



Établissement public du ministère  
chargé du développement durable

Rhône-Alpes Région



# Etude de définition d'un réseau de suivi des débits sur le bassin versant du SORNIN

*Etude du système de  
télésurveillance*

GRI / 95 392 A

NOVEMBRE 2010

<b>Introduction.....</b>	<b>4</b>
Objet du document.....	4
Objet.....	4
<b>Contexte .....</b>	<b>4</b>
Le SYMISOA .....	4
Le bassin versant du Sornin.....	5
Equipements existants .....	6
Le projet du SYMISOA.....	7
<b>Etudes préliminaires à la réflexion sur le système de télésurveillance .....</b>	<b>8</b>
Etude Hydrologique du bassin versant .....	8
Sites préconisés .....	8
Site N°5.....	8
Site N°12 .....	9
Site N°17.....	9
Site N°20.....	10
<b>Définitions des prestations topographiques souhaitées sur le bassin versant du Sornin.....</b>	<b>14</b>
cadre et objet de la campagne topographique.....	14
Précision et rattachement des levés .....	15
Rendu des travaux .....	15
délais .....	15
Prix .....	15
Levés topographiques terrestres de ruisseau et d'ouvrages .....	16
Nature et implantation des travaux .....	19
Définition des travaux.....	19
Documents à remettre.....	19
<b>Architecture envisagée pour le système du SYMISOA .....</b>	<b>20</b>
<b>Contraintes.....</b>	<b>20</b>
Contraintes de terrain.....	20
Couverture GSM .....	23
Contraintes d'exploitation et de maintenance .....	25
<b>Besoins du SYMISOA .....</b>	<b>26</b>
Besoins fonctionnels .....	26
Besoins en termes d'acquisition des données.....	26
Besoins en termes de consultation et mise à disposition des données.....	27
<b>Architecture du système de télésurveillance.....</b>	<b>28</b>
Schéma d'architecture préconisé.....	28
<b>Descriptif des prestations à réaliser et exigences pour la mise en œuvre du système .....</b>	<b>29</b>
<b>Périmètre de la prestation .....</b>	<b>29</b>
Description générale .....	29
<b>Description des travaux à réaliser.....</b>	<b>30</b>
Travaux compris dans le futur marché.....	30
Détail des travaux à réaliser.....	33
Génie civil et aménagement .....	33
Instrumentation .....	33

<i>Stations d'acquisition</i> .....	33
<i>Raccordement électrique</i> .....	34
<i>Eléments de transmission</i> .....	34
<i>Abonnements télécoms</i> .....	34
<i>Maintenance</i> .....	34
<i>Prix des prestations</i> .....	35
<b>Fonctionnalités du système de télésurveillance</b> .....	<b>36</b>
Description des fonctionnalités attendues .....	36
<i>Recueil des informations</i> .....	37
<i>Traitement des informations</i> .....	38
<i>Sauvegarde et archivage des données</i> .....	39
<b>Exigences et caractéristiques techniques des matériels</b> .....	<b>40</b>
Normes, documents et textes règlementaires à respecter .....	40
Sites de mesure .....	41
<i>Coffrets électriques</i> .....	41
<i>Equipement des sites</i> .....	41
<i>Protection électrique</i> .....	41
Stations d'acquisition.....	42
<i>Exigences générales</i> .....	42
<i>Instrumentation des sites</i> .....	42
<i>Signaux d'entrée</i> .....	43
<i>Signaux de sortie</i> .....	44
<i>Stockage en mémoire tampon</i> .....	44
<i>Horodatage</i> .....	44
<i>Gestion de l'énergie</i> .....	45
<i>Auto surveillance</i> .....	46
<i>Contrôle des accès aux données et programme</i> .....	46
<i>Acquisition et transfert des données</i> .....	47
<i>Communications</i> .....	47
<i>Paramétrage - possibilités</i> .....	48
<b>Exigences vis-à-vis du prestataire</b> .....	<b>49</b>
Prestations attendues .....	49
Exigences.....	50
<i>Système</i> .....	50
<i>Communications</i> .....	51
<i>Niveau de service</i> .....	51
Réponse du prestataire.....	52
<b>Estimation des coûts de la mission topographique</b> .....	<b>53</b>
<b>Estimation des coûts d'investissement et de maintenance du système</b> .....	<b>54</b>
Scénario 1 : solution basée sur stations autonomes et sondes piézométriques .....	54
Scénario 2 – solution basée sur des stations autonomes avec panneaux solaire et capteurs de niveau type radar hyperfréquence .....	55
Scénario 3 – solution basée sur des stations alimentées via le réseau EDF et capteurs de niveau type radar hyperfréquence .....	56
Scénario 4 – solution basée sur des stations alimentées via le réseau EDF et sondes piézométriques .....	57
Coûts d'exploitation du service et de maintenance du système (capteurs, stations de mesure et système informatique).....	58
Récapitulatif des coûts prévisionnels sur 5 ans.....	58
<b>Campagne de jaugeages</b> .....	<b>60</b>

# Introduction

## Objet du document

### Objet

Le présent document expose les différentes solutions possibles pour la mise en place d'un **système de télésurveillance des débits du bassin versant du Sornin** et les coûts prévisionnels d'investissement, d'exploitation et de maintenance associés sur une durée de 5 ans : la première année correspond à l'investissement initial, à la mise en place du système et à son utilisation sur la durée restante, et les 4 autres années à l'utilisation du service par le SYMISOA (et ses partenaires) et à la maintenance du système par le prestataire.

