

## ERESSAR

### Action 1 : Méthodes employées

## 1. APPERÇUS THEORIQUES

### 1.1. Sécheresse : Définition

En fonction du type de ressource ou de l'activité économique impactée, plusieurs définitions peuvent être données au terme de sécheresse suivant les parties de l'hydrosystème qui sont affectées :

- ✓ la sécheresse du sol ou pédologique défini par l'épuisement des réserves utilisables par les plantes,
- ✓ la sécheresse hydrologique (ou des cours d'eau) correspondant à un déficit sensible des débits, voire l'assèchement, des cours d'eau par rapport aux normales saisonnières,
- ✓ la sécheresse hydrogéologique à considérer du point de vue de la sensibilité des eaux souterraines aux déficits d'apports et aux conséquences sur le régime naturel des nappes, influant directement sur le soutien du débit d'étiage des cours d'eau

Le projet ERESSAR s'intéresse essentiellement à la sécheresse hydrogéologique. Il s'agit de *caractériser la sensibilité des eaux souterraines en région Midi-Pyrénées au déficit d'apports naturels en eau par rapport à une moyenne, durant une période relativement longue (saison, années) et sur une étendue assez vaste.*

### 1.2. Ressources en eau renouvelables et Stocks

La mise en place d'une gestion quantitative optimale à l'échelle d'un aquifère a pour objectif de permettre une utilisation durable et maîtrisée de la réserve et de la ressource, et donc une quantification préalable de l'état de la ressource, de façon à répondre à la demande en eau des différents usagers, tout en évitant la surexploitation de la nappe. Elle implique d'aborder plusieurs notions importantes (Illustration 1) :

- la **ressource en eau renouvelable** représentant pour une période déterminée l'alimentation totale de la nappe,
- le **stock** correspondant au volume d'eau contenu à un instant donné dans la zone saturée du réservoir.
- la **réserve de la nappe** correspondant à la ressource non renouvelable de la nappe.
- la **ressource renouvelable exploitable** correspondant au volume maximal susceptible d'être prélevé dans l'aquifère sans puiser dans les réserves permanentes et en préservant l'équilibre des écosystèmes.

**Dans une optique de gestion raisonnée, en moyenne, les prélèvements ne doivent pas excéder la ressource renouvelable.**

### 1.3. Facteurs influençant la dynamique d'une nappe et sa sensibilité à la sécheresse

La compréhension de la dynamique des eaux souterraines se fait à partir de l'étude des **variations des niveaux piézométriques** qui constituent la variable la plus sensible aux modifications des conditions extérieures. Le régime de ces variations est défini par :

- des **conditions passives liées aux caractéristiques physiques** du milieu aquifère,
- des **facteurs actifs liés aux variations des flux entrants et sortants** aux limites du système aquifère.

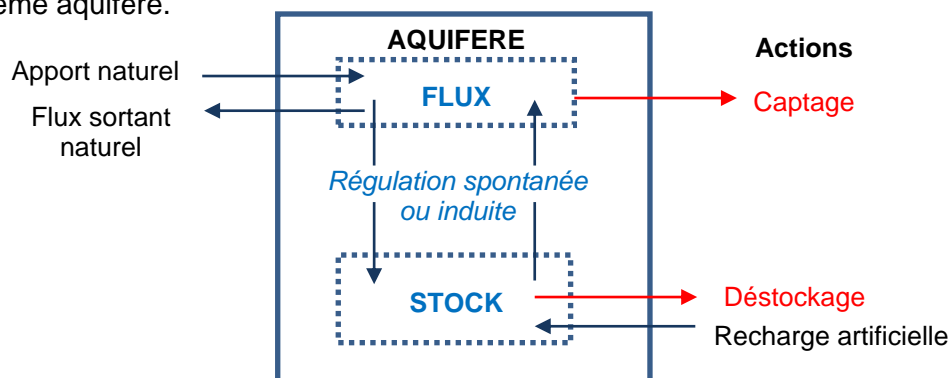


Illustration 1 – Schéma des fonctions conductrices et capacitive d'un aquifère (d'après J. Margat, 1994 – "Gestion des eaux souterraines" – Note technique BRGM/EAU 009/94)

L'évaluation de la sensibilité à la sécheresse des aquifères demande une méthode de travail adaptée à chaque type d'aquifère, en particulier à leurs fonctionnements hydrodynamiques et à leurs structures spécifiques.

