Dynamique hydrologique de la nappe piézomètres

I03

Extrait de

la boîte à outils de suivi des zones humides

RhoMeO

Version 1 - Février 2014

www.rhomeo-bao.fr

Définir l'univers d'échantillonnage

Dans le cadre du programme RhoMéO, le contour des zones humides suivies correspondait aux contours délimités dans le cadre des inventaires départementaux des zones humides réalisés entre 1996 et 2012 dans le bassin Rhône-Méditerranée. Il est important de noter que l'inventaire et la cartographie des zones humides ont été réalisés avec des méthodes légèrement différentes d'un département à l'autre, parfois même au sein d'un même département. Les principaux écarts observés portent sur :

- L'intégration ou non des marges peu profondes des masses d'eau associées aux zones humides (lac, cours d'eau).

- Le traitement cartographique des réseaux de petites zones humides, soit intégrées dans un seul polygone, soit faisant l'objet de polygones distincts. En lien avec ce second point, l'intégration ou non de parties de la zone humide déjà dégradées au moment des inventaires selon que des critères pédologiques ou uniquement floristiques ont été utilisés.

Les choix qu'un opérateur fera au moment de la délimitation de l'univers d'échantillonnage auront des conséquences importantes au moment de l'analyse des données et de l'interprétation des indicateurs de la boîte à outils :

- Pour des zones humides attenantes à une masse d'eau, la prise en compte ou non de l'interface entre la masse d'eau et la zone humide modifiera logiquement la liste des espèces observées. Cette liste inclura ou non certaines espèces parmi les plus hydrophiles (ex : flore) et ainsi influera sur la valeur de l'indicateur alors calculée (en lien notamment avec la fonction hydrologique du site). Pour les groupes faunistiques les plus mobiles, cette prise en compte de l'interface zone humide/masse d'eau permettra d'interpréter la présence d'éventuelles espèces «surprenantes» par rapport aux habitats recensés sur le site (espèces d'odonates caractéristiques des cours d'eau pouvant être observées sur une zone humide). L'interprétation des résultats obtenus devra donc faire référence aux contours de l'objet suivi.

- Dans le cas de constellations de petites zones humides (marais, mares,…), souvent héritées d'une zone humide antérieure plus vaste réduite et fragmentée par drainage ou mise en culture, l'inclusion ou non de ces parties dégradées déterminera la capacité de l'opérateur à suivre par exemple les effets d'une éventuelle restauration de la zone humide dans leur intégralité.

Il convient donc, avant d'engager la définition de l'échantillonnage, d'avoir une lecture critique des données d'inventaire des zones humides et, selon les besoins de l'utilisateur, de procéder à des regroupements ou plus généralement de redéfinir les contours de la zone humide suivie de manière à conduire l'évaluation à la bonne échelle.

PRÉALABLE À L'UTILISATION DES FICHES

En haut de chaque fiche un bandeau permet d'identifier le type de fiche et le renvoi aux fiches liées.



Sur chaque fiche indicateur, le bandeau contient également des informations sur :



Plusieurs indicateurs peuvent être calculés avec un seul protocole, le schéma ci-dessous montre les liens entre les fiches protocoles et les indicateurs correspondants.

Numéro de page – Indicateur		Numéro de page – Protocole		Numéro de page – Analyse / Interprétation	
I01	20	P01 pédologie	46	A01	88
I02	22			A02	92
I06	24	P02 flore	50	A06	108
I08	26			A08	116
I03	28	P03 piézometrie	54	A03	96
I04	30	P04 chimie	58	A04	100
I07	32			A07	112
I05	34	P05 orthoptères	62	A05	104
I09	36			A09	120
I10	38	P06 odonates	66	A10	124
I11	40	P07 amphibiens	72	A11	128
I12	42	P08 pression artificialisation	76	A12	132
I13	44	P09 pression agricole	82	A13	136

DYNAMIQUE HYDROLOGIQUE DE LA NAPPE PIEZOMETRE



Domaine d'application
toutes les zones humides

Fonction / pression
hydrologique

Compétences :
/

Coût :
€ € € € / €

Description et principes de l'indicateur

Le fonctionnement hydrologique des zones humides peut être approché par la connaissance de la dynamique de la nappe d'eau dans le sol (*GILVEAR et BRADLEY 2000*), qui est la résultante de la différence entre les entrées et les sorties d'eau (bilan hydrique) à l'échelle du site. Cette dynamique détermine la présence des espèces hygrophiles et des sols hydromorphes. L'indicateur caractérise la distribution des valeurs annuelles de la nappe pour un suivi à moyen et long terme de la dynamique hydrologique.

FONDEMENTS SCIENTIFIQUES DE L'INDICATEUR

Le niveau piézométrique caractérise la pression de la nappe en un point donné ; autrement dit, c'est le niveau libre de l'eau dans un puits d'observation rapporté à un niveau de référence. Ce niveau est lié aux dynamiques de transport d'eau, d'emmagasinement temporaire et parfois de changement d'état dans la phase de ruissellement de surface et d'écoulement souterrain du cycle de l'eau (***MUSY 2004***). Il correspond à une part du terme S et DS de l'équation du bilan hydrique :

$$P + S = R + E + (S + DS)$$

Avec :
P : précipitations [mm],
S : stocks de la période précédente (eaux souterraines, humidité du sol, neige, glace) [mm],
R : ruissellement de surface et écoulements souterrains [mm],
E : évaporation (y compris évapotranspiration) [mm],
S + DS : stocks accumulés à la fin de la période [mm].

Ici, tous les niveaux d'eau sont mesurés relativement à la surface du sol et indiquent la profondeur de la nappe d'eau dans le sol. Il s'agit en effet de s'intéresser à travers cet indicateur à la relation eau/sol/végétation puisque c'est dans les horizons superficiels du sol que se joue la disponibilité de l'eau pour la végétation. Dans la littérature, des tests de corrélation montrent les liens des niveaux de nappe avec la biomasse ou la composition floristique (***PAUTOU et al., 1996***).

La mesure des niveaux dans la partie superficielle du sol, inférieure à 1,5 m de profondeur, vise à réaliser des mesures dans des dépôts au comportement hydraulique le plus homogène possible où se situe la nappe libre.

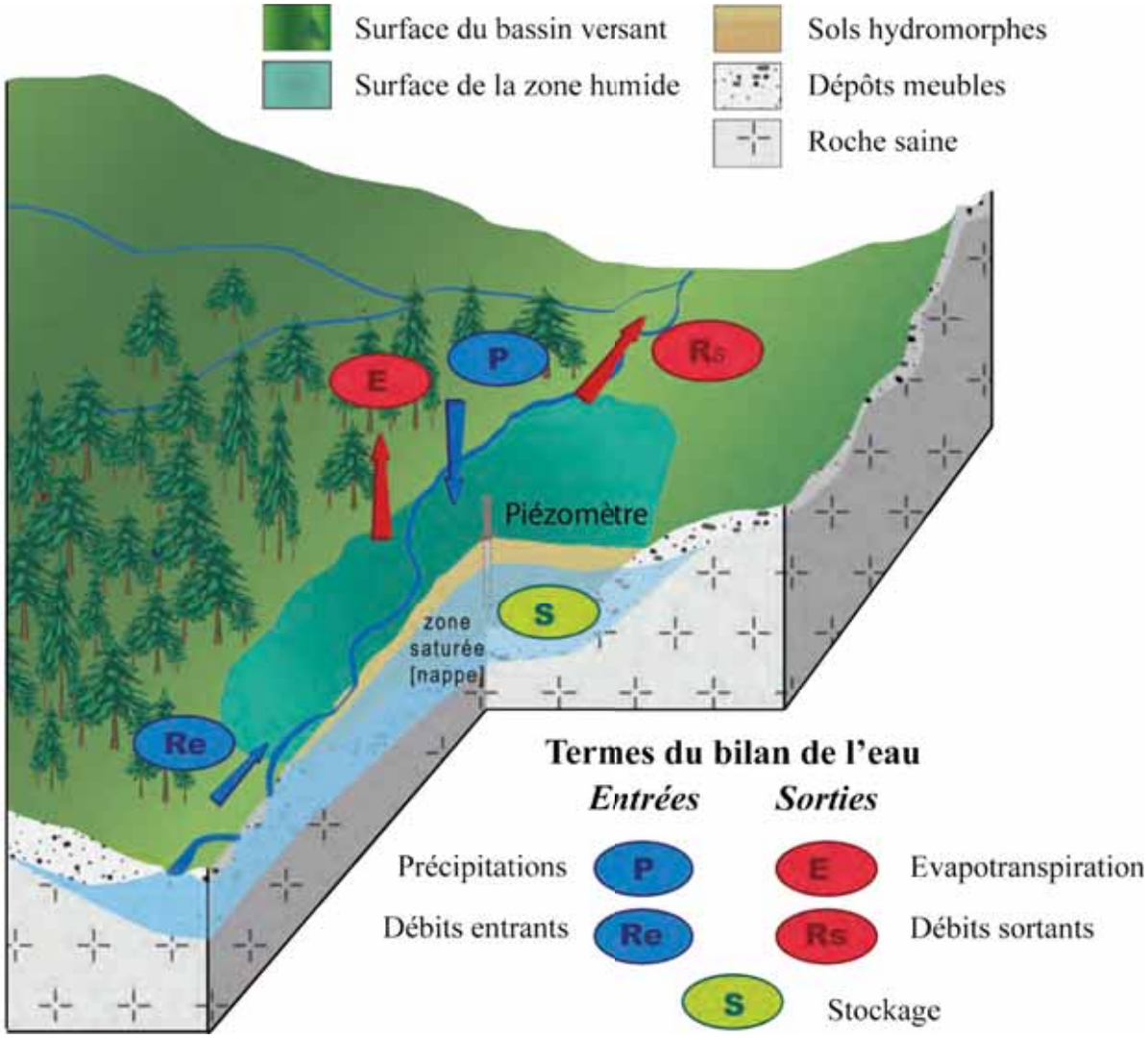
La nappe d'eau du sol étant continue dans l'espace, les piézomètres sont dépendants les uns des autres (***GENTIL et al., 1983***). En conséquence, enregistrer la dynamique de la nappe en un point d'une zone humide peut nous renseigner sur son fonctionnement général, pour autant que l'on s'assure que le piézomètre permette de mesurer le niveau d'une nappe libre et non captive.

DOMAINE D'APPLICATION DE L'INDICATEUR

L'indicateur étant calculé relativement à la surface du sol au niveau du piézomètre, il est applicable tant pour les sites à nappe superficielle que pour les sites à submersion temporaire, voire permanente. Toutefois, la représentativité du point de mesure vis-à-vis du fonctionnement général du site, notamment sur les sites de grande taille, doit être validée par le respect des prescriptions d'installation du protocole.

Périodicité

Les relevés des données peuvent être réalisés annuellement de même que le calcul de l'indicateur. L'interprétation de l'évolution de la valeur indicatrice doit être réalisée elle tous les 5 ans.



Bibliographie :

GENTIL S., KOSMELJ K., LACHET B., LAPORTE P. & PAUTOU G, 1983. Classification statistique et modélisation des niveaux de la nappe phréatique près de Brégnier-Cordon, en relation avec les apports en eau et la température. In : Revue de géographie alpine. Tome 71 N°4 : 353-362.

GILVEAR D.J. & BRADLEY C., 2000. Hydrological monitoring and surveillance for wetland conservation and management; a UK perspective, Physics and Chemistry of the Earth, Part B : Hydrology, Oceans and Atmosphere, Volume 25, Issues 7–8 : 571-588.

MUSY A. & HIGY A., 2004. Hydrologie : une science de la nature, Science & ingénierie de l'environnement, Collection Gérer l'environnement, volume 21 - PPUR presses polytechniques, 314 p.