## Contexte

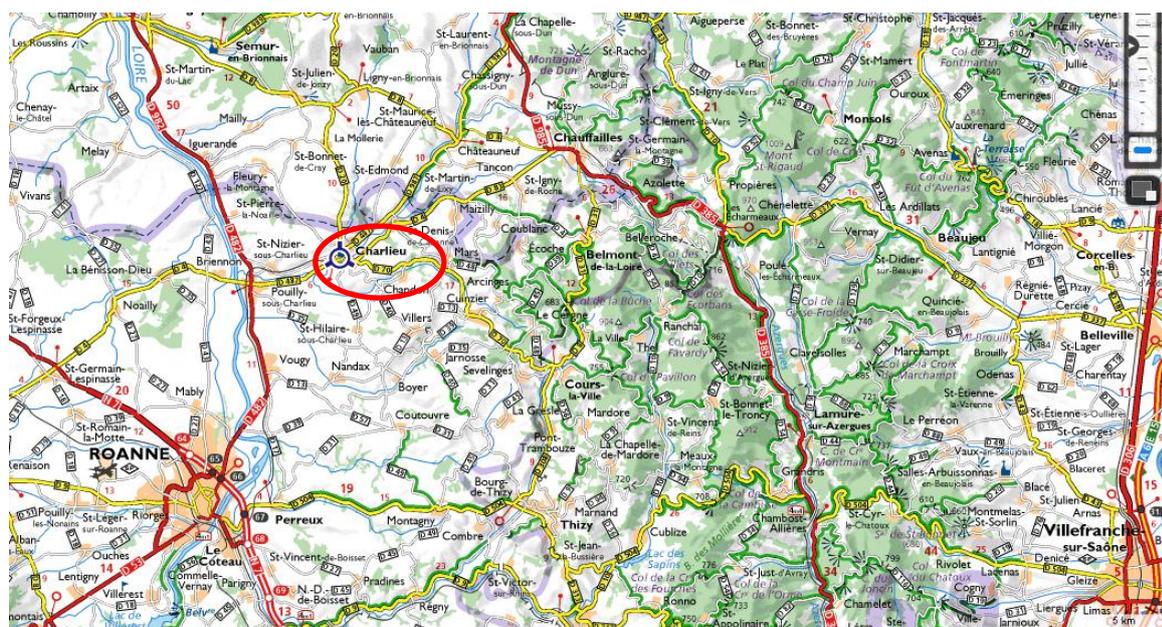
### Le SYMISOA

L'effort constant des collectivités locales pour respecter la rivière du Sornin se heurte depuis de nombreuses années à des problèmes de gestion à l'échelle du bassin versant et ne suffit plus à enrayer les signes d'altération des cours d'eau.

C'est pourquoi la mise en place d'un contrat de rivière s'est avérée nécessaire pour répondre aux enjeux à l'échelle du bassin versant et pour coordonner une politique dynamique de protection et de gestion du Sornin et de ses affluents.

Ainsi, après plusieurs années de concertation et d'études préalables, le contrat de rivière Sornin a été présenté et agréé par le Comité de Bassin Loire Bretagne le 30 novembre 2007.

Le **Syndicat Mixte du Sornin et de ses affluents (SYMISOA)** est basé à **Charlieu (42)**.



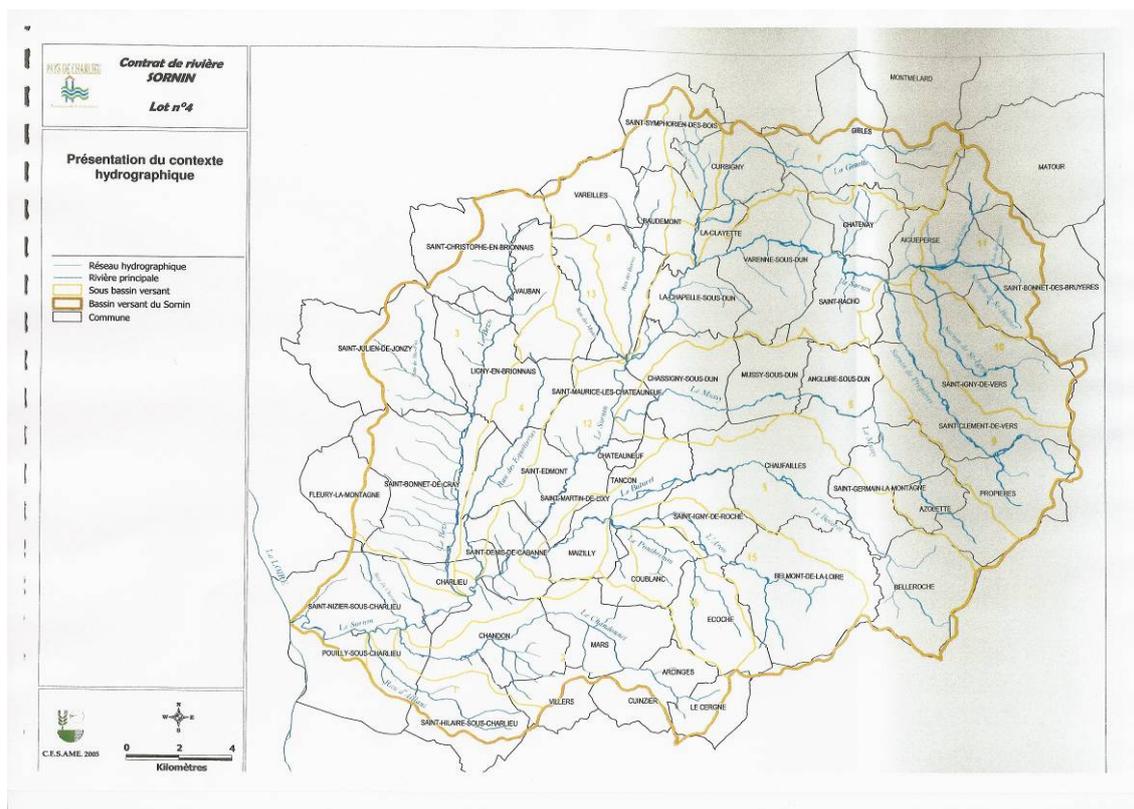
Etude de mise en oeuvre d'un système de suivi des débits du bassin versant du Sornin	Etude SYMISOA	Page 4 sur 67
Etude du système de télésurveillance	CDC_Etude_Télégestion_SYMISOA_V5.doc	Version : 1

## Contexte (suite)

### Le bassin versant du Sornin

Le Sornin prend sa source dans le haut beaujolais (département du Rhône). Il sinue à travers les vallons sur 53 kilomètres jusqu'à sa confluence avec la Loire (Charlieu, département de la Loire) et parcourt environ 23 kilomètres en Saône-et-Loire.

Le bassin versant s'étend sur 520 km<sup>2</sup>. La largeur moyenne du Sornin sur son cours inférieur (Charlieu) est de 10 m. Le caractère montagneux lui confère un faciès torrentiel sur la majeure partie de son cours (département du Rhône et de la Saône-et-Loire). Sur la partie aval dans le département de la Loire, il coule dans la plaine alluviale avec une sinuosité importante.

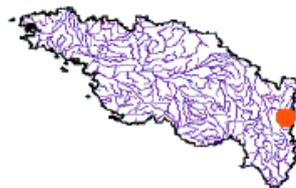


## Contexte (suite)

### Equipements existants

Le bassin versant est actuellement équipé d'une station de suivi des débits (station K1063020 – le Sornin à Charlieu).