## 2. CRITERES PRIS EN COMPTE DANS ERESSAR POUR L'ÉVALUATION DE LA SENSIBILITE A LA SECHERESSE DES AQUIFERES

Les critères pris en compte pour l'évaluation de la sensibilité à la sécheresse des aquifères sont variés. Ils nécessitent une bonne connaissance des paramètres qui régissent le fonctionnement d'un aquifère, et l'acquisition de longues chroniques piézométriques. La disponibilité de ces données est hétérogène et le plus souvent manquante ou incomplète. Les principaux critères considérés sont décrits ci-après. Une série de critères spécifiques aux aquifères karstiques a également été testée et est détaillée dans le rapport final.

### 2.1. Superficie de l'aquifère

La taille d'une entité hydrogéologique contribue à déterminer sa plus ou moins grande inertie, c'est-à-dire sa réactivité globale aux propagations d'influence.

*Plus l'entité est étendue plus sa capacité à résister à un manque d'alimentation prolongé sera élevée.*

### 2.2. Capacité à l'infiltration des apports d'eau naturels vers la nappe

La capacité des terrains à l'infiltration des précipitations vers la nappe induit nécessairement sur les capacités de l'aquifère à se recharger facilement.

*Plus la capacité à l'infiltration des terrains sera grande et plus la capacité de l'aquifère à résister à la sécheresse sera importante.*

### 2.3. Inertie de la nappe

Les fluctuations de niveau d'une nappe résultent du rôle amortisseur du réservoir (fonction régulatrice d'un aquifère) entre les flux entrants (recharge) globalement irréguliers et les flux sortants (vidange) continus et plus réguliers (à charge peu variable).

*Plus l'inertie d'une nappe sera grande plus la capacité de l'aquifère à résister à des déficits prolongés d'apports d'eau sera grande.*

Les 3 méthodes suivantes ont été utilisées pour estimer l'inertie d'une nappe :

#### a) Evaluation du temps de demi-décroissance

Par analogie avec la loi exponentielle de tarissement d'une source, la baisse des niveaux d'une nappe, en l'absence de toute recharge, peut être modélisée par une loi de décroissance exponentielle :  $H(t) = H_b + H_0 e^{-\alpha(t-t_0)}$

avec  $\alpha$ , constante reliée au temps de demi-décroissance  $t_{1/2}$  et dépendant des paramètres hydrodynamiques de l'aquifère et de sa taille.

*Plus ce temps de demi-décroissance est grand, plus la dynamique de tarissement sera lente et plus l'aquifère sera capable de résister à des épisodes de déficit de recharge*

#### b) Estimation de la capacité régulatrice de l'aquifère

La capacité régulatrice de l'aquifère est également définie à partir de la loi de décroissance exponentielle exposée précédemment et représentée schématiquement sur l'illustration 2.