PAUTOU G., GIREL J., PEIRY J.-L., HUGHES F., RICHARDS K., FOUSSADIER R., GARGUET-DUPORT B., HARRIS T. & BARSOUM N., 1996. Les changements de végétation dans les hydrosystèmes fluviaux. L'exemple du Haut-Rhône et de l'Isère dans le Grésivaudan - Revue d'écologie alpine 3 41- 66.

PIÉZOMÉTRIE



Description et principes du protocole

Principes généraux

Il s'agit de suivre les variations de la nappe d'eau dans le sol et de traduire la dynamique hydrologique de la zone humide. Pour cela, un piézomètre, servant de puits d'observation, est installé et équipé d'une sonde de pression permettant l'enregistrement automatique des valeurs de nappe. Comme il s'agit de mesurer les variations de la nappe à proximité de la surface et non dans les formations superficielles profondes, les piézomètres peuvent ne pas excéder deux mètres de longueur. Ce protocole nécessite d'envisager une maintenance du matériel à moyen et long terme (TAYLOR et ALLEY, 2001).

Type de données collectées

Les sondes acquièrent des données au pas de temps horaire, soit 8760 valeurs par an. Comme il s'agit de profondeur par rapport à la surface du sol, les valeurs sont positives lorsque la nappe se situe dans le sol et négatives si elle dépasse la surface et inonde le sol.

Type d'échantillonnage

Un seul piézomètre équipé peut être installé par site. Bien évidemment, la localisation du piézomètre doit être réfléchie afin de se situer dans un contexte hydrologique et topographique moyen à l'échelle du site. Cela est d'autant plus vrai que le site est vaste.

Méthode de mise en place

Les piézomètres « ouverts » sont de simples tubes, qui permettent depuis la surface d'accéder à l'eau d'une nappe. Fabriqués à partir de tubes métalliques ou en PVC perforés sur toute leur longueur (tous les 10 centimètres), ils permettent d'observer le niveau piézométrique. Il est parfois préconisé de recouvrir le tube d'un géotextile, pour empêcher le matériel du sol de rentrer dans le tube. Si cela est recommandé dans les sol minéraux friables ou argileux, cela n'est généralement pas nécessaire dans la tourbe, dans la mesure où les perforations sont de petite taille (inférieure à 10 mm). Les tubes dépassent du sol pour faciliter leur repérage au milieu de la végétation. Une marque est réalisée au niveau du sol pour matérialiser le niveau 0 et vérifier que le piézomètre ne bouge pas au fil du temps. Les tubes sont équipés de sondes à capteur de pression permettant l'enregistrement automatique des valeurs à un pas de temps défini.

Différents fabriquants proposent aujourd'hui des enregistreurs de niveau de nappes basés sur une sonde de pression (ott, hydreka, aqualyse, schlumberger, paratronic, solinst...).

Si les propositions techniques diffèrent quelque peu, le principe général consiste à mesurer la pression absolue en profondeur, correspondant à la somme de la pression atmosphérique et de la pression due à la colonne d'eau, pour la convertir en hauteur. Pour cela, il est donc nécessaire de compenser la pression absolue par la pression atmosphérique enregistrée en surface et ainsi isoler la pression uniquement liée au poids de la colonne d'eau. Aujourd'hui les capacités de stockage des données ne sont plus un facteur limitant, les sondes pouvant stocker plusieurs centaines de milliers de valeurs. Si, pour le calcul de l'indicateur, les données sont exploitées au pas de temps journaliers, des enregistrements au pas de temps horaire peuvent permettre des observations complémentaires intéressantes.

Méthode de mise en place *(Suite)*

Deux documents annexés précisent la méthode de fabrication des tubes piézométriques et l'utilisation du logiciel de paramétrage des sondes (Annexe 2).
La localisation du point d'installation du piézomètre doit respecter les préconisations suivantes :

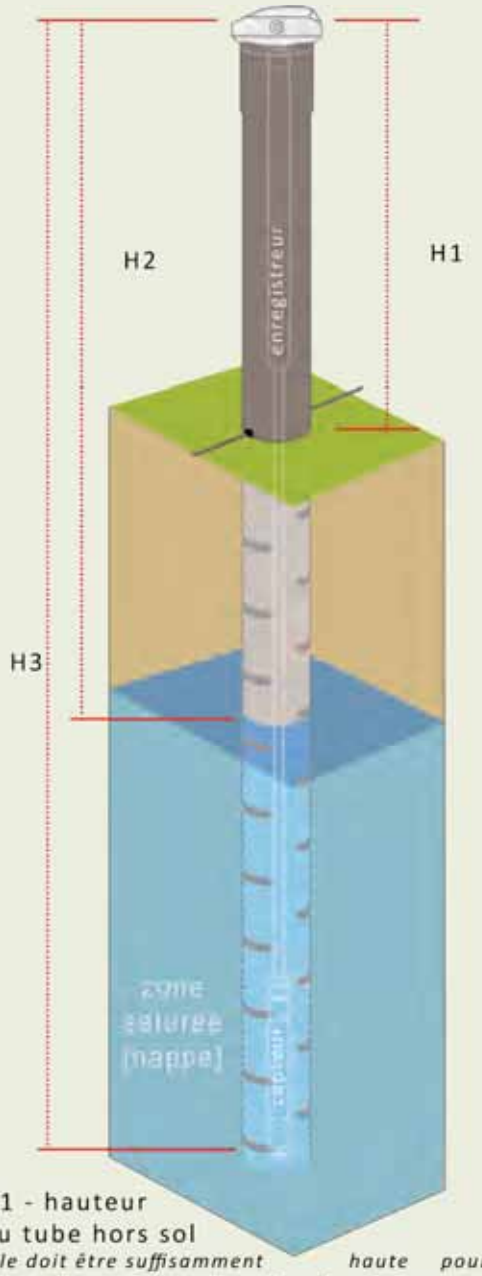
- S'assurer de la compatibilité du dispositif avec la gestion du milieu. S'il y a pâturage, prévoir un enclos de protection. En cas de fauche, rendre le tube visible pour un conducteur de tracteur ;
- Préférer l'installation du piézomètre dans une partie centrale, correspondant à un habitat ou du moins à un milieu très représenté à l'échelle du site. En s'appuyant sur l'observation de la microtopographie de surface, on évitera de positionner le piézomètre dans un creux ou sur une butte qui constituerait une situation singulière à l'échelle du site. Toutefois, quelle que soit la position de l'appareil, il est possible d'obtenir une réponse représentative de la dynamique de fonctionnement hydrologique du site (voir paragraphe suivant).



Piézomètre équipé d'une sonde de mesure automatique

L'opérateur doit s'assurer de la justesse du calage entre le niveau réel de la nappe et celui mesuré par la sonde (voir note en Annexe 2). Hors vandalisme ou "casse" (faucheuse, bétail, mammifères sauvages), le colmatage du tube est le principal problème provoquant des erreurs de mesure. Il est donc nécessaire de veiller au bon fonctionnement du dispositif pour éviter les lacunes dans les séries de données qui empêcheraient le calcul de l'indicateur.

Figure 1: Principes d'installation d'une sonde



H1 - hauteur du tube hors sol
Elle doit être suffisamment haute pour laisser l'enregistreur hors d'eau (supérieure aux niveaux de crue), celui-ci ayant une capacité de submersion limitée.

H2 - profondeur de la nappe
La sonde convertit les variations de pression au dessus du capteur en variations de hauteur d'eau. Pour cela, elle soustrait de la pression totale la pression atmosphérique mesurée au niveau de l'enregistreur (compensation).

H3 - profondeur maximale de mesure de la nappe
La profondeur du capteur détermine l'amplitude maximale des mesures possibles.



Représentativité des données

Précision de l'information

Si les profondeurs de la nappe varient à l'échelle du site, en relation avec la microtopographie, mais également en fonction du gradient hydraulique (pente d'écoulement de la nappe), le suivi de réseau de piézomètres montre le bon niveau de corrélation des niveaux piézométriques en zone humide. Ainsi, en ne suivant qu'un seul point de la zone humide, une image fidèle du fonctionnement de la dynamique, c'est-à-dire des rythmes et de l'amplitude des variations, peut être obtenue (***PORTERET 2008***).

Représentativité de l'information collectée

L'impact des modifications des apports d'eau (drainage, prélèvement) d'une zone humide se traduit directement sur les niveaux de la nappe dans le fonctionnement hydrologique du milieu (suivant l'équation du bilan de l'eau). Toutefois, c'est l'ampleur des volumes d'eau soustraits à la zone humide qui détermine l'impact sur la baisse de la nappe. Si cet impact peut être masqué à court terme par les fluctuations des apports atmosphériques (précipitations), cela n'est plus le cas lorsque l'on considère la tendance à moyen terme (5 ans). Les sites pour lesquels les séries de données à long terme existent sont rares. Toutefois, nous pouvons clairement observer, dans les enregistrements du marais de Chautagne (Savoie), la baisse générale de la nappe liée aux travaux d'aménagement du Rhône. Au delà des valeurs brutes de profondeur de la nappe, l'analyse des distributions des niveaux de nappe illustre l'impact tant sur l'amplitude des variations que sur les profondeurs les plus fréquentes (Figure 2).

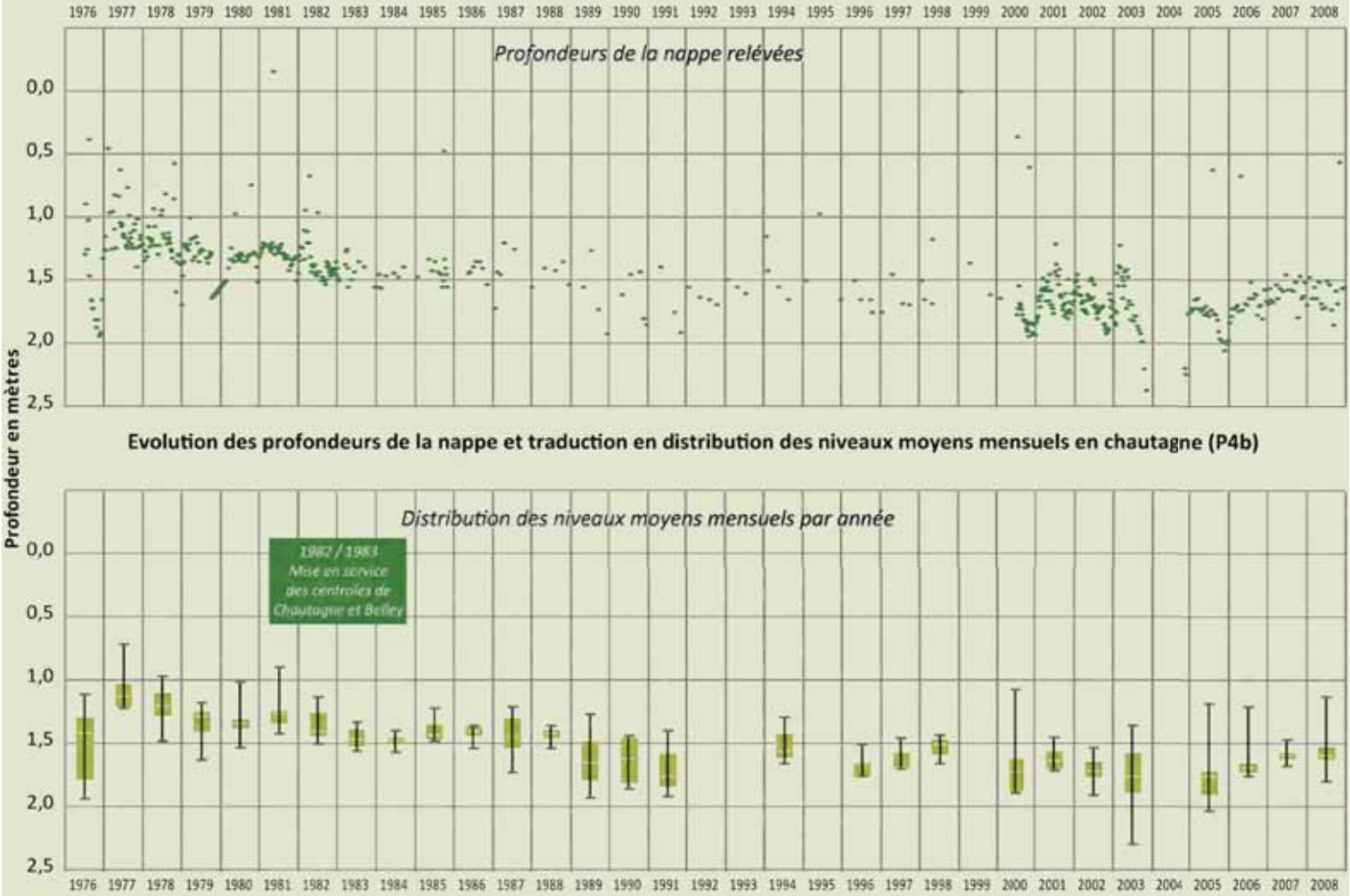


Figure 2 : sensibilité de la nappe aux aménagements hydrauliques en Chautagne

Opérationnalité de la collecte

Compétences requises
La mise en place, le paramétrage et le suivi des sondes demandent des compétences qui peuvent être facilement acquises par les opérateurs. Les différentes notes d'installation et manuels d'utilisation permettent une prise en main rapide des outils (matériel et logiciel). Par ailleurs, certains fabriquants de matériels proposent des formations pour leur utilisation.