#### STATION DE MESURE HYDROMETRIQUE

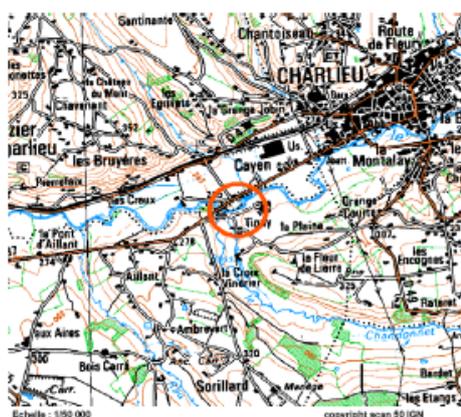


Réseau(x) :  
HYDROMETRIE

#### Le Sornin à Charlieu

Code : **K1063010**  
Gestionnaire : **DIREN Rhône-Alpes**

copyright IFEN 1/250 000



#### LOCALISATION

Entité hydrographique : **Le Sornin**  
Département : **LOIRE**  
Commune la plus proche : **CHARLIEU**  
Localisation précise :

Surface du bassin versant : 457 km<sup>2</sup> Pk :  
Code hydrographique : K1063010 Alt : 265 m  
Lambert II Etendu (m) X : 740354 Y : 2129387

#### FINALITE DE LA STATION

Connaissance générale du régime

Source : [http://dev.memoris.fr/rbde5/pdf/Hydro/0000000027\\_K1063010.pdf](http://dev.memoris.fr/rbde5/pdf/Hydro/0000000027_K1063010.pdf)

Cette station, propriété de la DIREN, est une station communiquant par l'intermédiaire du protocole PLQ2000, qui est un protocole "fermé", non géré nativement par la majorité des systèmes.

Pour pouvoir récupérer les données de cette station dans le système de télésurveillance, il faudrait :

- Soit "dédoubler" la mesure (signal analogique issu du capteur) et la collecter sur une station d'acquisition propriété du SYMISOA située à proximité de la station DIREN existante,
- Soit disposer d'un système capable de dialoguer avec cette station, ce qui impliquerait :
  - Une restriction du choix des fournisseurs aux seuls fabricants de matériels / systèmes compatibles (Paratronic, ...)
  - Le développement du driver nécessaire pour s'interfacer avec cette station pour les solutions ne gérant pas nativement ce protocole

Dans tous les cas, un surcoût non négligeable au regard du budget de l'opération serait nécessaire.

La solution envisagée, compatible avec les besoins du SYMISOA, est donc de pouvoir "injecter" manuellement dans le système de télésurveillance des données en provenance de cette station, données récupérées par le SYMISOA.

Etude de mise en oeuvre d'un système de suivi des débits du bassin versant du Sornin	Etude SYMISOA	Page 6 sur 67
Etude du système de télésurveillance	CDC_Etude_Télégestion_SYMISOA_V5.doc	Version : 1

## Contexte (suite)

### Le projet du SYMISOA

Face aux problématiques d'inondation touchant l'aval du bassin versant du Sornin et à la méconnaissance de l'hydrologie du BV, le SYMISOA souhaite mettre en place :

- **un réseau de capteurs (limnimètres et à terme des pluviomètres) en des sites stratégiques** du bassin versant du Sornin afin de pouvoir **mesurer et suivre précisément les évolutions des débits du Sornin et de ses affluents**,
- **des stations d'acquisition des données hydrologiques permettant via une télétransmission des données** de faire remonter ces informations vers un **système informatique**,
- un **système central de télésurveillance** lui permettant d'acquérir, visualiser et sauvegarder les données en provenance des stations à mettre en place,

pour permettre un suivi et une analyse fine des phénomènes hydrologiques du bassin versant.

Etude de mise en oeuvre d'un système de suivi des débits du bassin versant du Sornin	Etude SYMISOA	Page 7 sur 67
Etude du système de télésurveillance	CDC_Etude_Télégestion_SYMISOA_V5.doc	Version : 1

## Etudes préliminaires à la réflexion sur le système de télésurveillance

### Etude Hydrologique du bassin versant

Une étude hydrologique du bassin versant a permis de préciser, parmi les 26 sites préalablement identifiés comme pouvant potentiellement accueillir des stations de mesure, **4 sites** voués à accueillir une station automatique de recueil des données

### Sites préconisés

Les 4 sites retenus sur la base de différents critères sont les suivants :

- **Le site N°5,**
- *Le site N°12,*
- **Le site N°17,**
- **Le site N°20.**

**Site N°5** Ce site est situé sur la rivière du Sornin au lieu dit "les Moquets – pont SNCF" (La Chapelle sous Dun)



Etude de mise en oeuvre d'un système de suivi des débits du bassin versant du Sornin	Etude SYMISOA	Page 8 sur 67
Etude du système de télésurveillance	CDC_Etude_Télégestion_SYMISOA_V5.doc	Version : 1

## Etudes préliminaires à la réflexion sur le système de télésurveillance (suite)

### Sites préconisés (suite)

**Site N°12** Ce site est situé sur la rivière du Botoret au lieu dit la Guillarmière sur le pont de la RD 39.

Ce site a été retenu comme digne d'intérêt mais ne sera pas équipé pour l'instant pour des raisons de contraintes budgétaires.

Il pourra cependant être intégré ultérieurement dans le système à mettre en place dans le cadre de la présente opération.

**Site N°17** Ce site est situé sur la rivière du Botoret au lieu dit Déal (Maizilly).



Etude de mise en oeuvre d'un système de suivi des débits du bassin versant du Sornin	Etude SYMISOA	Page 9 sur 67
Etude du système de télésurveillance	CDC_Etude_Télégestion_SYMISOA_V5.doc	Version : 1

