ;
- **Phase 2** : Détermination d'objectifs adaptés à chaque situation pour atteindre, maintenir ou restaurer l'équilibre quantitatif.



## Phase 1 : Caractérisation de l'état quantitatif des ressources du territoire

La phase 1 de l'étude consiste à réaliser une synthèse structurée des données et des connaissances sur le bassin versant du Loir afin de caractériser l'état de la ressource en eau et les déséquilibres quantitatifs existants.

Cette étape repose sur quatre étapes essentielles :

- Réalisation d'une recherche bibliographique élargie sur la base des données disponibles en termes de connaissances générales du bassin versant, et spécifiquement sur la gestion de la ressource quantitative ;
- Sectorisation et découpage du territoire en unités de gestion pertinentes ;
- Évaluation des facteurs influençant le régime des eaux et inventaire des usages de l'eau (prélèvements / rejets)
- Quantification du potentiel naturel du bassin versant du Loir.

La phase 1 aboutit à la réalisation d'un état des lieux et d'un diagnostic précis de la gestion quantitative de l'eau sur le bassin versant du Loir ainsi qu'à une hiérarchisation des secteurs à enjeux.

La prise en compte du changement climatique et ses conséquences sont également traitées dans cette phase. L'analyse permet de mettre en évidence, au-delà des pressions anthropiques, les principaux défis environnementaux à relever sur le territoire dans les années à venir.

### Focus sur la sectorisation du territoire

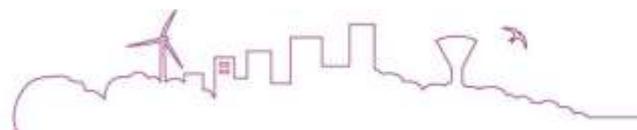
Le découpage proposé sera une combinaison entre les bassins hydrogéologiques et hydrographiques existants. Il respectera les critères suivants :

- Cohérence avec les masses d'eau décrites dans le SDAGE Loire Bretagne ;
- Proximité avec une station hydrométrique et un piézomètre ;
- Superficie des sous-bassins versants drainés globalement homogène ;
- Usages de l'eau correctement répartis.

### Focus sur l'inventaire des prélèvements et des rejets

Prélèvements considérés		Rejets considérés	
L'alimentation en eau potable		L'assainissement collectif	
L'irrigation		L'assainissement non collectif	
L'abreuvement du bétail		Les pertes AEP	
Les prélèvements industriels		Les rejets industriels	
Les pertes par sur-évaporation des plans d'eau			

**L'inventaire et la quantification des prélèvements et des rejets est une étape essentielle pour la suite de l'étude. Les acteurs seront fréquemment sollicités pour la collecte de données. Ainsi, l'implication des partenaires est capitale à ce stade pour réussir cette étape et s'assurer de travailler avec des données consolidées.**



A ce stade la question est : **Comment se répartissent les volumes de prélèvements et de rejets au pas de temps journalier ?**

En effet, la discrétisation des volumes au pas de temps journalier est essentielle dans l'alimentation du hydro/hydrogéologique utilisé pour la quantification du potentiel naturel du bassin versant.