Temps moyen de collecte (coût)
Au delà de la phase initiale d'installation (1/2 journée) et de vérification du bon fonctionnement du dispositif (2 à 3 passages dans les mois suivant l'installation), le relevé des données ne demande que quelques minutes. Si, avec l'utilisation de pile lithium, l'autonomie (batterie et mémoire) atteint plusieurs années (jusqu'à 5 ans), il est conseillé d'effectuer, au minimum, les relevés annuellement.

Temps de validation et saisie des données
Les données journalières peuvent être exportées directement du logiciel d'exploitation de la sonde vers un tableur ou une base de données. Comme pour tout dispositif d'enregistrement automatique de mesures, il est toutefois nécessaire de prévoir une vérification de la cohérence globale des données.

Coût matériel/données /prestation/analyse
Le coût d'équipement d'un site est de 1500 euros ; la maintenance et le suivi représentent 1 journée de travail par an.

En annexe :
- Note sur la fabrication de piézomètres (Annexe 2)
- Note sur le paramétrage du logiciel Hydras (Annexe 2)

Bibliographie

TAYLOR C.J. & ALLEY W.M., 2001. Ground-water-level-monitoring and the importance of long term water level data - US Geological Survey, Circular 1217 p.

PORTERET J., 2008. Fonctionnement hydrologique des têtes de bassin versant tourbeuses du Nord-Est du Massif Central - PhD thesis. Université Jean Monnet - Saint-Etienne (2008-12-08), Hervé Cubizolle (Dir.).

DYNAMIQUE HYDROLOGIQUE DE LA NAPPE PIEZOMETRES



Description et principes du protocole

L'ensemble des données horaires enregistrées pour l'année hydrologique sont utilisées pour le calcul des valeurs statistiques descriptives de la distribution des niveaux de la nappe : médiane, 1er et 3ème quartile, minimum et maximum. Ces valeurs sont utilisées pour construire une boîte à moustache qui constitue la représentation graphique de l'indicateur.

Méthode de calcul

Les calculs sont effectués sur les valeurs du 1er septembre de l'année *n-1* au 31 août de l'année *n*, période qui correspond à l'année hydrologique pour le bassin Rhône-Méditerranée. Ce pas de temps permet d'intégrer les périodes de plus hautes eaux et de plus basses eaux dans une période de 12 mois continue, pour que la variation de l'ensemble des réserves soit minimale.

Comme il est possible qu'il y ait des lacunes dans les enregistrements, le nombre minimal de valeurs pour le calcul de l'indicateur doit être précisé. Les problèmes d'enregistrement des sondes ne sont jamais aléatoires, hors problème matériel, mais correspondent à des plages de données (arrêt des piles, submersion prolongée...). L'absence de longues plages de données ne permet pas de calculer l'indicateur. En pratique, pour valider une série de données, il ne doit pas manquer plus de 10 % du nombre de valeurs possible dans l'année (soit plus de 328 valeurs journalières).

L'indicateur est construit par l'analyse de la tendance d'évolution du niveau de la nappe au cours des 5 années précédentes. En pratique, il s'agit de construire la droite de régression linéaire des niveaux médians de la nappe de l'année *n-5* à l'année *n*. La pente de la droite indique la tendance et l'importance de l'évolution.

En complément de cette tendance, une «boîte à moustache» (figure 1, ci-dessous) représentant la distribution des valeurs de la nappe, pour chaque année hydrologique considérée, apporte des éléments de compréhension de l'évolution du fonctionnement. .

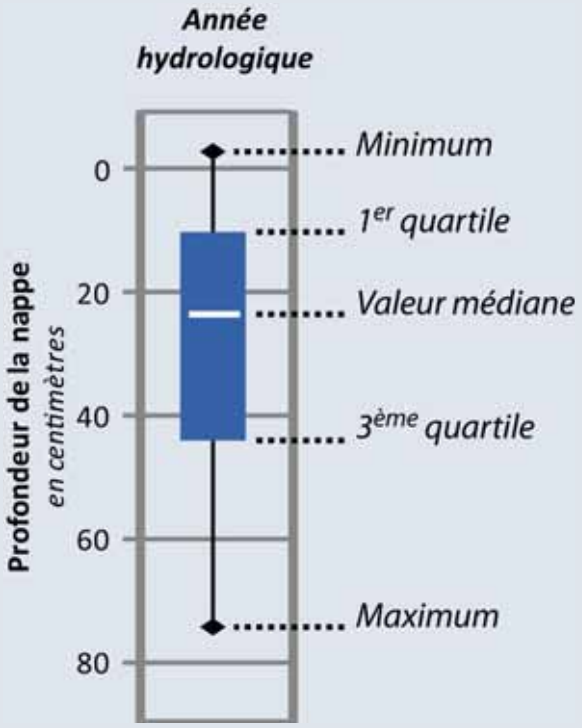
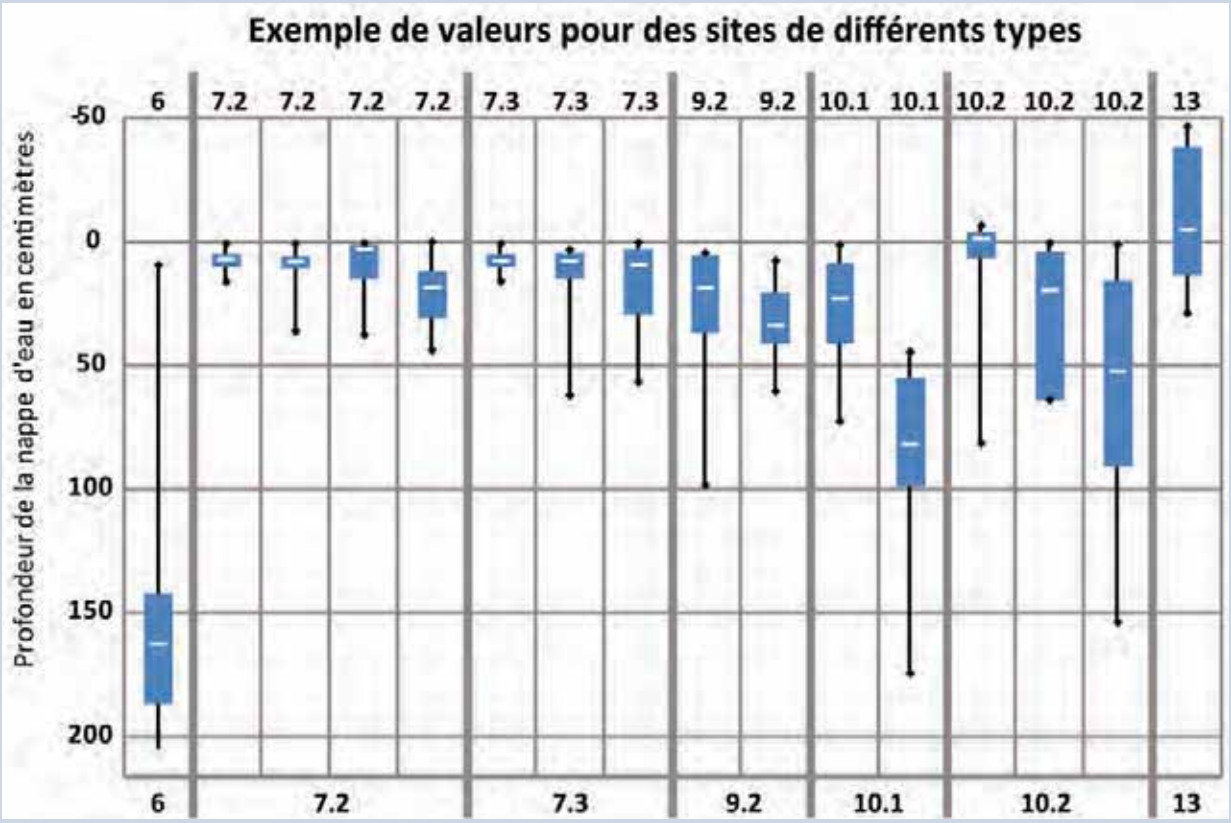


Figure 1 : construction de la boîte à moustaches

Clés d'interprétation de la note indicatrice

Si les enregistreurs permettent de suivre en continu la situation de la nappe, les valeurs de l'indicateur sont calculées tous les 5 ans. La situation de l'année considérée est analysée au regard de la tendance sur la période écoulée (ensemble des valeurs des 5 dernières années). Pour cela, au delà des distributions annuelles de valeurs de la nappe, la courbe de tendance de la valeur médiane est tracée (tendance linéaire pour moins de 5 ans de suivi ; moyenne mobile au delà de 5 ans de suivi).
Les valeurs enregistrées étant les profondeurs de la nappe, une baisse de la profondeur est positive, alors qu'une hausse de la profondeur est négative du point de vue du fonctionnement hydrologique.
Le seuil de significativité de l'évolution de la valeur indicatrice augmente si la série de données présente des lacunes. Avec 5% de valeurs manquantes, ce seuil de significativité de l'évolution est de 5% ; il atteint 10 % pour 10 % de valeurs manquantes. L'absence de données en hiver ou au début de printemps est la moins préjudiciable à l'analyse des données.
Les niveaux médians de profondeur de la nappe varient entre -5,3 cm et 81,4 cm (hormis le cas particulier du type 6) suivant le type de site et l'état de fonctionnement hydrologique.