## Etudes préliminaires à la réflexion sur le système de télésurveillance (suite)

### Sites préconisés (suite)

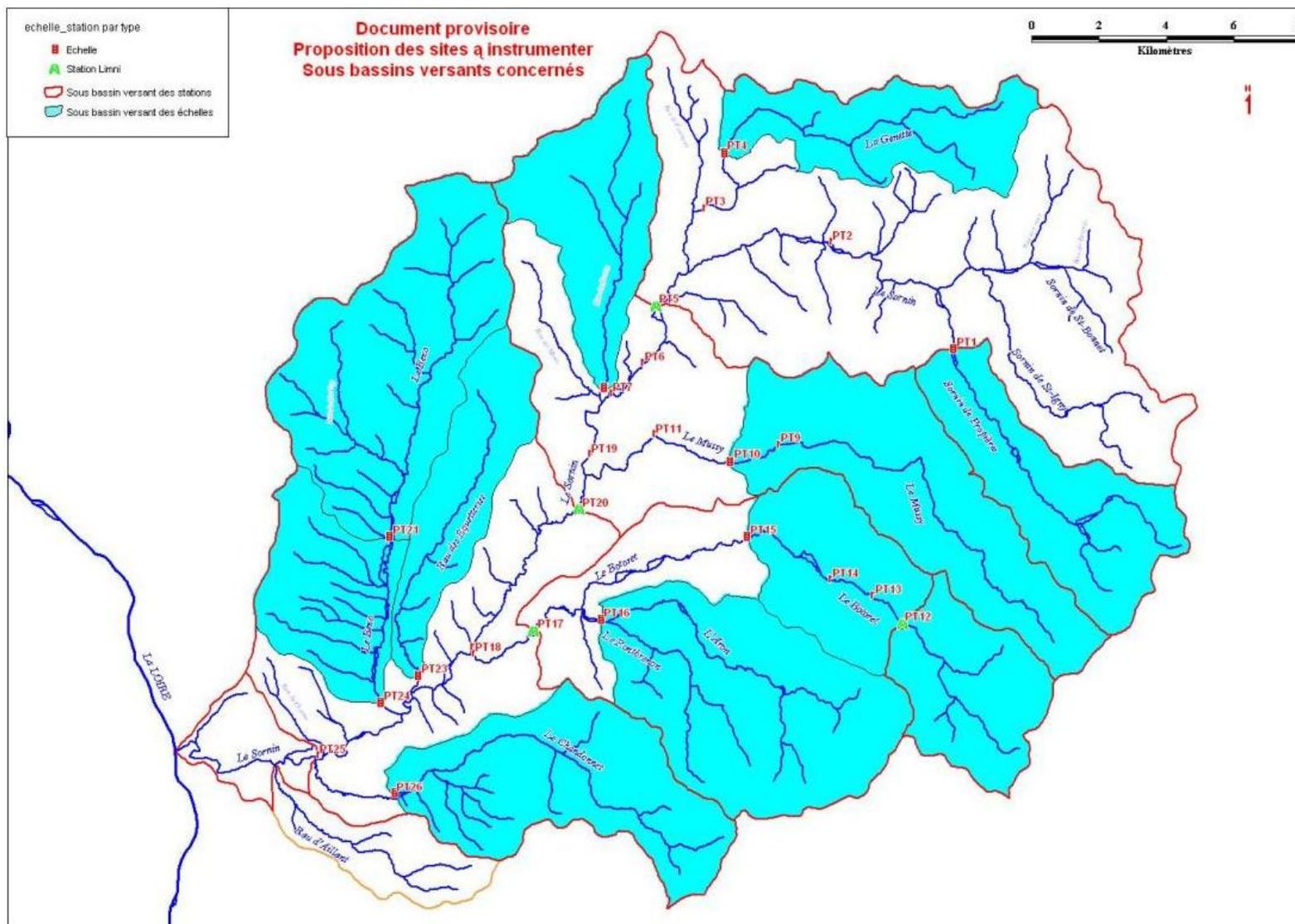
**Site N°20** Ce site est situé sur le Sornin au pont de Châteauneuf sur la RD 8.



### Localisation des sites retenus pour les stations automatiques

Les sites presentis sont identifiés en vert sur la carte présentée page suivante.

Etude de mise en oeuvre d'un système de suivi des débits du bassin versant du Sornin	Etude SYMISOA	Page 10 sur 67
Etude du système de télésurveillance	CDC_Etude_Télégestion_SYMISOA_V5.doc	Version : 1



---

## La mise en place d'échelles fixes

Les dix sites retenus sont les suivants :

### A l'intérieur de la zone amont (BV1) :

- La Genette au niveau du point 4 (surface drainée 22 km<sup>2</sup>)
- le Sornin de Propière au point 1 (surface drainée 27 km<sup>2</sup>).

### A l'intérieur du BV2 :

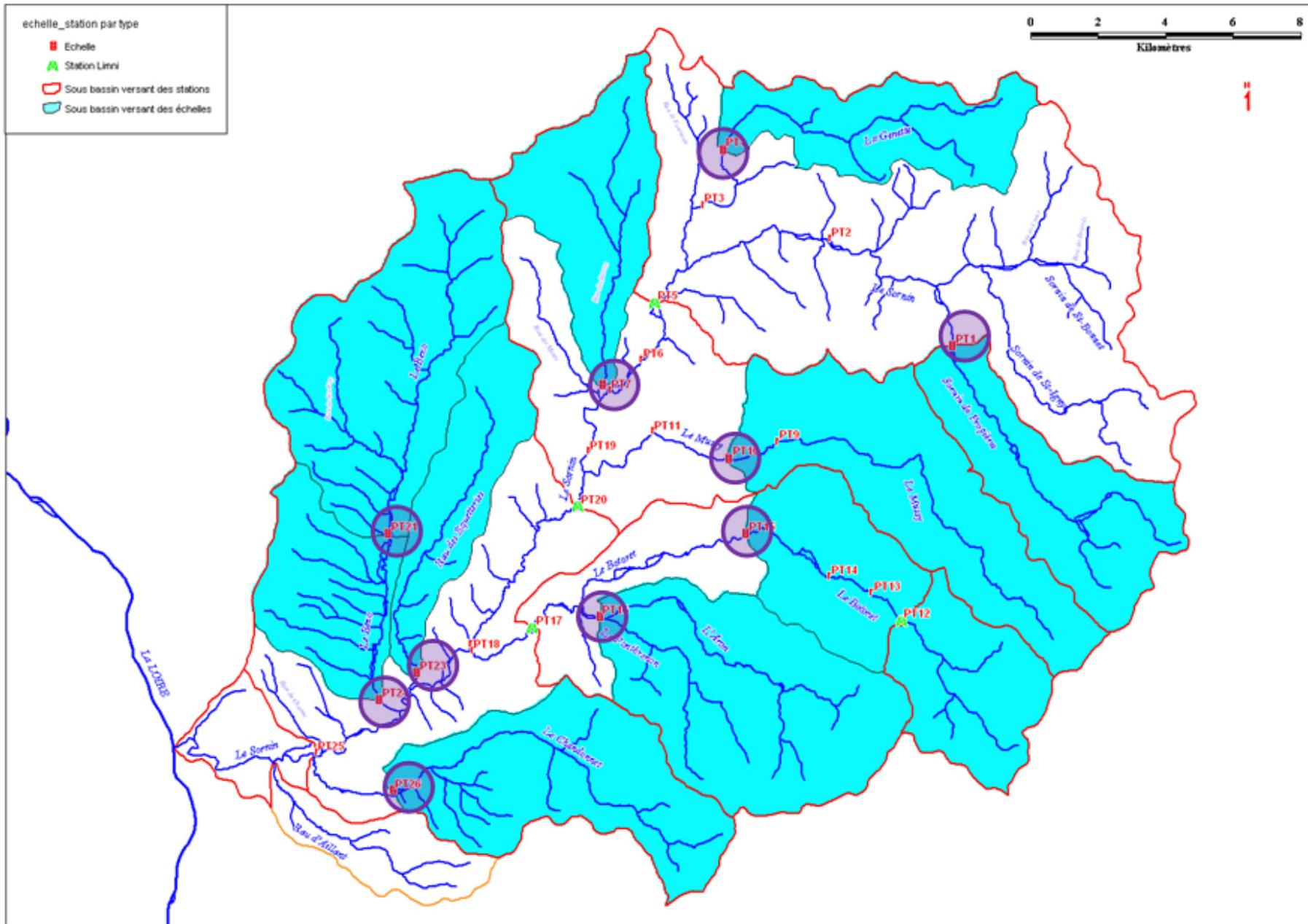
- Le Mussy au niveau du point 10 (surface drainée 38 km<sup>2</sup>)
- le ruisseau des Barres au point 1 (surface drainée 23 km<sup>2</sup>).