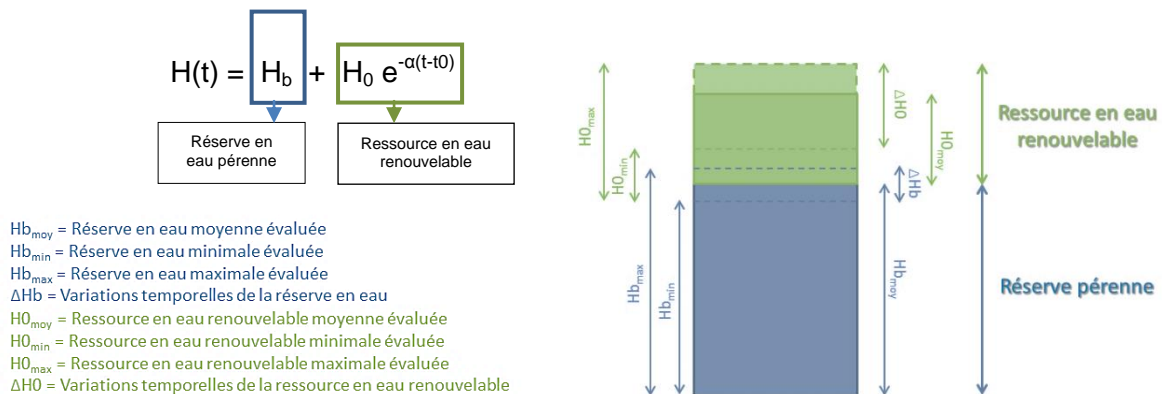


Illustration 2 – Ressource en eau renouvelable et réserve en eau pérenne

*La ressource en eau renouvelable d'un aquifère, dépendant de la recharge et des propriétés hydrodynamiques de l'aquifère, est un indicateur de la dynamique et de l'inertie de la nappe. En règle générale, plus elle sera importante plus l'aquifère aura la capacité à résister à des événements extrêmes.*

La *capacité régulatrice intrinsèque* est définie par la hauteur d'eau correspondant à la "réserve historique" rapportée à la hauteur d'eau correspondant à la réserve totale moyenne de l'aquifère. *Plus la valeur de ce critère est faible (faible amplitude de fluctuation de la réserve historique et importante réserve totale) plus le pouvoir régulateur est important, et plus la résistance à la sécheresse de l'aquifère sera forte.*

### c) Méthode d'analyses corrélatrices

- **Auto-corrélogramme ou effet mémoire de l'aquifère,**

L'auto-corrélogramme caractérise et met en évidence l'interdépendance des événements affectant une chronique pour des intervalles de temps de plus en plus longs.

*La nappe aura une inertie d'autant plus grande que son effet mémoire sera grand, et donc sera d'autant plus résistante à une sécheresse.*

- **Corrélogramme croisé pluie efficace – niveau piézométrique**

Le corrélogramme croisé permet d'analyser des relations de causalité entre séries. Deux paramètres sont considérés pour caractériser la sensibilité à la sécheresse :

- **Le pic de réaction de l'aquifère aux précipitations** : pouvant traduire la capacité de l'aquifère à se recharger. Un pic tardif accompagnée d'une valeur de corrélogramme faible devrait traduire une faible résistance à la sécheresse en raison de la faible capacité de l'aquifère à se recharger,
- **La durée du maintien de l'effet des pluies sur l'aquifère** (en jours) traduisant la capacité de l'aquifère à résister à une sécheresse. *Plus cette durée sera longue, plus l'aquifère sera résistant à la sécheresse.*

### 3. INDICATEUR DE RESISTANCE D'UNE NAPPE A LA SECHERESSE

Les valeurs obtenues pour chacun des critères font l'objet d'un classement et une note est attribuée à chaque classe, sachant que les plus fortes valeurs retranscrivent une forte résistance à la sécheresse.

Pour *chaque aquifère, l'indicateur de résistance à la sécheresse (IRS) est calculé* en pondérant et en sommant les notes attribuées à chaque classe. La pondération a été choisie de façon à refléter l'importance du critère dans son rôle régulateur face à l'occurrence d'une sécheresse.

$$IRS_j = \sum_{i=1}^n p_i N_{j,i}$$

Avec :

IRS<sub>j</sub> : l'indice de résistance à la sécheresse de l'aquifère j,

p<sub>i</sub> : le poids du critère i,

N<sub>j,i</sub> : la note attribuée au critère i pour l'aquifère j.

### 4. REFERENTIEL UTILISE

Le *référentiel hydrogéologique* utilisé dans le projet ERESSAR est celui de la Base de Données des Limites des Systèmes Aquifères (**BD LISA**) dans sa version V0. Il correspond à un découpage du territoire national en entités hydrogéologiques (formations géologiques aquifères ou non) délimitées à trois niveaux de détail – national (niveau 1), régional (niveau 2) et local (niveau 3). Le travail effectué s'est appuyé sur les contours à un niveau de précision local (NV3), sachant que les entités alluviales ont fait l'objet d'un découpage spécifique au projet ERESSAR.

Les aquifères à nappe captive, ceux de très faible extension (superficie totale inférieure à 10 km<sup>2</sup>) et les entités imperméables (non aquifères) ne concernent pas le projet ERESSAR.

Sur 271 entités hydrogéologiques délimitées en région Midi-Pyrénées, 163 concernent le projet ERESSAR dont 87 attribuées au thème de l'intensément plissé (massif des Pyrénées).