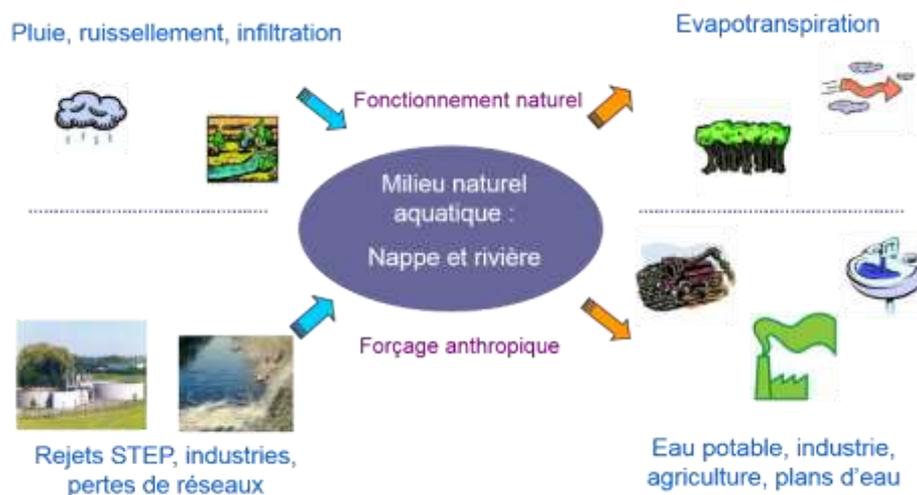
Les données collectées au pas de temps journalier sont directement intégrées dans l'analyse. Sinon, il convient de poser certaines hypothèses simplifiées pour ventiler les prélèvements annuels ou mensuels collectés.

Des hypothèses plus complexes sont néanmoins mises en place pour les prélèvements agricoles et les pertes par sur-évaporation des plans d'eau. **La notion de connexion/déconnexion des retenues sera notamment étudiée.**

### **Quantification du potentiel naturel du bassin versant**

L'objectif de cette étape est d'aboutir à la quantification du potentiel naturel du bassin versant du Loir. Ce travail revient à répondre à la question :

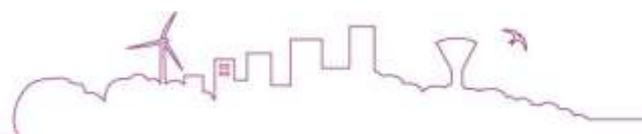
**Quels seraient les débits s'écoulant « naturellement » dans les cours d'eau en l'absence de prélèvements et de rejets ?**



Le potentiel naturel du bassin versant du Loir est déterminé à partir d'**une modélisation pluie/débit intégrant les interactions avec les eaux souterraines à l'aide du logiciel de modélisation Mike Hydro** (logiciel développé par DHI - Danish Hydraulic Institute).

L'utilisation de la modélisation pour la reconstitution de l'hydrologie désinfluencée repose sur les étapes suivantes :

- **Étape 1** : Construction des modèles hydrologiques / hydrogéologiques pour chaque unité de gestion identifiée en intégrant leur superficie, les données de pluviométrie et d'évapotranspiration et les prélèvements et rejets recueillis en phase 1.
- **Étape 2** : Calage des paramètres des modèles hydrologiques et de nappe.
- **Étape 3** : Une fois les modèles calés de manière satisfaisante, nouvelle simulation du cycle hydrologique sur la période 1999-2014 sur les unités de gestion étudiées, en ne considérant plus les prélèvements et rejets.
- **Étape 4** : Comparaison des séries temporelles et des valeurs caractéristiques issues des simulations avec et sans intégration des prélèvements et rejets.



## Phase 2 : Détermination d'objectifs adaptés à chaque situation pour atteindre, maintenir ou restaurer l'équilibre quantitatif

L'objectif de cette seconde phase est de définir **des valeurs de référence** sur le territoire du Loir pour améliorer la gestion quantitative de la ressource en eau.

Il s'agit donc de déterminer pour l'ensemble du cycle hydrologique, des valeurs de débits/piézométries d'objectifs et de volumes prélevables à l'échelle des différentes unités de gestion du Loir.

En fonction des résultats de l'analyse, un programme d'actions sera défini afin de préserver l'équilibre quantitatif existant ou résorber les déficits constatés.

### Principes de détermination des volumes prélevables

Pour rappel, le volume prélevable, au sens de la réglementation, est défini dans la circulaire du 30/06/2008 comme le volume permettant de satisfaire l'ensemble des usages en moyenne 8 années sur 10 sans avoir recours aux dispositifs de gestion de crise.