Exemples d'amplitude des valeurs observées

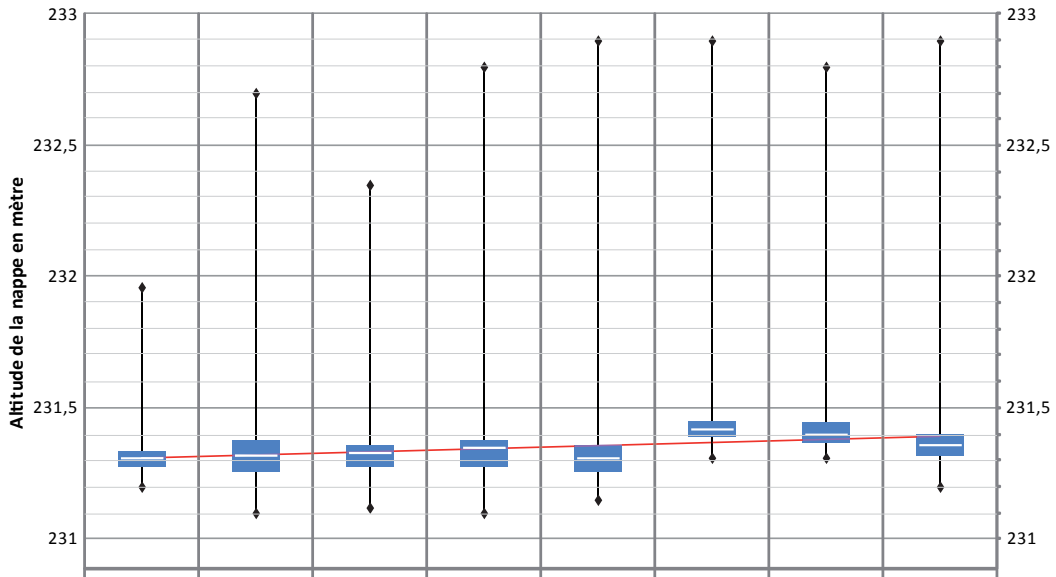




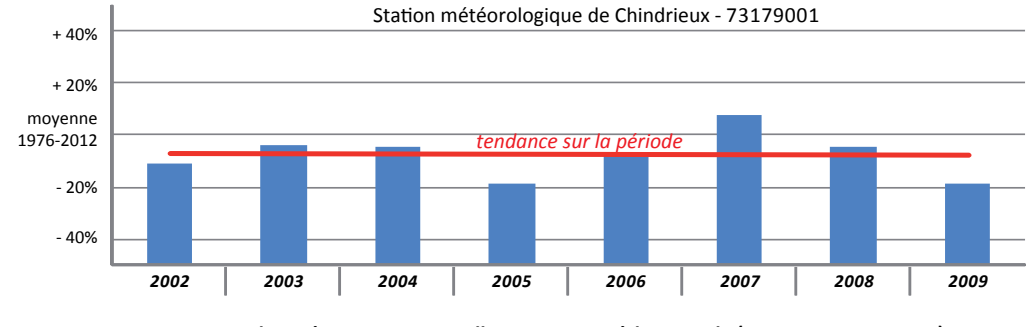
FICHES LIÉES P03 I03

Exemple d'application

Lavours BY94



	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
1er quartile	231,28	231,26	231,28	231,28	231,26	231,4	231,37	231,32
mediane	231,31	231,32	231,33	231,35	231,31	231,42	231,4	231,36
3e quartile	231,33	231,38	231,36	231,38	231,36	231,45	231,44	231,4
Min	231,2	231,1	231,12	231,1	231,15	231,31	231,31	231,2
Max	231,96	232,7	232,35	232,8	232,9	232,9	232,8	232,9



Afin d'illustrer les modalités de calcul et d'analyse, nous utiliserons les données du piézomètre BY94, installé dans le marais de Lavours (01) depuis près de 20 ans. Il faut noter que nous utilisons ici des valeurs de nappe exprimées en altitude réelle (NGF). La première étape consiste à n'ajouter que les années hydrologiques complètes ou quasi-complètes, c'est-à-dire présentant plus de 382 valeurs entre le 01 septembre de l'année n-1 et le 31 août de l'année n. Nous disposons d'une série d'années hydrologiques complètes pour la période 2002 à 2009. Comme nous disposons de plus de 5 ans d'enregistrement, la moyenne mobile des niveaux médians est construite sur la série de données.

On observe d'une manière générale une hausse de l'altitude médiane de la nappe (tendance linéaire) qui nous indique une tendance positive d'évolution du fonctionnement hydrologique de la zone humide.

Exemple d'application *(Suite)*

Plus en détail, la courbe des moyennes mobiles traduit deux phases : la première de 2002 à 2006 de relative stabilité, la seconde de 2007 à 2009 qui traduit des niveaux de nappes plus haut, avec une légère tendance à la baisse.

Pour aller plus loin, nous pouvons nous intéresser aux évolutions de la dynamique hydrologique à travers la forme des boîtes à moustache. Ainsi, on observe les variations de l'amplitude inter-quartile, mais également la position de la médiane entre les deux quartiles.

Dans notre exemple, on remarquera qu'à partir de 2007 l'espace inter-quartile se réduit légèrement. Ainsi, les niveaux de la nappe, qui sont plus hauts, varient moins au cours de l'année.

A ce stade, l'apport des données météorologiques pour l'analyse peut être intéressant, l'apport d'eau des précipitations, comme les autres paramètres climatiques étant très variables d'une année à l'autre. Ainsi, au delà des variations interannuelles, la période 2002 - 2009 est marquée par l'absence de tendance à la hausse ou à la baisse du total des précipitations. Cette tendance stable des apports pluviométriques ne peut donc pas être le facteur d'amélioration de la dynamique hydrologique de la nappe.

Méthode de fabrication et d'installation des piézomètres

Fabrication des piézomètres

Les piézomètres sont des puits d'observation du niveau de la nappe dans le sol.

Ils peuvent être réalisés à partir de tube en PVC que l'on perfore suffisamment pour que le niveau d'eau dans le tube soit en équilibre avec celui de la nappe. Nous proposons d'utiliser des tubes en PVC de 50 mm de diamètre, dont la longueur n'exède pas 2 m, l'objectif étant de mesurer les variations du niveau de la nappe dans la partie supérieure du sol qui permet le développement d'espèces hygrophiles.

Les tubes doivent suffisamment dépasser du sol pour être répérable, mais surtout pour abriter l'enregisteur de la sonde de mesure automatique. Ce dernier qui possède une capacité de submersion de quelques jours doit être positionné au dessus des niveaux de submersion les plus fréquents. En pratique :

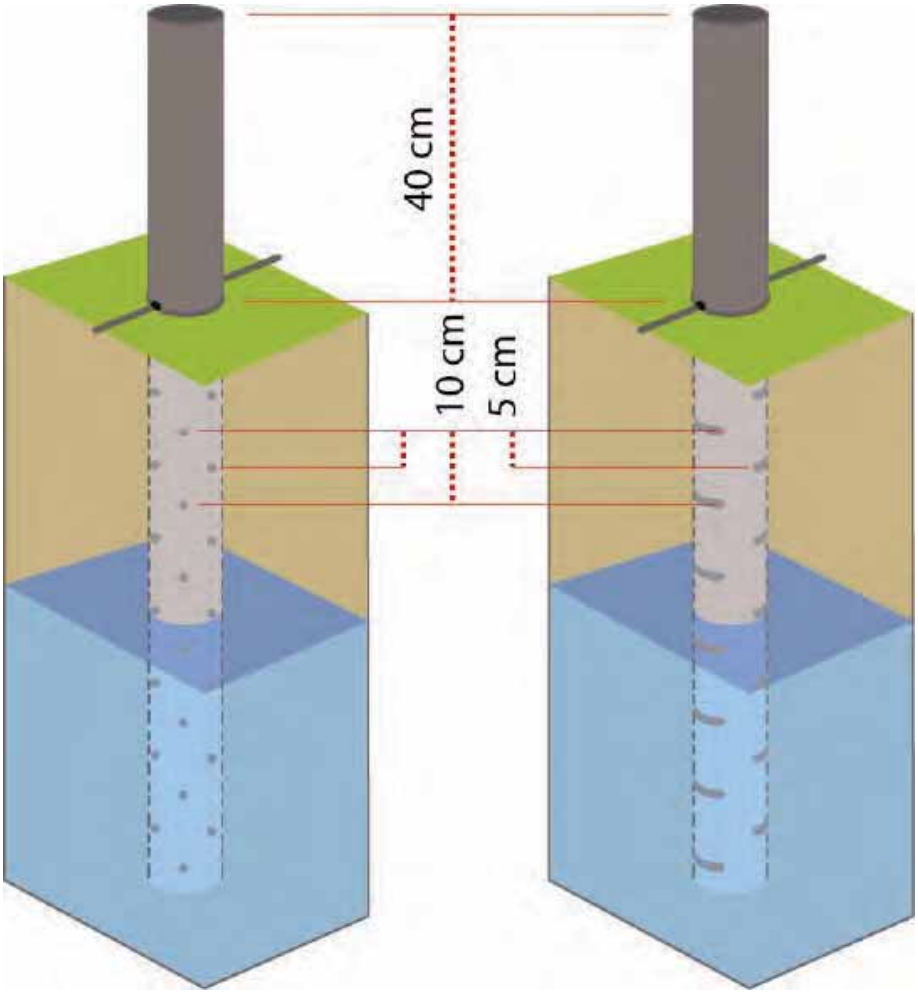
- pour les sites sans submersion notable, le tube dépasse du sol de 50 cm.
- pour les sites à submersion (plan d'eau, crue, etc.), le sommet du tube doit se situé 40 centimètres au dessus du niveau d'eau le plus haut connu (ou probable).

Les mesures de profondeur de la nappe étant relatives à la surface du sol, une barre métallique (type fer béton) qui traverse le tube de part en part, permet de l'ancrer au sol ou du moins de vérifier que le tube n'a pas bougé en deux relevés. En conséquence, toute submersion se traduit par une valeur négative de profondeur de la nappe.

Deux méthodes de perforations peuvent être utilisées :

trous circulaires (Ø ≈ 5 mm)
réalisés à la perceuse

encoches (1 à 2 mm)
réalisés à la meuleuse



Méthode de fabrication et d'installation (suite)

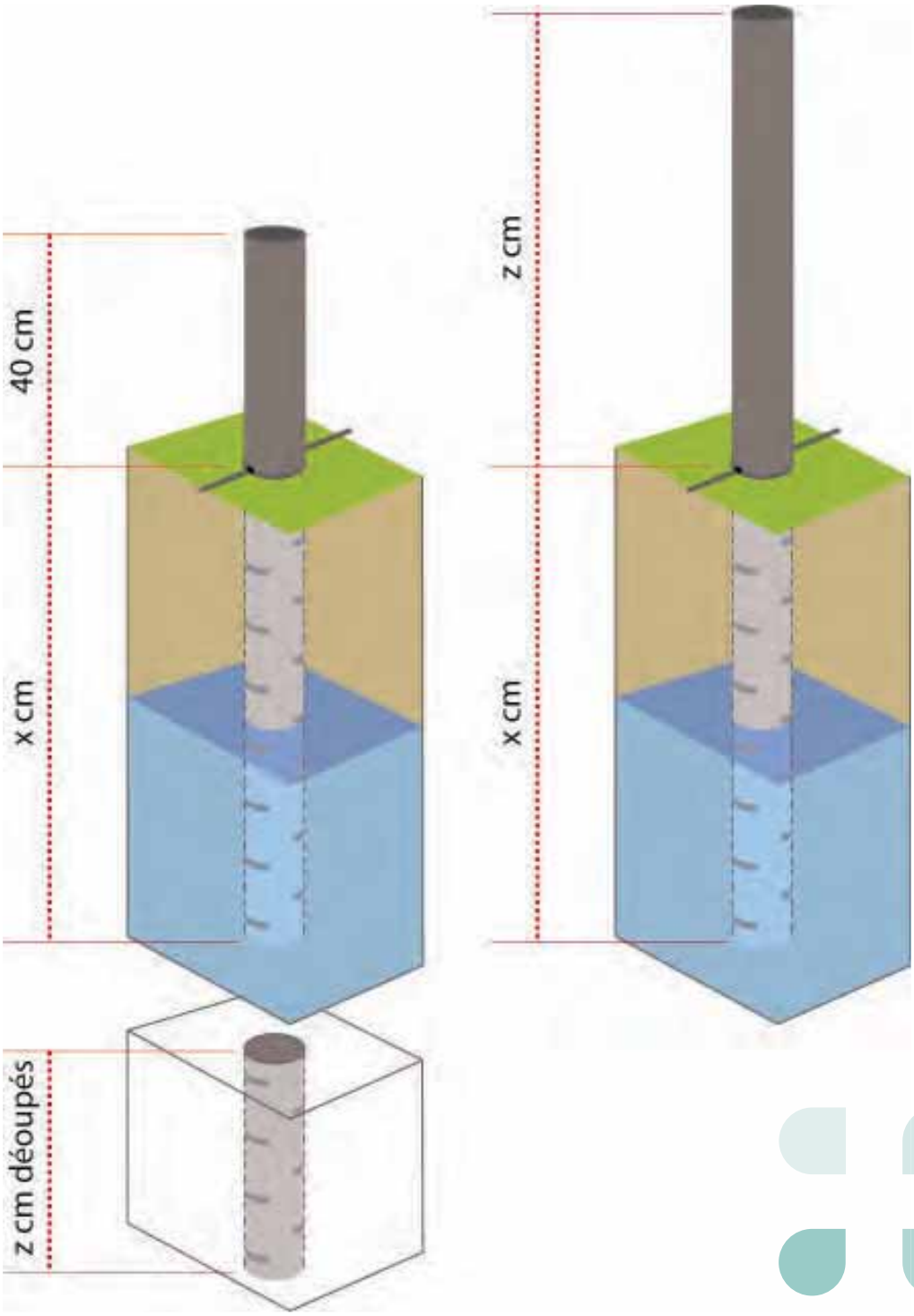
Installation

L'installation est réalisée après un sondage à la barre pour vérifier que l'on pourra bien enfoncer le tube à la profondeur souhaitée dans le sol. Un trou à la tarrière est ensuite réalisé pour mettre en place le tube jusqu'au niveau de la barre métallique matérialisant le niveau 0.