### A l'intérieur du bassin versant du Botoret:

- Botoret au niveau du point 15 (surface drainée 39 km<sup>2</sup>)
- En aval de la confluence entre l'Aron et le Pontbrenon au point 16 (surface drainée 42 km<sup>2</sup>).

### 4 Echelles supplémentaires dans la partie aval sur des affluents du Sornin.

- Ruisseau des Equetteries, contrôle des apports avant Charlieu (surface drainée 18 km<sup>2</sup>).
- Le ruisseau du Bézo amont (surface drainée 45 km<sup>2</sup>).
- Le ruisseau du Bézo avant la confluence avec le Sornin (bassin drainé 64 km<sup>2</sup>).
- Le ruisseau du Chandonnet (surface drainée, avec 33 km<sup>2</sup>).



# Définitions des prestations topographiques souhaitées sur le bassin versant du Sornin

L'ensemble des plans de localisation des levés topographiques sont fournis en annexes. Sur simple demande, le maître d'ouvrage pourra fournir les tables Map-info de la localisation précise de besoins topographiques.

## cadre et objet de la campagne topographique

Ce document explicite les prestations topographiques définies par EGIS EAU dans le cadre de l'étude de mise en œuvre du système de suivi des débits du bassin versant du Sornin. Ces relevés s'avèrent nécessaires dans le cadre de la réalisation du modèle hydraulique afin d'obtenir les courbes de tarage pour l'instrumentation et l'étalonnage des stations mais également pour identifier les différents seuils d'alerte.

L'implantation des travaux est disponible sur 3 plans en A3 (format.JPG).

### Localisation des prestations :

Bassin versant du Sornin (cartes de localisation) sur les sites n° 5, 17 et 20.

### Description sommaire des prestations :

- ❖ la réalisation de levés topographiques terrestre de **19 profils en travers** en lit mineur et majeur.
- ❖ la réalisation de levés topographiques terrestre de **3 ouvrages hydrauliques** (3profils par ouvrages et description) en lit mineur et majeur.

Etude de mise en oeuvre d'un système de suivi des débits du bassin versant du Sornin	Etude SYMISOA	Page 14 sur 67
Etude du système de télésurveillance	CDC_Etude_Télégestion_SYMISOA_V5.doc	Version : 1

## Préconisations générales

---

### Précision et rattachement des levés

Tous les relevés devront être rattachés :

- ❖ pour les coordonnées X et Y (en plan), au système Lambert 2 Carto.
- ❖ pour les coordonnées Z au système NGF (IGN 69).

Les précisions attendues sont :

- ❖ pour la coordonnée altimétrique Z : le centimètre pour les relevés terrestres des profils en travers, ouvrages et profils en long de digues) et le décimètre pour le Modèle Numérique de Terrain
- ❖ pour les coordonnées de position X et Y : le décimètre.

---

### Rendu des travaux

- Tous les levés seront rendus en version numérique 3D permettant une exploitation sur support AUTOCAD3D et ARCVIEW.

- Un plan de situation numérique géoréférencé des profils en travers, des ouvrages, et des profils en long de digues, sera fourni sur fond de plan.

Le rendu des travaux demandé est décrit plus précisément pour chaque type de travaux (topographie terrestre,...) dans les chapitres suivants.

---

### délais

Ces délais débuteront dès la notification du marché.

---

### Prix

Les prix devront être donnés selon le bordereau des prix fourni par le maître d'ouvrage. Des prix unitaires devront être fournis pour chaque prestation :

- ❖ levé terrestre d'un profil en travers de ruisseau
- ❖ levé terrestre d'un ouvrage
- ❖ levé terrestre de profil en long de digue par m

Etude de mise en oeuvre d'un système de suivi des débits du bassin versant du Sornin	Etude SYMISOA	Page 15 sur 67
Etude du système de télésurveillance	CDC_Etude_Télégestion_SYMISOA_V5.doc	Version : 1

# LEVES TOPOGRAPHIQUES TERRESTRES

## Levés topographiques terrestres de ruisseau et d'ouvrages

On rappelle que TOUS les levés terrestres seront fournis en 3D avec les précisions spécifiées, CF. § 2.

### Nature et implantation des travaux

Il s'agit de :

- ❖ relever 19 profils en travers afin de servir de support à la modélisation hydraulique filaire,
- ❖ relever 3 ouvrages de franchissement présents sur la zone d'étude.

Les relevés à effectuer sont positionnés sur le plan joint en annexe 1.

### Définition des travaux

L'utilisation prévue de ces relevés est une utilisation hydraulique. Les relevés doivent donc traduire :

#### Pour les profils:

la configuration générale de la totalité du lit du ruisseau situé entre les berges, que le lit soit en eau ou hors d'eau : profils en travers bathymétrique et terrestre avec environ 5 à 7 points, en levant systématiquement de berges à berges, le niveau des berges et le fond du lit, en intégrant les endiguements de berges là où ils existent. Les profils doivent être relevés perpendiculairement à la direction de l'écoulement. Tous les profils en travers bathymétriques doivent être rattachés aux berges.

Pour les sections endiguées, la cote de crête des digues ainsi que les pieds de talus seront levés (voir schéma ci-après).