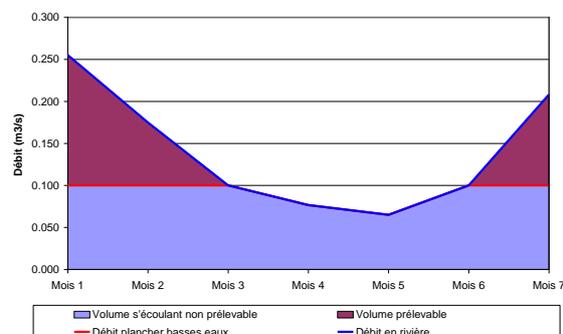
Généralement trois approches sont considérées pour le calcul des volumes prélevables afin de tenir compte des besoins en eaux des milieux :

- Période de basses eaux (juin à octobre) ;
- Période de hautes eaux (novembre à mars) ;
- Période intermédiaire (avril/mai).

#### En période estivale

Le calcul des volumes prélevables se base sur deux variables fondamentales :

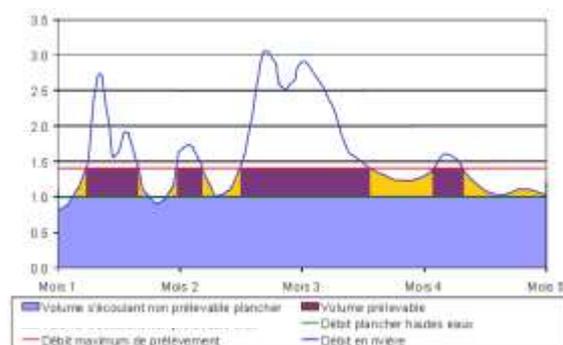
- Les chroniques de débits désinfluencée obtenues en phase 1 en sortie de modèle ;
- Et le débit « plancher » estival à déterminer.



#### En période hivernale

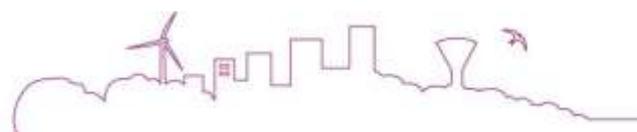
Le calcul des volumes prélevables se base sur trois variables fondamentales :

- Les chroniques de débits désinfluencée obtenues en phase 1 ;
- Le débit « plancher » hivernal pris égal au module « naturel » du cours d'eau ;
- Et un débit maximal de prélèvement fixé à 0,2 x module (scénario par défaut du SDAGE).



#### En période intermédiaire

Pour cette période intermédiaire, l'approche à retenir sera discutée et validée par le comité de pilotage.



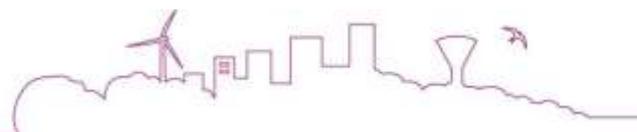
## Étude de caractérisation de l'état quantitatif du bassin versant du Loir et détermination des Volumes Prélevables

A l'issue de cette étape,

- ➔ Obtention des volumes prélevables sur l'ensemble du cycle hydrologique pour chaque unité de gestion ;
- ➔ Comparaison des volumes prélevables aux prélèvements historiques ;
- ➔ Répartition des volumes prélevables par type de ressource et par usage.

