



**ETUDE DES  
FONCTIONS  
HYDROLOGIQUES  
DES TETES DE  
BASSINS  
VERSANTS DE LA  
VIENNE**

**GRESE**

Groupement de Recherche Eau Sol Environnement URA IRSTEA / EA 4330



Géosciences pour une Terre durable

**brgm**

# ETUDES DES FONCTIONS HYDROLOGIQUES DES TETES DE BASSINS VERSANTS DE LA VIENNE

FABRICE COMPERE (BRGM)  
CEDRIC MALRAISON (EPTB VIENNE)

COMMISSION SCIENTIFIQUE DU PROGRAMME  
« SOURCES EN ACTION »

VENDREDI 6 JUILLET 2018 - EYMOUTIERS



**SOURCES**  
*en action*

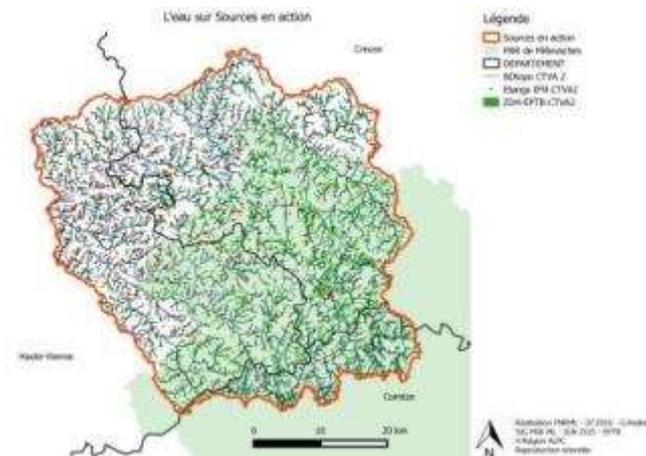
CONTRAT TERRITORIAL  
VIENNE AMONT

# ETUDE DES FONCTIONS HYDROLOGIQUES DES TÊTES DE BASSINS VERSANTS DE LA VIENNE

## CONTEXTE :

Têtes de bassins versants de la Vienne amont :

- Zone de moyenne montagne – contreforts du Massif Central ;
- Naissance des cours d'eau (zone de sources) et forte densité du réseau hydrographique ;
- 22 000 ha de zones humides (10 % du territoire) ;
- Faible densité humaines – Activité principale agricole et sylvicole ;
- Capital hydrologique : conditionne en quantité et en qualité la ressource en eau de l'aval.



# ETUDE DES FONCTIONS HYDROLOGIQUES DES TETES DE BASSINS VERSANTS DE LA VIENNE

## FONCTIONS DE CES MILIEUX :

- ✓ régulation des flux hydriques : expansion des crues, régulation des débits d'étiage ;
- ✓ fonctions physiques et biogéochimiques : mécanismes de dépôt/érosion, épuration des eaux (phosphore, nitrates, produits phytosanitaires et certains métaux lourds) ;
- ✓ fonctions écologiques : habitat pour de nombreuses espèces endémiques et patrimoniales (mulette perlière, etc.) ;
- ✓ zones réceptacles et émettrices de sédiments qui participent également de façon notable à la dégradation et transformation de la matière organique par l'activité microbienne ;
- ✓ fonctions paysagères et identité du territoire.

# ETUDE DES FONCTIONS HYDROLOGIQUES DES TÊTES DE BASSINS VERSANTS DE LA VIENNE

## HISTORIQUE ET GENESE DU PROJET :

- Projet à l'initiative de l'EPTB Vienne : approfondir les connaissances sur le fonctionnement des têtes de bassin de la Vienne (eaux de surface, zones humides, eaux souterraines...) sur un plan quantitatif en lien avec le programme « Sources en action » ;
- Réalisation d'une « étude bibliographique relative à l'évaluation des services écosystémiques rendus par les têtes de bassin et proposition d'une approche expérimentale » (Arnaud Duranel – déc. 2016) ;
- Prise en compte notamment de la thèse Nicolas Lhéritier « Les têtes de bassin : de la cartographie aux échelles mondiale et française à la caractérisation des ruisseaux limousins » (janv. 2012) ;
- Lien avec le projet porté le Groupement de Recherche Eau Sol Environnement (GRESE) de l'Université de Limoges concernant la caractérisation des eaux de têtes de bassin versant avec la définition d'indicateurs de référence pour évaluer et suivre l'impact des changements climatiques ;
- Etablissement en 2018 d'une convention R&D entre l'EPTB Vienne et le BRGM en charge de l'exécution de l'étude des fonctions hydrologiques des têtes de bv.