Les points seront relevés :

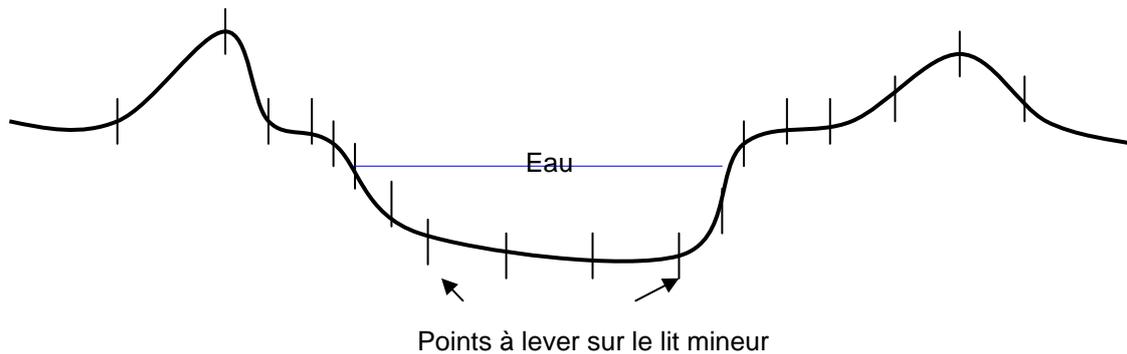
- ❖ pour traduire une rupture de pente marquée,
- ❖ pour représenter une digue, un remblai de chemin ou de voirie ou tout autre obstacle linéaire à l'écoulement des eaux,
- ❖ Un profil en travers du terrain naturel en aval des ponts sera systématiquement relevé au droit de l'ouvrage à lever (10 m maximum en aval).

#### Pour les ouvrages

Les relevés des ouvrages indiqueront clairement :

- ❖ les dimensions des sections de passage de l'eau dans l'ouvrage (largeur et hauteur) et par-dessus (cote de surverse sur route)
- ❖ le calage des radiers de l'ouvrage et des surverses, en m NGF
- ❖ les sections hydrauliques.

Etude de mise en oeuvre d'un système de suivi des débits du bassin versant du Sornin	Etude SYMISOA	Page 16 sur 67
Etude du système de télésurveillance	CDC_Etude_Télégestion_SYMISOA_V5.doc	Version : 1



---

## Documents à remettre

### Pièces à fournir pour les relevés de profils en travers

- ❖ Un cahier des dessins des profils en travers cotés en abscisse cumulée et en niveau altimétrique de la rive gauche vers la rive droite, indiquant les rives, le nom du canal et le numéro du profil, sur lesquels seront indiqués les points singuliers (route, chemins, fossés, murs...), le fil d'eau et la date.
- ❖ Un plan de situation exacte des profils en travers sur fond. Les profils seront représentés par une polygone 3D (axe précis du profil relevé ainsi que l'origine et la fin du relevé) placée dans une table séparée nommée « profil en travers » avec le nom et le numéro du profil en données attributaires. L'ensemble des points relevés sera reporté dans une table séparée nommée « points PT » avec le Z en données attributaires..
- ❖ Un fichier numérique sous format EXCEL en indiquant **d'amont en aval et de la rive gauche vers la rive droite** :

pour chaque profil en travers:

Ligne : profil, numéro.

Ligne : numéro du point, D, Z.

à

N ème ligne : numéro du point, D, Z. (D distance cumulée)

- ❖ Un fichier numérique sous format ASCII en indiquant **d'amont en aval et de la rive gauche vers la rive droite** :

pour chaque profil en travers:

profil, numéro.

numéro du point, X, Y, Z.

à

N ème ligne : numéro du point, X, Y, Z.

Etude de mise en oeuvre d'un système de suivi des débits du bassin versant du Sornin	Etude SYMISOA	Page 17 sur 67
Etude du système de télésurveillance	CDC_Etude_Télégestion_SYMISOA_V5.doc	Version : 1

**Pièces à fournir pour les relevés d'ouvrages**

Un plan de situation exacte des ouvrages précisant leur orientation par rapport aux canaux sur le fond de plan.

Un cahier des dessins des ouvrages cotés en abscisse cumulée et en niveau altimétrique de la rive gauche vers la rive droite.

un calque spécifique, dans le fichier AutoCAD qui contient des polygones 3D.

Etude de mise en oeuvre d'un système de suivi des débits du bassin versant du Sornin	Etude SYMISOA	Page 18 sur 67
Etude du système de télésurveillance	CDC_Etude_Télégestion_SYMISOA_V5.doc	Version : 1

# LEVES TOPOGRAPHIQUES TERRESTRES DE PROFILS EN LONG DE DIGUES

## Nature et implantation des travaux

La connaissance fine des cotes de débordement est nécessaire à la modélisation hydraulique. Elle nécessite d'obtenir l'altitude de la digue située en aval du site n°5 en rive gauche à moins de 10 centimètres près. Cette précision implique la réalisation de levés terrestres.

Les données en long des digues sont d'une importance majeure pour toutes les modélisations. La digue à lever est positionnée sur la carte fournie en annexe.

Le linéaire total de la digue est d'environ 63m, sur la rive gauche du Sornin

## Définition des travaux

Il s'agit de relever les profils en long de crêtes de digue. Les points sur le profil en long seront espacés d'environ 5 mètres, sauf si l'écart d'altitude entre deux points consécutifs dépasse 10 cm. Dans ce cas, les points seront rapprochés d'autant que de besoin, afin d'identifier toutes les ruptures de pentes et les points bas.

## Documents à remettre

- ❖ Un plan de situation exacte du profil en long sur fond de plan. Le profil sera représenté par une polyligne 3D (axe précis du profil relevé ainsi que l'origine et la fin du relevé) placée dans une table séparée nommée « profil\_en\_long\_digue » avec le nom du profil en données attributaires.
- ❖ Un fichier numérique sous format ASCII tabulé en indiquant d'amont en aval :

pour chaque profil en long:

1ère ligne : profil, nom.

2ème ligne : numéro du point, X, Y, Z.

à

N ème ligne : numéro du point, X, Y, Z.

- ❖ Un calque spécifique, dans le fichier AutoCAD qui contient des polygones 3D.