Exemples de rendus obtenus sur le bassin versant de l'Huisne

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Cycle hydrologique	Période estivale	période hivernale	
Volume prélevable gestion individuelle (m³)	177 600	161 845	177 600	-	-	827 180	305 850	663 180	408 290	121 850	171 830	177 600	8 380 470	3 623 965	888 815	
Volume prélevable gestion collective (m³)	152 170	230 790	252 170	-	-	627 180	205 850	663 180	408 290	723 450	345 080	252 170	8 708 175	3 623 965	1 235 220	
Volumes prélevés en moyenne sur 2000-2012	149 471	140 471	140 471	158 627	181 982	544 780	839 101	817 802	864 131	132 518	112 178	117 917	8 918 714	3 860 162	473 853	
Volumes prélevés en 2008	131 368	108 882	114 180	164 836	181 036	643 011	840 420	983 638	127 138	154 108	96 300	115 431	8 141 500	3 128 124	173 368	
Volumes prélevés en 2007	120 313	130 246	118 638	160 990	179 796	278 030	351 961	367 719	204 891	118 713	91 751	113 643	2 208 786	1 368 183	101 340	
Volumes prélevés en 2008	146 308	132 390	148 340	168 571	182 761	284 278	206 001	1 117 021	1 188 701	401 178	177 647	232 476	4 986 896	3 779 126	407 918	
	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre				
Volume prélevable gestion individuelle (m³)	75 660	68 950	75 660	-	-	461 035	414 570	359 030	301 005	294 305	73 220	75 660				
Volume prélevable gestion collective (m³)	102 840	93 715	102 840	-	-	461 035	414 570	359 030	301 005	294 305	99 520	102 840				
Prélèvements mensuels moyens équivalents 2000-2012 (m³)	AEP	59 545	49 409	50 430	52 531	58 428	63 625	65 119	48 962	50 515	46 580	45 046	45 596			
	Irrigation	-	-	-	-	-	8 717	16 890	16 890	8 172	-	-	-			
	Industrie	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
	Evaporation	10 797	10 008	13 150	13 292	27 473	39 946	40 749	36 436	23 389	7 560	977	11 757			
	Puits	343	313	343	331	343	331	343	343	331	343	331	343			
	Cheptels	3 596	3 286	3 596	3 480	3 596	3 480	3 596	3 480	3 596	3 480	3 596	3 480	3 596		
	Total	74 280	63 015	67 518	69 634	89 839	116 100	126 696	106 226	85 887	58 079	49 835	61 291			
Répartition des volumes prélevables par usage (m³)	AEP	59 545	49 409	50 430	-	-	63 625	65 119	48 962	50 515	46 580	45 046	45 596			
	Irrigation	-	-	-	-	-	8 717	16 890	16 890	8 172	-	-	-			
	Industrie	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
	Evaporation	10 797	10 008	13 150	-	-	39 946	40 749	36 436	23 389	7 560	977	11 757			
	Puits	343	313	343	-	-	331	343	343	331	343	331	343			
	Cheptels	3 596	3 286	3 596	-	-	3 480	3 596	3 596	3 480	3 596	3 480	3 596			
	Total	74 280	63 015	67 518	-	-	116 100	126 696	106 226	85 887	58 079	49 835	61 291			
Potentiel de prélèvements restant	1 380	5 935	8 142	-	-	344 935	287 874	252 804	215 118	236 216	29 385	14 360				
Déficit quantitatif	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				



### **Principes de détermination des débits objectifs**

Pour rappel, le débit d'objectif se définit comme le débit transitant au droit d'un point de référence et qui permet d'assurer, en moyenne 8 années sur 10, les besoins du milieu naturel et les usages à l'aval. Le débit d'objectif intègre les débits naturels disponibles pour une période de retour 8 années sur 10 et éventuellement les volumes prélevables associés.

**En période estivale**, le débit d'objectif au droit d'un point de référence intègre le débit « plancher » et potentiellement les débits « provisionnés » pour assurer des volumes prélevables sur les bassins aval.

**En période hivernale**, le débit d'objectif correspond au débit plancher de prélèvement hivernal, c'est-à-dire le module désinfluencé du cours d'eau.

Les valeurs existantes de débits d'objectif sont synthétisées et critiquées, notamment au niveau des points suivants :

- Points nodaux du SDAGE Loire Bretagne (Lr1 / Lr2 / Cn / Agr)
- Points de référence sécheresse départementaux.

→ En fonction des conclusions de l'analyse, des nouvelles valeurs sont proposées le cas échéant aux points de référence.