# ETUDE DES FONCTIONS HYDROLOGIQUES DES TÊTES DE BASSINS VERSANTS DE LA VIENNE

## CONSTAT – OBJECTIFS :

Récents épisodes de sécheresse (2003, 2005, 2011, 2015 à 2017) ont mis en exergue la fragilité des têtes de bassin en lien avec la faible capacité de stockage de l'hydrosystème de socle ;

Conséquences : tension sur la ressource (approvisionnement en eau potable, tarissement de petits cours d'eau...) et sur les usages (abreuvement du bétail, pêche, baignade...);

Effets amplifiés par des altérations hydromorphologiques : piétinement des rives par le bétail, présence d'étangs et seuils, défaut d'entretien et de gestion des ruisseaux et zones humides, développement de cyanobactéries dans les eaux stagnantes...

*-> dispositif existant de suivis hydrologiques et piézométriques est insuffisant pour comprendre le fonctionnement des têtes de bassin.*

**OBJECTIF PRINCIPAL : AMÉLIORER LES CONNAISSANCES POUR PERMETTRE D'ORIENTER DES POLITIQUES DE GESTION ET METTRE EN VALEUR LES FONCTIONS DES TÊTES DE BASSIN DANS UN CONTEXTE DE CHANGEMENT CLIMATIQUE.**