Etude de mise en oeuvre d'un système de suivi des débits du bassin versant du Sornin	Etude SYMISOA	Page 19 sur 67
Etude du système de télésurveillance	CDC_Etude_Télégestion_SYMISOA_V5.doc	Version : 1

# Architecture envisagée pour le système du SYMISOA

## Contraintes

### Contraintes de terrain

Le tableau ci-dessous récapitule les principales caractéristiques des sites pressentis pour accueillir les stations de mesure et d'acquisition, et notamment la présence de réseaux télécoms et d'alimentation en énergie à proximité des lieux prévisionnels d'implantation :

Etude de mise en oeuvre d'un système de suivi des débits du bassin versant du Sornin	Etude SYMISOA	Page 20 sur 67
Etude du système de télésurveillance	CDC_Etude_Télégestion_SYMISOA_V5.doc	Version : 1

N° Site	Lieu d'implantation	Localisation station (S)	Réseaux (présence ou desserte à proximité)			Accessibilité à l'appareil de mesure en cas de crue	Instrumentation	Commentaires
			EDF	RTC	Couverture GSM			
5	Les Moquets - Pont SNCF	S : en aval ouvrage	Oui D < 50m	Oui	Oui	Oui	1 limnimètre + possibilité ultérieure d'ajouter un pluviomètre	
12	rivière du Botoret au lieu dit la Guillarmière sur le pont de la RD 39	S : en aval ouvrage	Non	Non	Oui	Oui	1 limnimètre + possibilité ultérieure d'ajouter un pluviomètre	Hors périmètre pour l'instant
17	rivière du Botoret au lieu dit Déal	S : en aval ouvrage	Non D ~ 100m	Non	Oui	Oui	1 limnimètre + possibilité ultérieure d'ajouter un pluviomètre	
20	sur le Sornin au pont de Châteauneuf sur la RD 8	S : aval ouvrage	Oui D < 10m	Oui	Oui	Oui	1 limnimètre + possibilité ultérieure d'ajouter un pluviomètre	

Deux des quatre sites (sites N°12 et 17) ne disposent pas dans leur environnement proche de la présence de réseaux d'alimentation en énergie (réseau EDF) ou télécom (réseau RTC).

Dans un premier temps, **seuls trois des sites seront équipés** (instrumentation / station d'acquisition) : les **sites N°5, 17 et 20**.

Etant donné le budget du SYMISOA pour l'opération envisagée, une solution autonome en énergie a été envisagée au départ : pour limiter les coûts, une solution totalement autonome reposant sur un matériel équipé de batteries longue durée est la meilleure solution. Cependant, cette solution n'est envisageable qu'avec un limnimètre dont la technologie permet une consommation d'énergie réduite (type sonde piézométrique) puisque le capteur sera alimenté par la station de mesure, ceci afin d'obtenir une autonomie et une durée de vie des batteries acceptables en termes de maintenance.

C'est pourquoi un scénario alternatif d'une solution autonome, intégrant la mise en œuvre de panneaux solaires permettant d'alimenter un autre type de capteur (radar hyperfréquence), a aussi été défini.

Enfin pour permettre au SYMISOA d'avoir à disposition les différents cas de figure, un scénario comportant une estimation des coûts de raccordement des sites au réseau EDF a également été défini.

## Contraintes (suite)

### Contraintes de terrain (suite)

L'hétérogénéité des sites en termes de desserte en réseaux télécoms et énergie permet d'envisager plusieurs cas de figure différents :

- **Un réseau de stations hydrologiques hétérogène** basé sur des gammes de matériel et des types de communication différents :
  - Les sites 5 et 20 pourraient être équipés en stations d'acquisition alimentées via le réseau EDF et communiquant par le réseau RTC, via une liaison téléphonique standard ou ADSL si le site est éligible,
  - Le site 17 (et à terme le site 12) serai(en)t équipé(s) d'une station d'acquisition autonome en termes d'alimentation en énergie (batterie longue durée ou panneau solaire) et communiquant par GSM avec le système central.
- **Un réseau homogène basé sur des configurations identiques pour chaque site :**
  - Soit une configuration avec une station autonome en énergie et communiquant via GSM pour chaque site,
  - Soit une configuration avec les sites 5, 17 et 20 raccordés au réseau EDF et communiquant via des liaisons GSM si le budget du SYMISOA le permet.

En termes de stations d'acquisition :

- **le recours à une solution autonome en énergie sur batterie longue durée est préconisé pour limiter les coûts de réalisation** : pas de nécessité de raccorder les stations de mesure au réseau EDF, ce qui implique des coûts supplémentaires importants en regard du budget du SYMISOA (travaux de génie civil et de câblage pour le raccordement des stations : tranchées, pose de fourreaux, ...),
- **La standardisation des sites (même gamme de matériel, même média de communication) est préconisée** afin de limiter les coûts de réalisation (fabrication, programmation, paramétrage) et de constitution d'un lot de rechange. Une solution GSM, compte tenu des besoins du SYMISOA, nous semble adaptée, la fréquence d'acquisition des données nécessaire ne justifiant pas une liaison permanente. Même dans le cas de figure d'une situation de crise exceptionnelle, un système basé sur des liaisons GSM permettra d'augmenter dynamiquement, en fonction du contexte ou sur demande utilisateur, la fréquence de collecte et de rafraîchissement des données pour permettre un suivi pertinent des mesures.

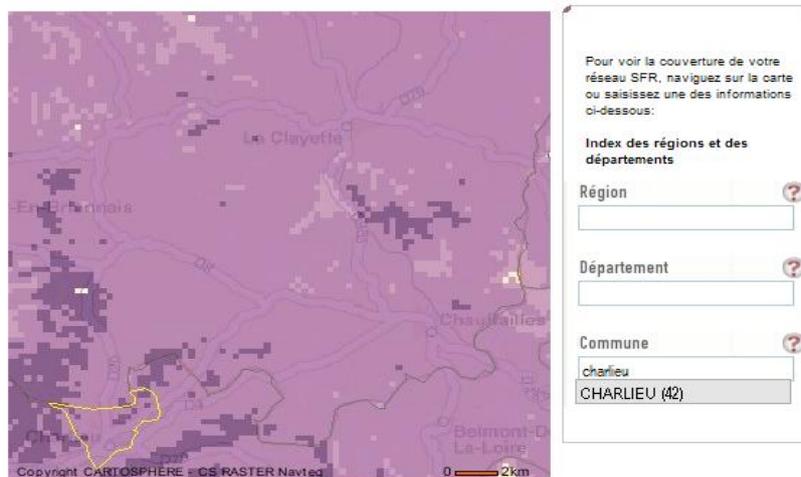
## Contraintes (suite)

### Contraintes de terrain (suite)

**Couverture GSM** La couverture GSM des différents sites est assurée par les 3 opérateurs actuels comme le montre les illustrations ci-dessous :