Si l'on ne peut enfoncer le tube entièrement dans le sol, deux cas de figure (illustré ci-dessous) se présentent suivant qu'il s'agisse d'une tube pour la mise en place d'une sonde automatique ou d'un tube pour le contrôle manuel de la représentativité spatiale des données de la sonde. La sonde est ensuite mise en place à l'aide de son support et de l'obturateur fourni.

piézomètre pour relevés manuels
le tube est découpé pour obtenir la profondeur souhaitée. Il dépasse du sol de 40 cm.

piézomètre pour l'installation de sonde orpheus
le tube doit, quoi qu'il arrive avoir une longueur minimale de 2 m. Par conséquent, on augmente la hauteur du tube qui dépasse du sol.



Méthode de relevé piézométrique

Suivi automatique par sonde de pression [exemple OTT - Orpheus mini]

Méthode

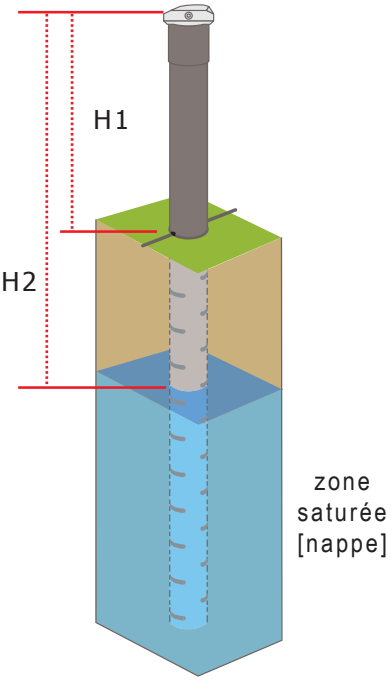
Le relevé des données nécessite un ordinateur portable. Il s'effectue en utilisant l'adaptateur USB Irda-link et le logiciel de paramétrage.
Lors de ces relevés, il faut vérifier la bonne correspondance du niveau d'eau (mesure manuelle) et de l'heure indiqué par la sonde.

Fréquence

Des relevés réguliers (mensuel à trimestriel) sont recommandés malgré la grande autonomie des sondes.

Autonomie de la mémoire : 500 000 données, soit une mesure de niveau par heure pendant plus de 57 ans !

Autonomie des piles : estimée à un an et demi (5 ans avec des piles litium) pour un pas d'enregistrement horaire.



Relevé ponctuel par opérateur [protocole de vérification de la réprésentativité spatiale des valeurs de la sonde automatique]

Méthode

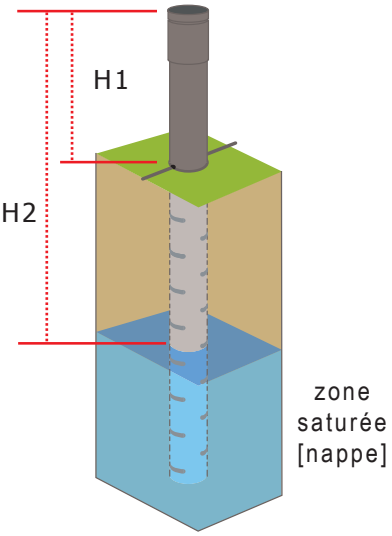
Identifier le piézomètre ; son numéro, indiqué sur la photo aérienne du site, est inscit sur tube et/ou à l'intérieur du bouchon.
Mesurer et noter : Profondeur de la nappe = H2 - H1

H1- Hauteur du tube dépassant du sol

Cette hauteur est fixe, le niveau du sol étant matérialisé par une barre métalique traversant le tube de part en part. Si cette barre n'est plus en contact avec le sol, le piézomètre ayant bougé, il faut noter sa hauteur.

H2 - Profondeur de la nappe par rapport au sommet du tube.

- Elle peut être mesurée à l'aide d'une sonde piézométrique fixée à un mètre ruban qui indique par un signal sonore ou lumineux le contact avec l'eau.



- Lorsque l'on ne dispose pas de ce matériel et pour des profondeur inférieure à 2 m, on peut mesurer le niveau de la nappe en observant le mouvement de l'eau au contact d'un mètre ruban. Pour facilité l'observation, on peut utiliser une lampe de poche. D'autres dispositifs peuvent être utilisés (tige graduée

Fréquence

Comme il s'agit ici de vérifier la relation entre les niveaux de nappe en différents points de la zone humide, la régularité des relevés n'est pas nécessaire. Il faut essayer de constituer un échantillon de données représentatif de la diversités des situations météorologiques possibles.

Méthode de paramatérage des sondes Orpheus (OTT)

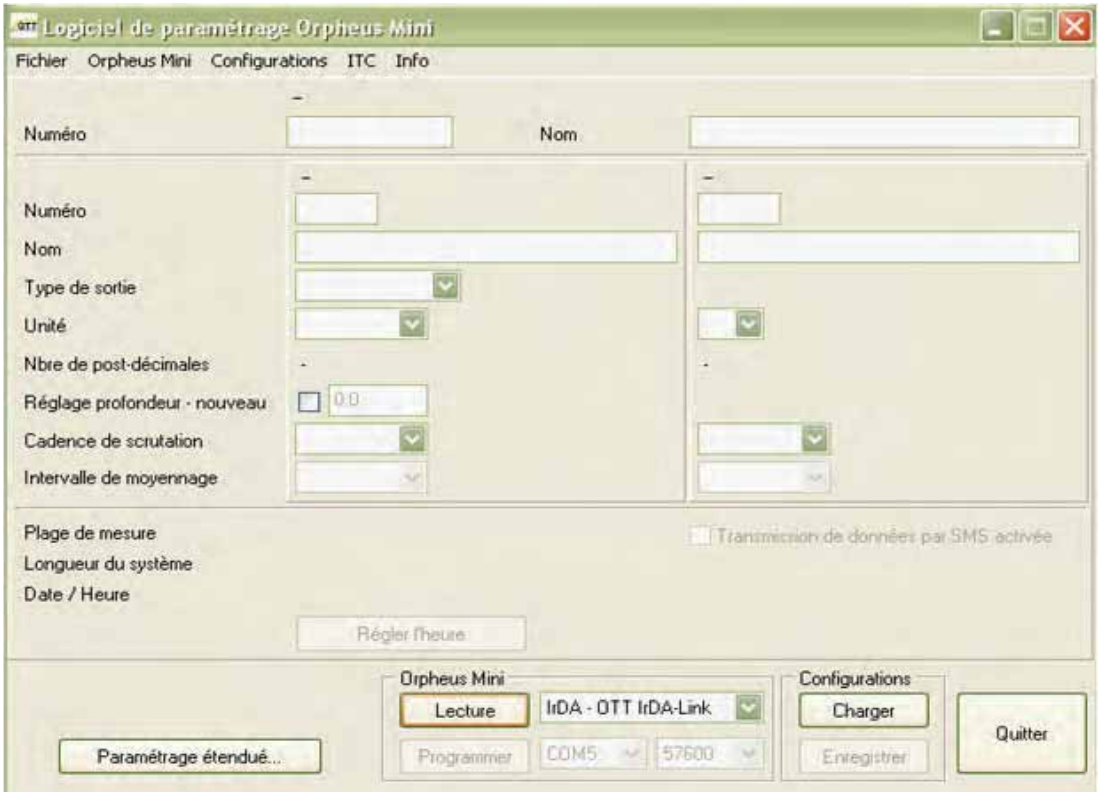
Caractéristiques des sondes orpheus

L'enregistreur de niveau OTT Orpheus Mini est basé sur une sonde de pression. Il est équipé d'une cellule de mesure robuste à membrane céramique capacitive, ainsi que d'une sonde de température. L'enregistreur, configurable individuellement, mémorise et contrôle les valeurs mesurées dans une mémoire importante, non volatile d'une capacité d'environ 500 000 mesures (57 ans de mesure/cadence de scrutation de 1 h). L'alimentation électrique peut au choix être assurée par des piles au lithium (durée de vie supérieure a 5 ans/cadence de scrutation de 1 h) ou par des piles alcalines (durée de vie supérieure a 1,5 an/cadence de scrutation de 1 h).

Logiciel de paramétrage des sondes

1 - Connecter la sonde Orpheus à l'ordinateur à l'aide du cable IrdA aimanté

2 - Lancer le logiciel de paramétrage Orpheus-Mini



3- Cliquer sur [Lecture] et attendre la lecture des paramètres préréglés en usine.



Méthode de péramétrage (suite)

4 - Paramétrer
- le nom de la sonde suivant le modèle : Orpheus – Nom du site
- corriger les noms des capteurs : Wasserstand > Niveau d'eau et Temperature > température
- Changer l'unité : m(0.01) > m(0.001)
- Régler la profondeur réelle mesurée dans le tube (si le tube est vide la valeur à indiquer est donc égale à la longueur maximale de la sonde 1.90 m – la hauteur du tube hors du sol)

5 - Cliquer sur [Régler l'heure] > Actualiser, puis Régler l'heure (le logiciel converti automatiquement l'heure du PC en heure solaire, pour s'affranchir des problèmes liés au changement heure d'été / heure d'hiver)