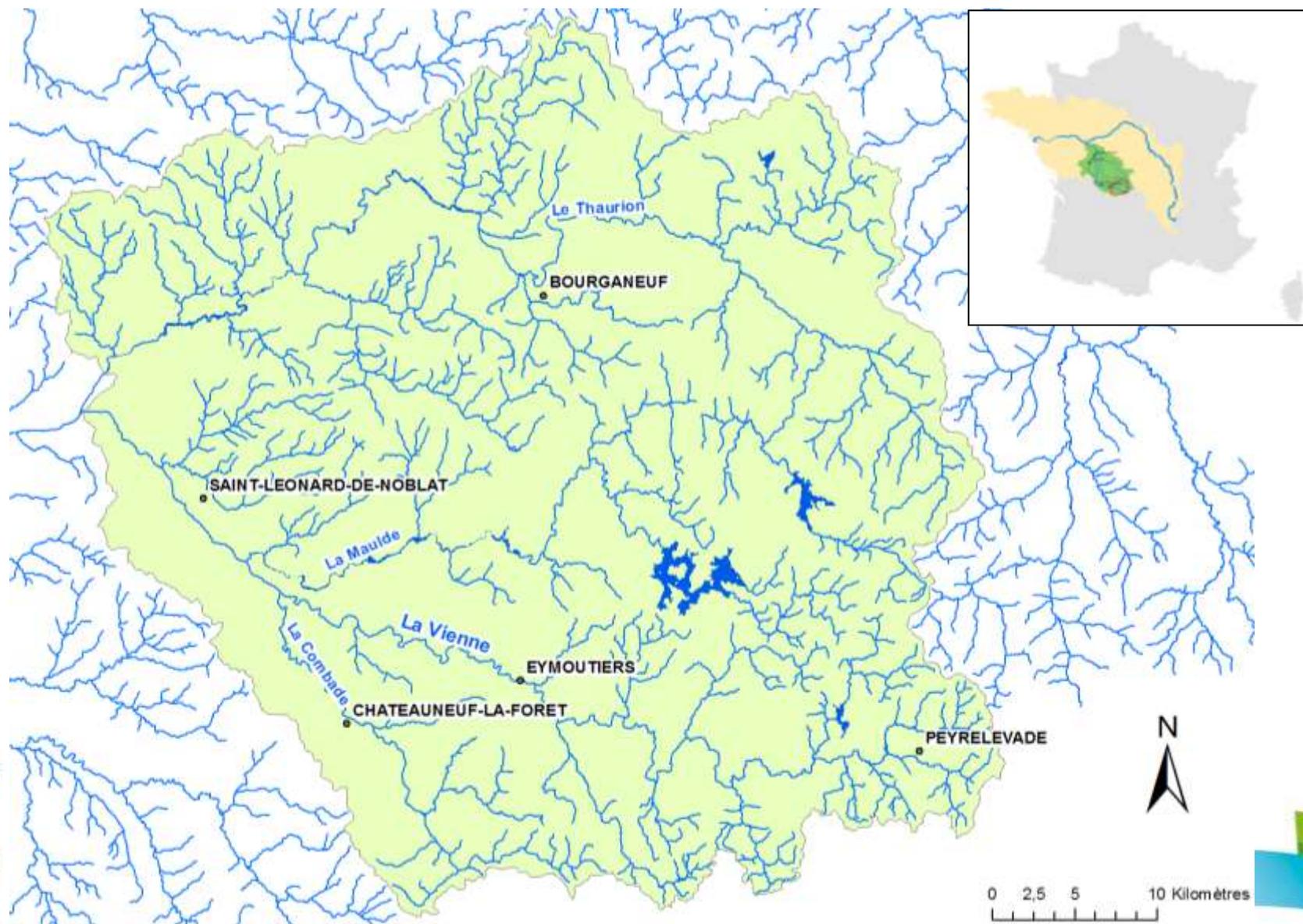
# ETUDE DES FONCTIONS HYDROLOGIQUES DES TETES DE BASSINS VERSANTS DE LA VIENNE

## OBJECTIFS :

- Comprendre et évaluer les fonctions de stockage et de restitution de l'eau (capacités de stockage, soutien d'étiage, alimentation de nappes...)
- Identifier les interactions entre les différents compartiments (eaux de surface, zones humides, eaux souterraines...)
- Evaluer et quantifier les services rendus (disponibilité de la ressource pour les usages, écrêtement des crues, auto épuration...) et comparaison à des infrastructures ou modes de gestion artificiels
- Modéliser l'évolution possible des fonctions face aux projections climatiques



# TERRITOIRE D'ETUDES : le programme « Sources en action »



# ETUDE DES FONCTIONS HYDROLOGIQUES DES TÊTES DE BASSINS VERSANTS DE LA VIENNE

## VOLET 1 :

- élaboration d'une base de données robuste
- typologie de fonctionnement des bassins versants

## VOLET 2 :

- identification des têtes de bassins versants représentatives
- mise en place d'un réseau complémentaire de suivi

## VOLET 3 :

- suivi du réseau de mesures et éventuelles adaptations
- modélisation du fonctionnement de l'hydrosystème

## VOLET 4 :

- simulations prospectives de l'évolution des hydrosystèmes face aux changements climatiques

# ETUDE DES FONCTIONS HYDROLOGIQUES DES TETES DE BASSINS VERSANTS DE LA VIENNE

## VOLET 1

- En complément des résultats des études réalisées en Limousin par le BRGM (projet SILURES – module 1) : synthèse bibliographique et analyse des données existantes



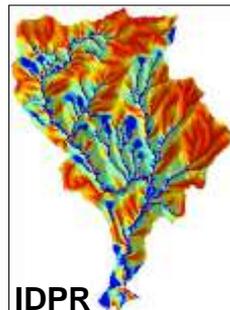
## CARACTERISTIQUES DES BASSINS VERSANTS

### Thématiques :

- **approche géomorphologique** (référentiel hydrographique robuste)

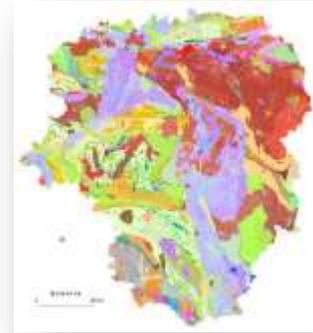


- **modèle numérique de terrain, IDPR**
- **génération d'un réseau de thalwegs, hiérarchisation**
- **définition et caractérisation de bassins versants élémentaires (BVE) – outils ArcGIS (Spatial Analyst)**