### **Principes de détermination des piézométries d'objectifs**

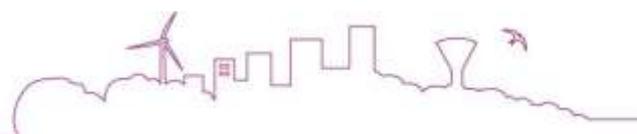
Pour rappel, dans le cas d'une nappe en relation avec un cours d'eau dont elle assure le soutien d'étiage, l'objectif de gestion n'est pas tant piézométrique que débitmétrique. Il faut définir une côte piézométrique (POE) qui permette de garantir le DOE (Débit Objectif d'Etiage) du cours d'eau, qui constitue donc la contrainte.

Ces côtes piézométriques sont les suivantes :

- **PSA** : niveaux piézométriques seuil d'alerte. Il s'agit du niveau à partir duquel les premières mesures de restriction sont mises en œuvre.
- **PCR** : niveau piézométrique critique. Il s'agit du niveau en dessous duquel seules les exigences de la santé, de la salubrité publique, de la sécurité civile et de l'alimentation en eau potable des populations et les besoins des milieux naturels peuvent être satisfaites.

Ainsi, il est nécessaire d'analyser et déterminer s'il existe ou non des relations entre les niveaux piézométriques et les débits d'étiage du ou des cours d'eau. Des corrélations simples sont dans un second temps mis en place afin de déterminer des valeurs de PSA et PCR par rapport aux débits d'objectifs fixés précédemment.

La période de basse eau est appropriée pour réaliser des corrélations simples. En effet cette période correspond aux périodes où le débit de ruissellement va être le plus petit possible, voire nul. La corrélation se fait sur une période correspondant à la vidange de la nappe. L'effet ponctuel de la recharge est limité sur cette période.



## Élaboration d'un programme de gestion quantitative de la ressource en eau

Enfin, cette étape a pour objectif de déterminer des mesures de gestion quantitative de la ressource en eau pertinentes et adaptées au territoire du Loir. Les solutions de gestion proposées visent à un retour à l'équilibre quantitatif entre les besoins naturels du milieu et la satisfaction des usages de l'eau.

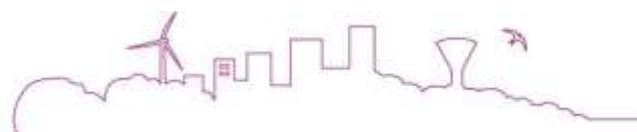
Pour chaque solution envisagée, sont précisés les éléments suivants:

- La description technique ;
- La typologie ;
- La priorité ;
- La localisation géographique ;
- Le porteur d'action pressenti ;
- Le coût estimatif ;
- Les indicateurs de suivi ;
- L'impact sur l'état quantitatif de la ressource en eau.

Exemples de rendus obtenus sur le bassin versant de l'Huisne et de l'Oudon

Accompagner les irrigants dans la réduction de leurs prélèvements	
<p>Un accompagnement des exploitants agricoles dans l'amélioration de leurs pratiques d'irrigation peut être mis en place par la Chambre d'Agriculture en partenariat avec les syndicats et la cellule d'animation du SAGE.</p> <p>Cet accompagnement pourrait se traduire par :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Communiquer sur l'état des masses d'eau et leur sensibilité aux prélèvements quantitatifs ;</li> <li>• Promouvoir et diffuser les progrès réalisés par la profession agricole sur le matériel et les bonnes pratiques d'irrigation ;</li> <li>• Faire le bilan précis des prélèvements et de leur répartition dans l'année ;</li> <li>• Évaluer les besoins futurs en anticipant les projets d'expansion ;</li> <li>• Évaluer les marges de manœuvre restantes pour stabiliser les prélèvements ou permettre des gains substantiels. Les gains possibles sur les prélèvements doivent être évalués dans un souci de maintien et pérennisation de l'activité.</li> </ul> <p>À noter que la Chambre d'Agriculture du Maine-et-Loire réalise déjà des animations techniques et diffuse les bonnes pratiques d'irrigation auprès des agriculteurs. Des formations sur l'agroécologie et sur le choix ainsi que le réglage du matériel d'irrigation sont également proposées.</p> <p>Il convient enfin de rapprocher cette mesure au travail entrepris pour lutter contre les pollutions diffuses agricoles dans le cadre de la charte des préconiseurs pour l'intégrer aux marges de progrès recherchées sur les exploitations volontaires.</p>	
Localisation géographique	Tout le territoire – En priorité sur l'Oudon, la Verèze et l'Argos
Porteur de l'action pressenti / gérée	Chambre d'agriculture Cellule d'animation du SAGE
Coût	Entretien / investissement : Temps d'animation
Gain attendu	Les prélèvements pour l'irrigation sont conséquents sur l'Oudon. Il est donc attendu que cette action ait un effet positif sur l'état quantitatif de la ressource en eau. Néanmoins, la portée de cette action reste limitée en l'absence de mise en œuvre concrète de mesures après l'étape de sensibilisation.
Impact sur l'état quantitatif de la ressource en eau	+