6 - cliquer sur [Programmer] la sonde

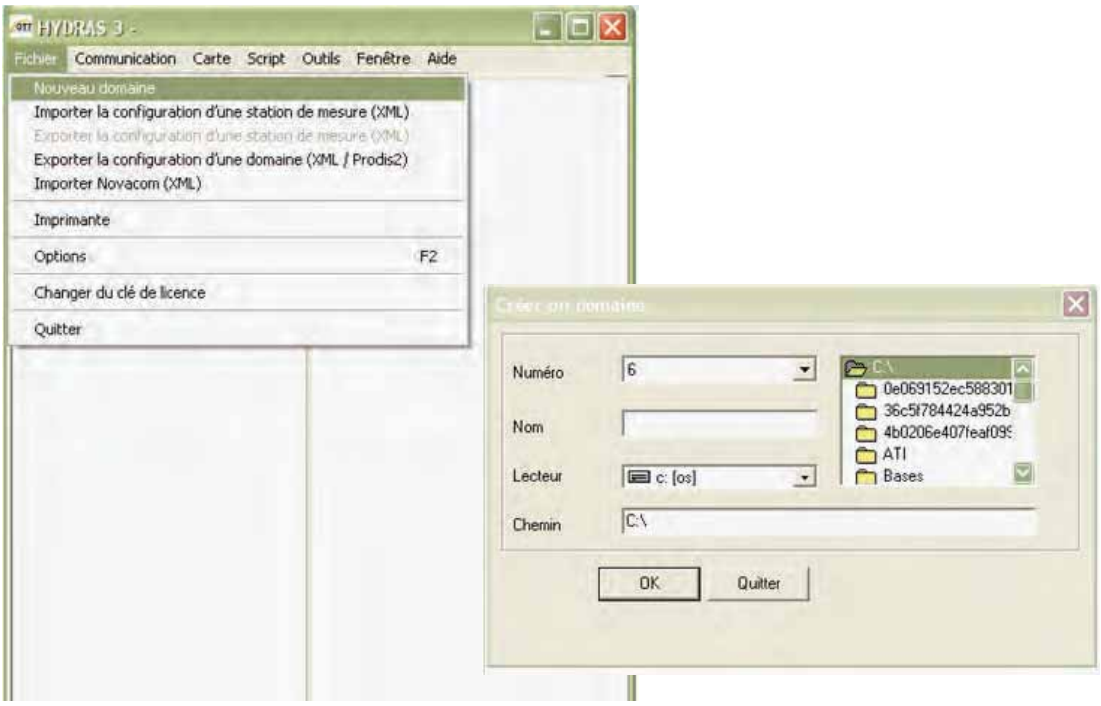
7 - cliquer sur [Fichier] > [Export HYDRAS3 (XML)] pour exporter le fichier de configuration et créer le site (station) dans le logiciel Hydras3



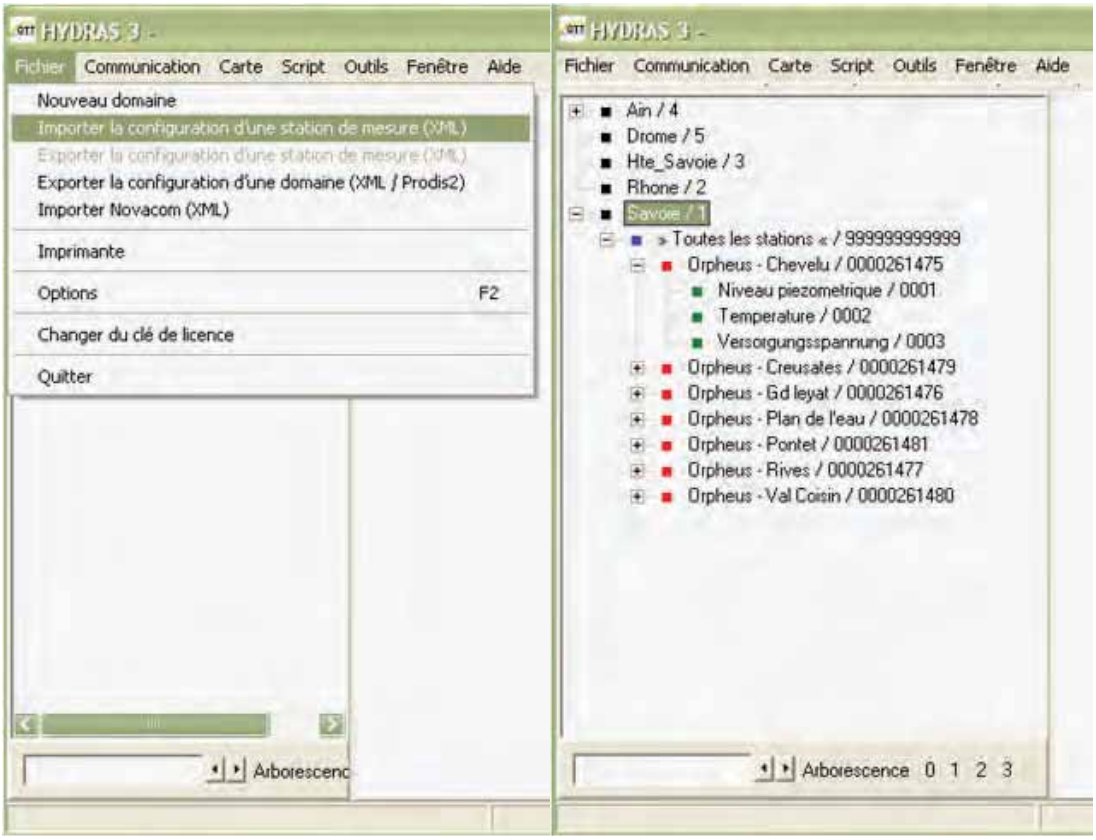
Relevé et exportation des données dans le logiciel Hydras3 (OTT)

Ajouter une sonde Orpheus dans un domaine Hydras3

Lancer Hydras3 et créer un domaine : *[Fichier] > [Nouveau domaine]* ■



Sélectionner le domaine et importer le fichier XML de configuration de la sonde Orpheus (fichier créé lors du paramétrage de la sonde).

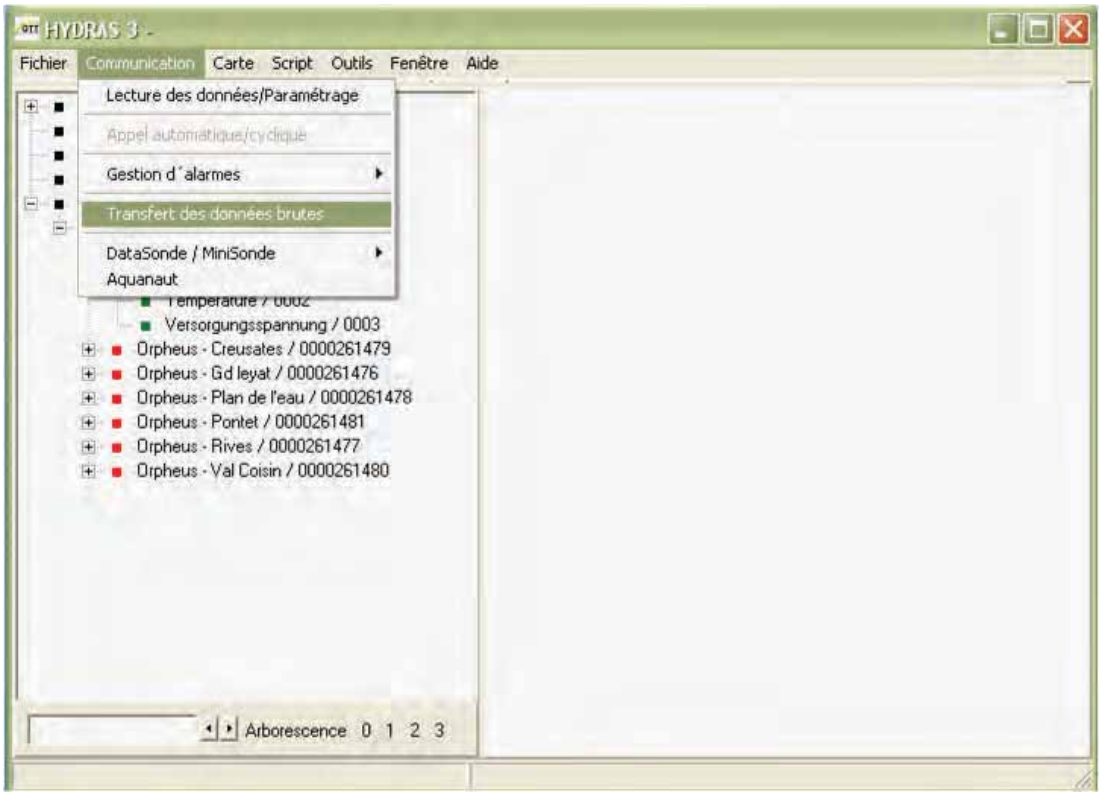


La sonde Orpheus apparaît (■ nom du site et numéro) avec ses trois capteurs (■ niveau d'eau 001, ■ température 002 et ■ niveau de batterie 003).

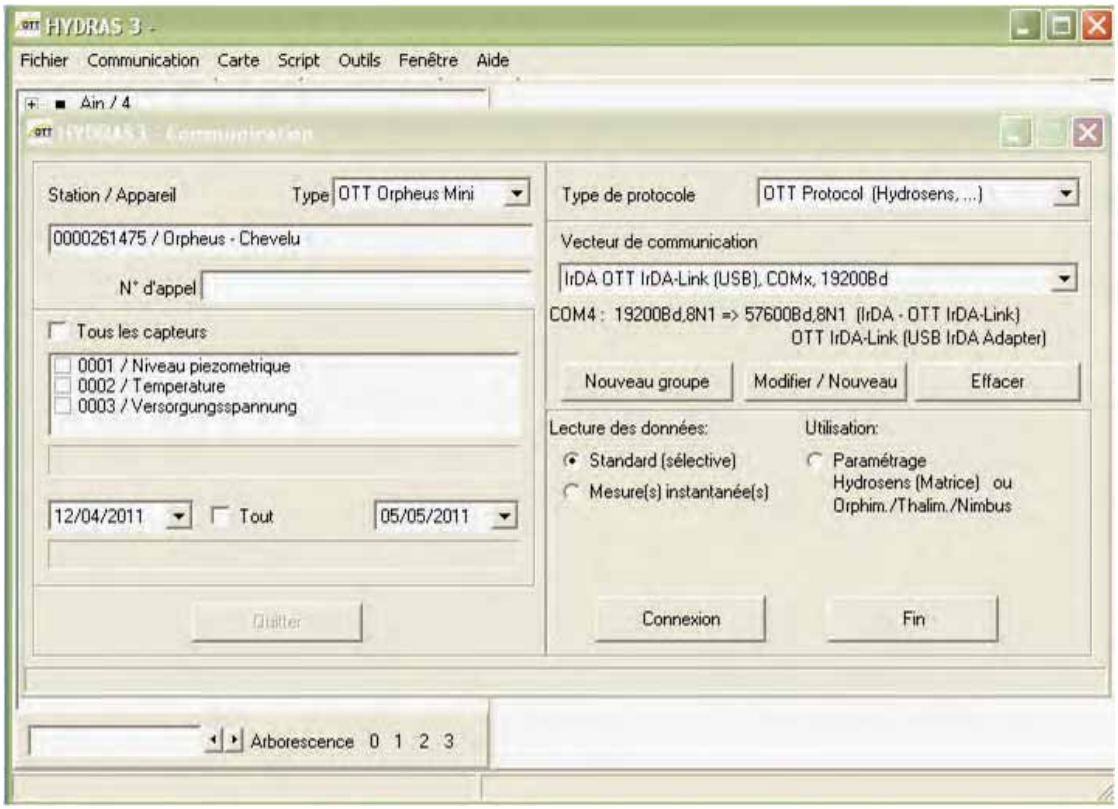
Relevé et exportation des données (suite)

Relever les données

Sélectionner une sonde ■ et cliquer sur le bouton droit de la souris [lecture des données/ paramétrage]



L'écran communication s'ouvre ; par défaut, l'option lecture des données « standard » permet de récupérer les données ; cliquer sur [Connexion]. La lecture débute. Le nombre de jours avec enregistrements défile en bas à gauche de l'écran.