# ETUDE DES FONCTIONS HYDROLOGIQUES DES TETES DE BASSINS VERSANTS DE LA VIENNE

## VOLET 1



Carte géologique  
harmonisée  
du Limousin

### Thématiques (suite) :

- **contextes géologique et hydrogéologique**
- **description des entités « eaux de surface »** : géomorphologie, chroniques de débits, inventaire des zones humides, retenues / barrages au fil de l'eau, inventaires des plans d'eau, pressions
- **météorologie** : utilisation des données du maillage SAFRAN et prise en compte de la problématique de l'évaporation des plans d'eau
- **pédologie** : notion de réserve utile
- **occupation des sols**
- **inventaires existants des usages de l'eau**

# ETUDE DES FONCTIONS HYDROLOGIQUES DES TETES DE BASSINS VERSANTS DE LA VIENNE

## VOLET 1

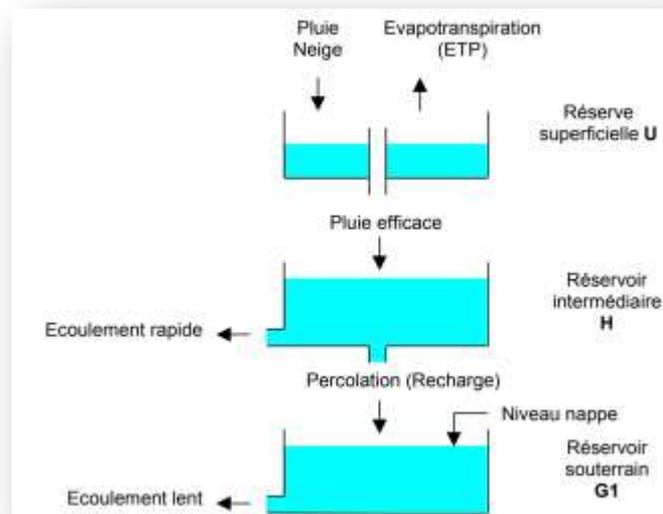
### ● MODELISATION DES HYDROGRAMMES – REALISATION DE BILANS HYDRIQUES

Objectif : à l'aide d'outils de simulation, évaluer la contribution des eaux souterraines aux débits des cours d'eau



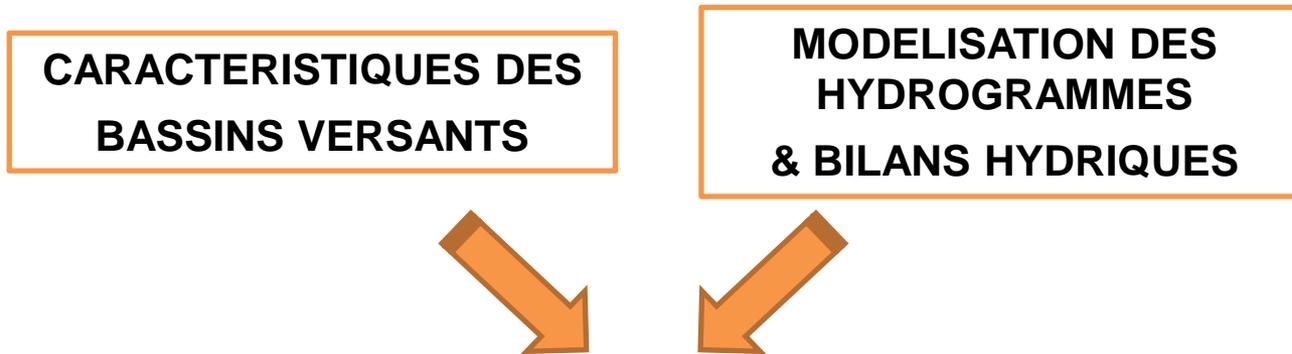
- **GARDENIA** : modèle Global A Réservoirs pour la simulation des Débits et des Niveaux Aquifères – avec EROS (modèle hydrologique global spatialisé)
- **TEMPO** : modèle global de type « boîte noire »
- réalisation de bilans hydriques simplifiés

Schéma conceptuel de  
**GARDENIA**



# ETUDE DES FONCTIONS HYDROLOGIQUES DES TETES DE BASSINS VERSANTS DE LA VIENNE

## VOLET 1



## CONSTITUTION ET ANALYSE D'UNE BASE DE DONNEES MULTICRITERES ROBUSTE

Analyse exploratoire multivariée afin d'identifier les paramètres influençant le plus les régimes d'alimentation des cours d'eau (écoulements rapides et différés) identifiés à l'aide de l'approche modélisation.