Développer l'utilisation de ressources en eau alternatives	
<p>La diversification des origines de l'eau peut également conduire à des économies notables de la consommation, ou à une moindre sollicitation des ressources de qualité et à faible capacité de renouvellement.</p> <p>Ainsi, une prospection peut être réalisée afin d'identifier les ressources en eau mobilisables sur les bassins versants et évaluer pour chaque usage envisagé, sa faisabilité technique, juridique, financière et environnementale.</p> <p>Parmi les ressources mobilisables, nous pouvons citer :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• la récupération des eaux de pluie ;</li> <li>• la réutilisation des eaux grises ;</li> <li>• l'utilisation d'eaux usées épurées, bien que les exigences réglementaires restent actuellement contraignantes.</li> </ul>	
Aide à la mise en œuvre	
Prériorité	3
Localisation géographique	Tout le territoire
Porteur d'action pressenti	Collectivités territoriales et établissements publics locaux Cellules d'animation des SAGE
Coûts	Entretien / investissement : À définir en fonction des projets
Indicateurs de suivi	Nombre de dispositifs de récupération d'eau de pluie installés Nombre de projets proposant des ressources en eau alternatives
Gain attendu	La diversification des origines de l'eau est un levier important pour développer une stratégie d'économie d'eau sur les territoires. Néanmoins, cette action se heurte souvent aux contraintes réglementaires et aux coûts d'investissement élevés nécessaires pour mettre en place un nouveau système d'alimentation. Globalement, le levier est fort mais la mise en place effective et les gains attendus sont modestes. Les économies d'eau possible ne devraient pas dépasser quelques %.
Impact sur l'état quantitatif de la ressource en eau	
	++



Calendrier prévisionnel

Étude de caractérisation de l'état quantitatif du bassin versant du Loir et détermination des volumes prélevables  
Établissement Public Loire  
CALENDRIER PREVISIONNEL

Mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Phase 1 : Caractérisation de l'état quantitatif de la ressource															
Acquisition de données et pré-traitement	■		■			■		■		■		■		■	
Découpage et unités de gestion	■		■			■		■		■		■		■	
Evaluation des pressions	■		■			■		■		■		■		■	
Quantification du potentiel naturel du bassin versant	■		■			■		■		■		■		■	
Hierarchisation des unités de gestion	■		■			■		■		■		■		■	
Rédaction	■		■			■		■		■		■		■	
Phase 2 : Définition des objectifs et détermination des volumes prélevables															
Définition des débits et piézométries d'objectifs	■		■			■		■		■		■		■	
Détermination des volumes prélevables	■		■			■		■		■		■		■	
Elaboration d'un programme de gestion quantitatif de la ressource	■		■			■		■		■		■		■	
Rédaction	■		■			■		■		■		■		■	
Réunion															
Groupe technique "gestion quantitative"	■							■						■	
Bureau de CLE					■			■					■		
CLE															■

■ Mission SAFEGE