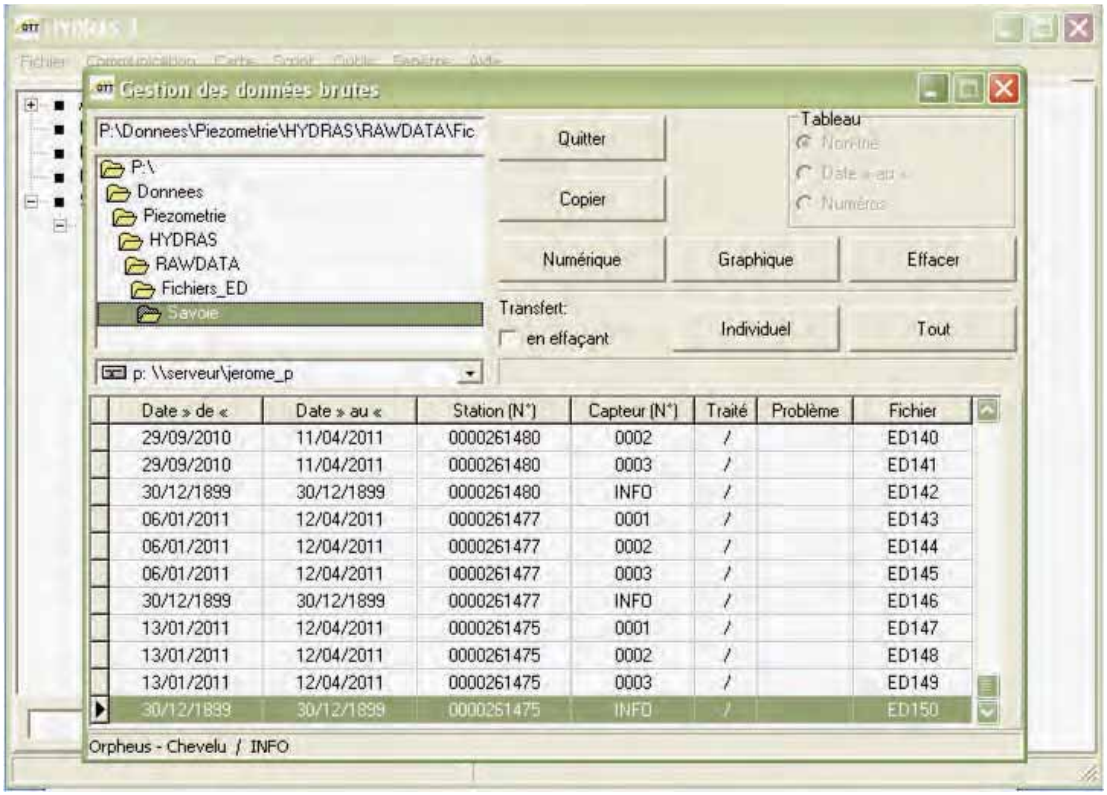
Relevé et exportation des données (suite)

Il est possible de ne pas récupérer les données de tous les capteurs, sinon cocher « tous les capteurs »

Par défaut, le logiciel récupère automatiquement les données stockées depuis la dernière connexion avec la sonde (la date s'affiche dans la fenêtre). Il est possible de changer les dates de début et de fin d'enregistrement que l'on souhaite récupérer ou de cocher la récupération de l'ensemble des données stockées dans la sonde « tout ».

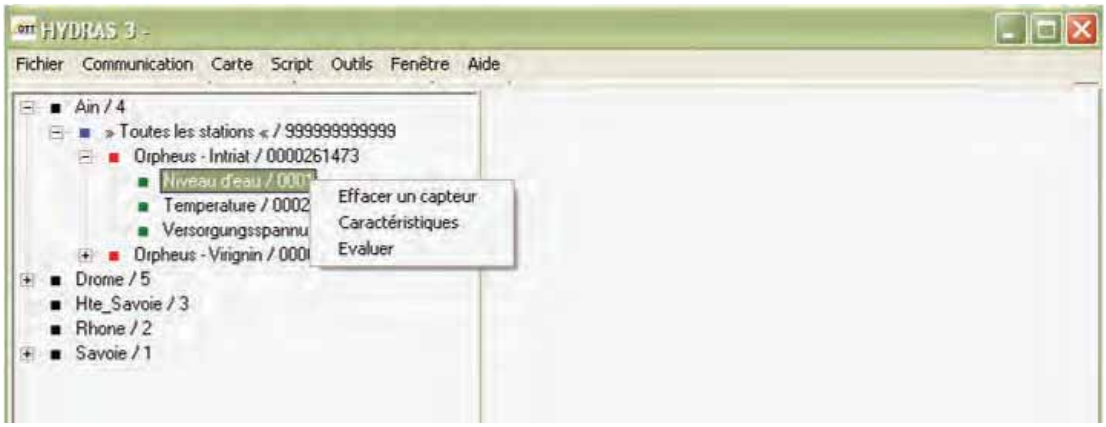
Afin de vérifier si le niveau enregistré est conforme au niveau réel de la nappe, il est conseillé de lancer une lecture des données « Mesure(s) ». Il s'agit alors de confronter la mesure effectuée au mètre dans le tube et la valeur enregistrée. S'il y a un décalage, il peut être nécessaire de re-paramétrer la sonde pour corriger la valeur de niveau d'eau (Etape 4, point 4).

Afin de faire apparaître les données dans le logiciel Hydras, il faut ensuite transférer les données brutes [Transfert des données brutes]. Sélectionner les fichiers ED correspondant au relevé des trois capteurs 001, 002 et 003 et cliquer sur transfert [Individuel], puis fermer



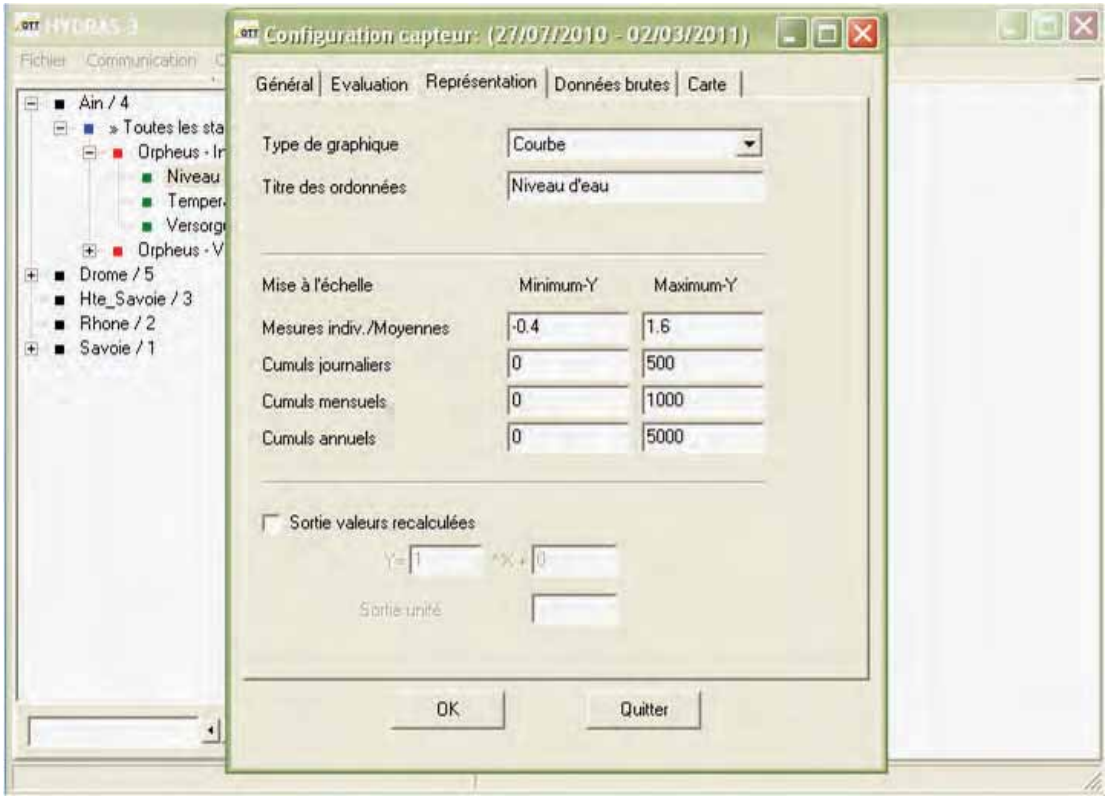
la fenêtre.

Visualiser et EXPORTER LES DONNEES

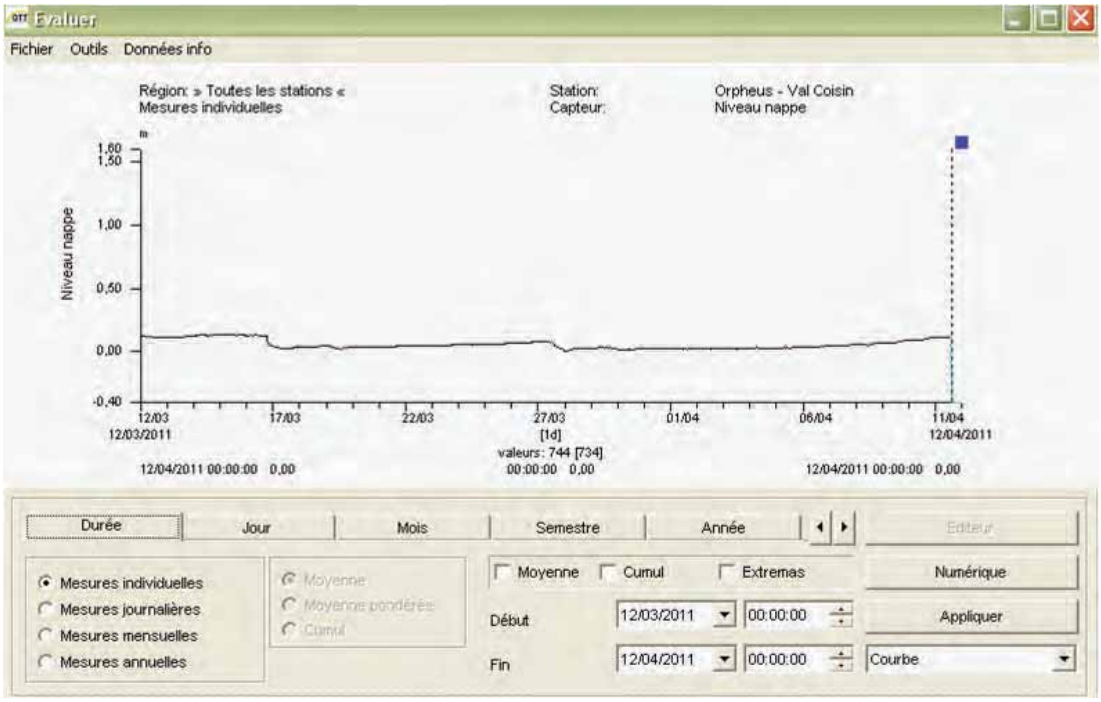


Relevé et exportation des données (suite)

Sélectionner le capteur ■ niveau d'eau 001 et cliquer sur le bouton droit de la souris
Paramétrer l'affichage des données en cliquant sur [Caractéristiques] > onglet représentation
Modifier la plage d'échelle (-0.4 ; 1.6 m) pour correspondre à l'amplitude maximale de mesure



de la sonde.