Exemple : lien entre IDPR / lithologie / proportion des écoulements lents

# ETUDE DES FONCTIONS HYDROLOGIQUES DES TÊTES DE BASSINS VERSANTS DE LA VIENNE

## VOLET 2

- Sur la base de l'analyse de la base de données multicritères :



**Classification des têtes de bassins versants :  
regroupement en unités fonctionnelles représentatives**

- A l'échelle du bassin de la Vienne, l'un des principaux verrous à lever concerne l'absence de suivis en continu de débits pour les têtes de bassins versants de faible taille. **Le regroupement en unités fonctionnelles va faciliter la sélection de sites qui feront l'objet d'équipement.**

### Critères de sélection :

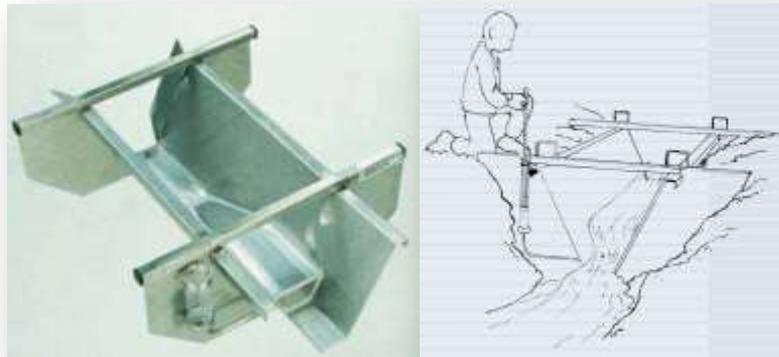
- présence de zones humides ou de plans d'eau
- possibilité d'équipement d'amont en aval
- vérification des contraintes de faisabilité
- prise en compte des interventions prévues, en cours ou réalisées dans le cadre du programme « Sources en action » par les différents porteurs de projet et valorisation de leurs connaissances de terrain et expertise
- prise en compte des stations « qualité » du projet de recherche du GRESE

# ETUDE DES FONCTIONS HYDROLOGIQUES DES TETES DE BASSINS VERSANTS DE LA VIENNE

## VOLET 2

- EQUIPEMENTS POUR LE RESEAU COMPLEMENTAIRE DE MESURES

- Mesures en continu du débit sur des cours d'eau (25 stations)
- Mesures de niveaux piézométriques (5 stations)
- Les suivis feront l'objet d'une interprétation après 2 années de mise en œuvre. Ils seront poursuivis sur une durée de 8 ans.



# ETUDE DES FONCTIONS HYDROLOGIQUES DES TETES DE BASSINS VERSANTS DE LA VIENNE

## VOLET 3

- SUIVI ET ADAPTATION DU RESEAU DE MESURES
- INTERPRETATION DES DONNEES ACQUISES AU TERME DE 2 ANS DE SUIVIS
  - Modélisation à l'aide de modèles globaux
  - Paramètres de calage comparés avec ceux obtenus sur les suivis historiques
  - Intégration des résultats à la base de données globale

# ETUDE DES FONCTIONS HYDROLOGIQUES DES TETES DE BASSINS VERSANTS DE LA VIENNE

## VOLET 4

### ● SIMULATIONS PROSPECTIVES DANS LE CADRE DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

#### RAPPELS sur EXPLORE 2070

Etude finalisée en octobre 2012 (BRL Ingénierie, IRSTEA, Météo France, ONEMA, BRGM) visant à évaluer les impacts du changement climatique sur les milieux aquatiques et la ressource en eau à l'échéance 2070.

#### Paramètres :

- scénario A1B pour les émissions de gaz à effet de serre (2045-2065)
- occupation des sols inchangée
- prélèvements en eau : agricoles stables ou en baisse très légère, industriels en forte baisse et AEP en hausse



#### Résultats :

- tendances fortes à la baisse (QMNA5) sur le bassin amont de la Vienne et du Cher
- crues décennales (débit journalier) : baisse modérée
- recharge des eaux souterraines : baisse moyenne entre 10 % et 20 %

# ETUDE DES FONCTIONS HYDROLOGIQUES DES TETES DE BASSINS VERSANTS DE LA VIENNE

## VOLET 4

- SIMULATIONS PROSPECTIVES DANS LE CADRE DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

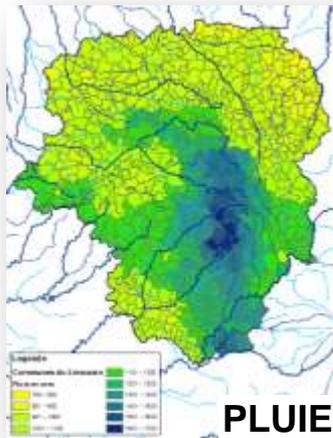


Derniers travaux et projections climatiques du GIEC

Paramètres à l'échelle de la maille SAFRAN

Modélisations numériques à l'aide de GARDENIA

Incertitudes inhérentes aux simulations prospectives (plusieurs scenarii pour un seul modèle climatique).



Prise en compte de la répartition hétérogène des précipitations et de l'évapotranspiration sur le Limousin.



**OBJECTIF DES SIMULATIONS : CARTOGRAPHIE DES ENJEUX ET DES INCIDENCES LIES AU CHANGEMENT CLIMATIQUE**

# ETUDE DES FONCTIONS HYDROLOGIQUES DES TETES DE BASSINS VERSANTS DE LA VIENNE

## GOVERNANCE - FINANCEMENTS

- Instance de pilotage et de suivi général du projet : Commission scientifique du programme « Sources en action »
- Suivi technique assuré par un comité restreint : laboratoire GRESE (Université de Limoges), le PNR de Millevaches en Limousin, le CEN Limousin, l'EPTB Vienne et le BRGM
- Financements sollicités auprès de :



- Autofinancements :



# ETUDE DES FONCTIONS HYDROLOGIQUES DES TETES DE BASSINS VERSANTS DE LA VIENNE

## DUREE & PLANNING

### 4 ans :

- Volets 1 & 2 (biblio, base de données, choix des bv à équiper) : 16 mois
- Volet 3 (mise en place du réseau de suivi et traitement des données par modélisation) : 28 mois
- Volet 4 (simulation chgt climatique) : 4 mois

+ **6 à 8 ans** de suivis complémentaires (en profitant de l'équipement mis en place)

# ETUDE DES FONCTIONS HYDROLOGIQUES DES TETES DE BASSINS VERSANTS DE LA VIENNE

Merci de votre attention.

# ETUDE DES FONCTIONS HYDROLOGIQUES DES TETES DE BASSINS VERSANTS DE LA VIENNE

## CHRONOGRAMME

		Durée d'exécution (mois)
VOLET 1	Bibliographie - Caractérisation de l'hydrosystème	10
	Modélisation des hydrogrammes - réalisation de bilans hydriques	
	Analyse exploratoire multivariée de la base de données obtenue	
VOLET 2	Classification des têtes de bassins versants	6
	Sélection des têtes de bassins versants à équiper	
	Commande des stations de mesure / Aspect réglementaire	
VOLET 3	Traitement/contrôles des données des suivis	28
	Interprétation de l'évolution dynamique des hydrosystèmes	
	Modélisation à l'aide de modèles globaux sur les bassins suivis	
VOLET 4	Simulation de projections de scenarii climatiques	4
Durée totale :		48

## COÛTS

		Coûts (€ H.T.)
Etude / Gestion	Etude : coût ingénieur global	305 280
	Gestion administrative	15 600
Installation et suivi d'un réseau de mesures	Sous-traitance : achat de matériel et installation	130 000
	Installation sondes piézométriques par BRGM	7 885
	Déstockage et contrôle trimestriels in situ par BRGM (2 ans de suivis)	39 400
<b>Coût total :</b>		<b>498 165</b>
Apport du BRGM (20 % hors sous-traitance) :		73 633

Prolongation du suivi sur 8 ans	Déstockage et contrôle trimestriels in situ par BRGM + Rédaction d'une note technique annuelle - Sur 8 ans de suivi	169 120
	Sous-traitance : entretien & maintenance des équipements - Sur 8 ans de suivi	21 700
<b>Coût total :</b>		<b>190 820</b>
Apport du BRGM (20 %) :		33 824