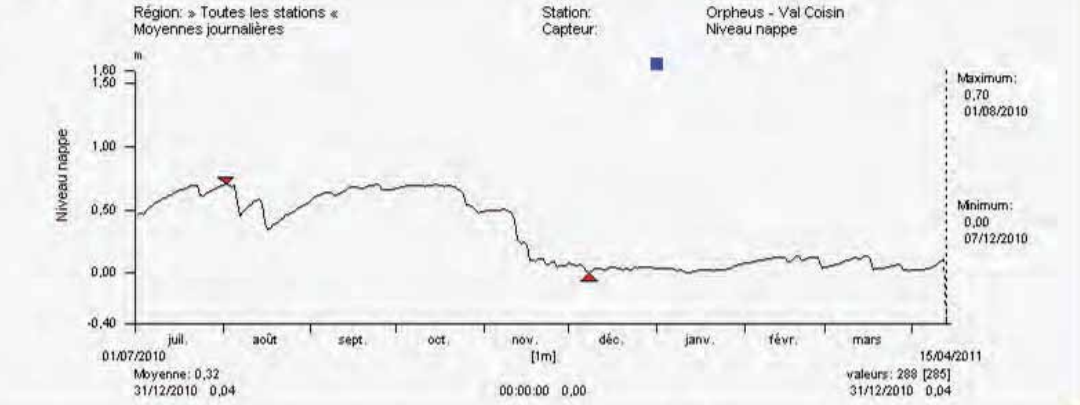


Visualiser les données en cliquant dans le menu sur [Evaluer]
Par défaut les données des 7 derniers jours s'affichent. Il est possible de modifier les dates de début et de fin pour l'affichage. Les différents onglets [Durée], [Jour], [Mois], [Semestre] et

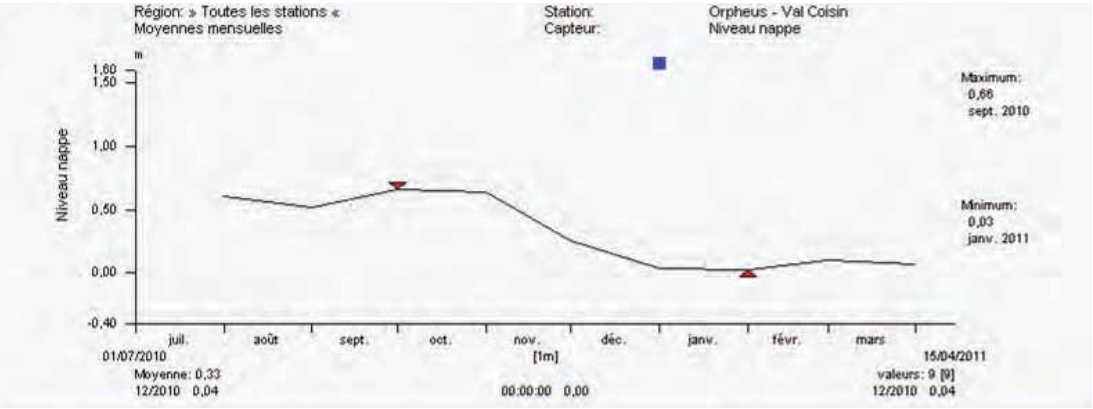
Relevé et exportation des données (suite)

[Année] permettent de faire varier l'affichage des données.
On peut également sélectionner le pas d'échantillonnage :

- Mesures individuelles (dans notre cas il s'agit des valeurs horaires)



- Mesures journalières (moyenne et extrema min. et max.)



- Mesures mensuelles (moyenne et extrema min. et max.)
- Mesures annuelles (moyenne et extrema min. et max.)

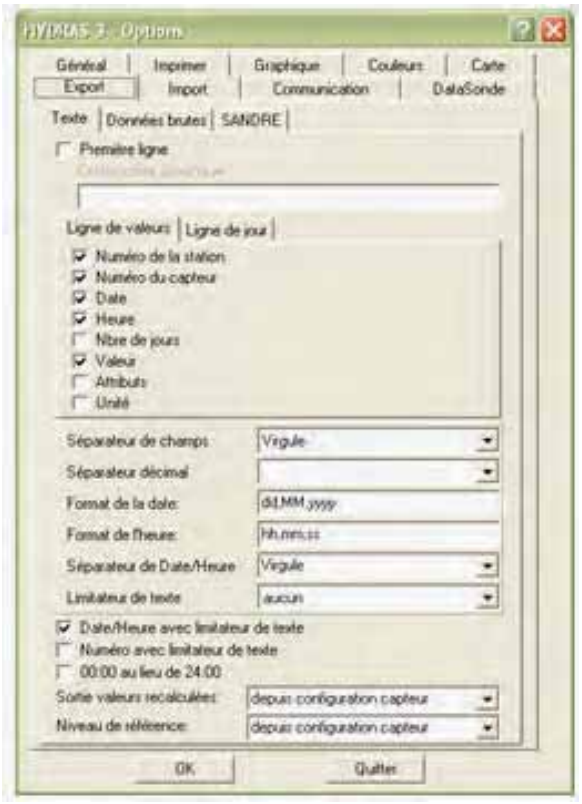
L'exportation des données dans différents format s'effectue à partir du menu [Outils] >



Requêtes de calcul (suite)

[Export]

Le format EXCEL crée automatiquement une feuille de calcul avec l'ensemble des données affiché à l'écran (dans l'exemple ci-dessus Données individuelles « horaires » pour la période du 04-07-2010 au 01-07-2011)
Paramétrage du format de fichier d'export pour l'intégration dans la base RhoMéO : [Fichier] > Options (F2) > onglet export



RÉALISATION
Conservatoire d'espaces naturels de Savoie

COORDINATION ÉDITORIALE
Xavier GAYTE, Delphine DANANCHER, Jérôme PORTERET

MISE EN PAGE DES FICHES
Frédéric BIAMINO, Jérôme PORTERET

COMITÉ DE RELECTURE
François CHAMBAUD, Régis DICK, Samuel GOMEZ, Thérèse PERRIN, Émilie DUHERON, Nathalie FABRE, Rémy CLEMENT

CRÉDITS PHOTOS
Stéphane BENCE, Frédéric BIAMINO, Manuel BOURON, François CHAMBAUD, Philippe FREYDIER, Gilles PARIGOT, GIlles PACHE, Jérôme PORTERET, Agence de l'eau Rhône-Mediterranée

REDACTEURS DES FICHES

INDICATEUR	REDACTEURS	PRINCIPAUX CONTRIBUTEURS
I01	Jérôme PORTERET (CEN Savoie)	Antoni ARDOUIN, Delphine DANANCHER
I02	Gilles PACHE (CBNA)	Héloïse VANDERPERT , Nathalie MOLNAR, Delphine DANANCHER
I03	Jérôme PORTERET (CEN Savoie)	Nathalie MOLNAR, Delphine DANANCHER
I04	Célia RODRIGUEZ (LEHNA, UMR CNRS 5023)	Gudrun BORNETTE, Charlotte GRASSET
I05	Stéphane BENCE (CEN PACA)	Audrey PICHARD, Yoan BRAUD,
I06	Gilles PACHE (CBNA)	Héloïse VANDERPERT , Nathalie MOLNAR, Delphine DANANCHER
I07	Célia RODRIGUEZ (LEHNA, UMR CNRS 5023)	Gudrun BORNETTE, Hélène BAILLET, Félix VALLIER
I08	Gilles PACHE (CBNA)	Héloïse VANDERPERT, Nathalie MOLNAR, Delphine DANANCHER
I09	Stéphane BENCE (CEN PACA)	Audrey PICHARD, Yoan BRAUD,
I10	Bernard PONT (RNN Platière)	Cyrille DELIRY, Beat OERTLI, Pascal DUPONT, Cedric VANAPELGHEM, Delphine DANANCHER
I11	Jean-Luc GROSSI (CEN Isère)	Delphine DANANCHER, Claude MIAUD
I12	Jerôme PORTERET CEN Savoie)	Rémy CLEMENT, Nicolas MIGNOT, Samuel ALLEAUME, Alexandre LESCONNEC, Marc ISENMANN
I13	Christian PERENNOU (TDV) Jerôme PORTERET (CEN Savoie) Marc ISENMANN (CBNA)	Anis GUELMANI, Samuel ALLEAUME, Rémy CLEMENT

ONT PARTICIPE A LA COLLECTE DE DONNÉES

Antoni ARDOUIN
Emeline AUPY
Sophie AUVERT
Bastien AGRON
Emmanuel AMOR
Yann BAILLET
Bernard BAL
Cécile BARBIER
Sébastien BARTHEL
Thérèse BEAUFILS
Stéphane BENCE
William BERNARD
Luc BETTINELLI
Olivier BILLANT
Fabien BILLAUD
Nicolas BIRON
Véronique BONNET
Virginie BOURGOIN
Manuel BOURON
Romain BOUTELOUP
Yoan BRAUD
Lionel BUNGE
Chrystelle CATON
Kristell CLARY
Remi COLLAUD
Bertrand COTTE
Aurélien CULAT
Kelly DEBUF
Guillaume DELCOURT
Marion DEMESSE
C. DEQUEVAUVILLER
Lucile DESCHAMP
Nathalie DEWYNTER
Guillaume DOUCET
Gregoire DURANEL
Sylvie DURET
Elisabeth FAVRE
Noémie FORT
Cedric FOUTEL
Philippe FREYDIER
Géraldine GARNIER
Maxime GAYMARD
Catherine GENIN
Marianne GEORGET
Samia GHARET
Sebastien GIRARDIN
Nicolas GORIUS
Daniel GRAND
Jean-Luc GROSSI
Nicolas GUILLERME
Julien GUYONNEAU
Céline HERVE
Perrine JACQUOT
Laura JAMEAU
Philippe JANSSEN
Stéphane JAULIN
Remi JULLIAN
Mathieu JUTON
Francis KESSLER
Mario KLESCZEWSKI
Clément LECLERC
Thomas LEGLAND
Fabien LEPINE
Natacha LEURION PANSIOT
Dominique LOPEZ-PINOT
Laurence MARCHIONINI
Roger MARCIAU
Vincent MARQUANT
Basile MARTIN
Marilyn MATHIEU
Céline MAZUEZ
Magalie MAZUY
Alexis MIKOLAJCZAK
André MIQUET
Nathalie MOLNAR
Frédéric MORA
Claire MOREAU
Gilles PACHE
Mélanie PARIS
Marion PARROT
Benoit PASCAULT
Rémy PERRIN
Audrey PICHARD
Virginie PIERRON
Rémy PONCET
Bernard PONT
Jérôme PORTERET
Alexis RONDEAU
Yves ROZIER
Déborah RUHLAND
Nicolas SIMMLER
Bruno TISSOT
Corine TRENTIN
Héloise VANDERPERT
Anne WOLFF

LE PROGRAMME RhoMéO

STRUCTURES PARTICIPANTES ET PARTENAIRES FINANCIERS

Avec le soutien de :

COORDINATION DE BASSIN

Xavier GAYTE

AGENCE DE L'EAU RHÔNE-MEDITERRANÉE

Référents

Eric PARENT
Jean-Louis SIMONNOT
Francois CHAMBAUD
Nadine BOSC

Experts

Claude AMOROS
Bernard BACHASSON
Aurélien BESNARD
Bernard ETLICHER
Daniel GERDEAUX
Patrick GRILLAS
Yves SOUCHON

CONCEPTION DES OUTILS DE GESTION DES DONNÉES

Rémy CLEMENT
Laurent POULIN
Mathieu BOSSAERT
Nicolas MIGNOT

GESTION DES DONNÉES

Rémy CLEMENT
Laurent POULIN
Mathieu BOSSAERT
Nicolas MIGNOT
Paul HONORE
Marc ISENMANN
Alexandre LESCONNEC

MEMBRES DU COMITE TECHNIQUE

Responsables d'axes ou de groupes

Stéphane BENCE
Rémi CLÉMENT
Delphine DANANCHER
Philippe FREYDIER
Sébastien GIRARDIN
Samuel GOMEZ
Jean-Luc GROSSI
Marc ISENMANN
Mario KLESCZEWSKI
Laetitia LERAY
Samuel MAAS
Nathalie MOLNAR
Gilles PACHE
Christian PERENNOU
Bernard PONT
Jérôme PORTERET
Lionel QUELIN
Célia RODRIGUEZ
Héloïse VANDERPERT

Autres membres

Samuel ALLEAUME
Antoni ARDOUIN
Luc BETINELLI
Thérèse BEAUFILS
Jaoua CELLE
Émilie DUHERON
Manon GISBERT
Anis GUELMAMI

Ce document est une des productions du programme RhoMéO. Il présente, sous forme de fiches, les méthodes nécessaires à la mise en place de 13 indicateurs de suivi des zones humides testés et validés à l'échelle du bassin Rhône-Méditerranée.

agence de l'eau
rhône méditerranée corse
Établissement public de l'État

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

l'Europe s'engage
avec le FEDER