Couverture GSM Zone de Charlieu – Bouygues Télécom



Couvertures mobiles prévisionnelles fin 2009

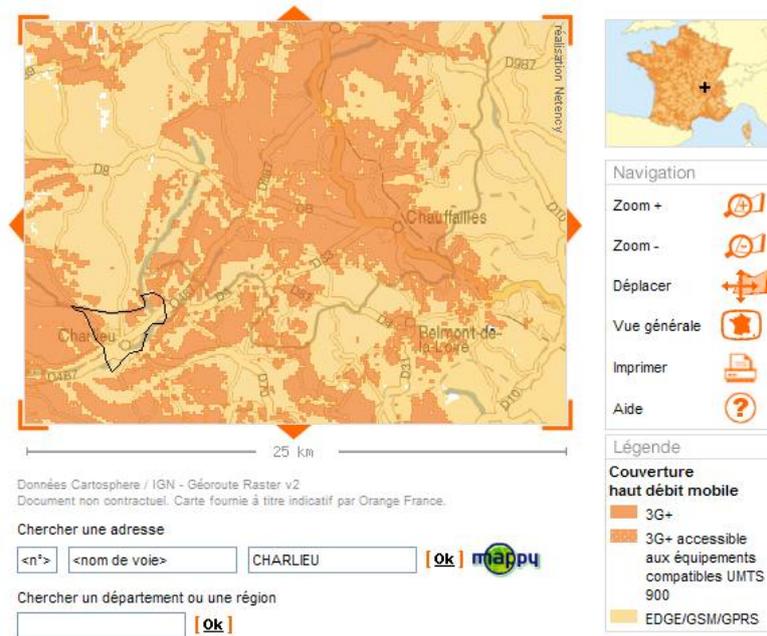
- 3G+\*
- GSM GPRS, portatif 2 watts en extérieur
- Téléphone de voiture 8 watts

Couverture GSM Zone de Charlieu – SFR

Etude de mise en oeuvre d'un système de suivi des débits du bassin versant du Sornin	Etude SYMISOA	Page 23 sur 67
Etude du système de télésurveillance	CDC_Etude_Télégestion_SYMISOA_V5.doc	Version : 1

## Contraintes (suite)

### Contraintes de terrain (suite)



Couverture GSM Zone de Charlieu – ORANGE

Cette couverture théorique a par ailleurs été vérifiée sur le terrain en chacun des sites de mesure.

Etude de mise en oeuvre d'un système de suivi des débits du bassin versant du Sornin	Etude SYMISOA	Page 24 sur 67
Etude du système de télésurveillance	CDC_Etude_Télégestion_SYMISOA_V5.doc	Version : 1

## Contraintes (suite)

### Contraintes d'exploitation et de maintenance

Le SYMISOA ne dispose pas des moyens (ressources humaines, matérielles et financières) lui permettant d'envisager d'exploiter et de maintenir le futur système en interne.

Par conséquent, le choix d'une **solution de télésurveillance de type externalisée** (type ALYANE) est la solution qui semble la plus adéquate aux besoins et aux moyens du SYMISOA.

Les principaux avantages d'une telle solution sont :

- De permettre à l'utilisateur du système de se concentrer sur le suivi et l'exploitation des données collectées, l'exploitation et la maintenance du système étant assurés par le fournisseur du service hébergé,
- Une ouverture du système à différents utilisateurs : syndicat, partenaires pouvant avoir accès aux données, ... via une interface Web
- Un système évolutif, ouvert aux différents automates de télégestion du marché, et pouvant être étendu facilement en cas d'ajout de nouveaux sites ou de nouvelles données d'acquisition,
- Des coûts d'investissement et d'exploitation limités par rapport à un système en propre, les matériels étant mutualisés,
- Un service "tout compris" englobant la réalisation du système, sa maintenance, la gestion des abonnements télécoms nécessaires, ...

Ses inconvénients sont :

- Une "dépendance" vis-à-vis du fournisseur du service,
- Un service hébergé est en général basé sur des fonctions et solutions "standards" : en cas de besoin d'une solution ou fonction particulière et/ou un peu plus évoluées, le coût peut être élevé ou le service ne pas être en mesure de délivrer la fonction attendue,

Compte-tenu des besoins du SYMISOA, **nous préconisons le recours à ce type de solution externalisée.**

Etude de mise en oeuvre d'un système de suivi des débits du bassin versant du Sornin	Etude SYMISOA	Page 25 sur 67
Etude du système de télésurveillance	CDC_Etude_Télégestion_SYMISOA_V5.doc	Version : 1

## Besoins du SYMISOA

### Besoins fonctionnels

Les besoins fonctionnels du SYMISOA vis-à-vis du système de télésurveillance sont :

- **De pouvoir collecter et exploiter les données hydrologiques** nécessaires à une meilleure connaissance et un meilleur suivi du Sornin et de ses affluents,
- Disposer de données permettant de mieux appréhender les phénomènes de crues (éléments utiles à la prévision), mais également pour suivre les débits d'étiage
- Disposer de données régulières et d'éléments concrets utilisables en termes de communication pour la mise en œuvre ultérieure d'actions concrètes sur le terrain : bilans, rapports, ...,
- **De disposer d'un système permettant une consultation aisée via Internet et depuis des postes banalisés** (Interface Web), aussi bien en interne que pour d'éventuels partenaires extérieurs,
- **Disposer d'un système évolutif** qui pourra absorber des données et sites supplémentaires, proposer des services nouveaux et s'adapter aux besoins du SYMISOA dans le temps,

### Besoins en termes d'acquisition des données

En termes d'acquisition de données, les besoins du SYMISOA sont :

- de pouvoir collecter les données localement, sur chaque station de mesure, **à un pas de temps de l'ordre de 5 ou 10mn,**
- en termes **d'acquisition et de rapatriement des données depuis les stations vers le système central**, de pouvoir disposer d'une **fréquence modulable en fonction du contexte hydrologique** :
  - **une fréquence normale d'acquisition et de rapatriement** des données de l'ordre de **une à deux fois par jour,**
  - une (ou des) fréquence(s) de rafraîchissement plus rapide(s) en cas de crise (crue) avec deux niveaux :
    - **niveau pré-alerte** : la station de mesure, sur la base des données collectées (augmentation rapide de niveau / débit), détermine qu'un changement de situation est en cours et envoie une alarme au système central. Celui-ci, sur réception de cette alarme, déclenche le passage à un mode de communication plus fréquent, avec une fréquence de l'ordre de 30 mn,
    - **niveau alerte** : le système permettra, par télécommande (action volontaire d'un utilisateur ayant les droits requis), d'accélérer le rafraîchissement des données (fréquence paramétrable) à une fréquence encore supérieure au niveau pré-alerte (de l'ordre de toutes les 5 mn).

Etude de mise en oeuvre d'un système de suivi des débits du bassin versant du Sornin	Etude SYMISOA	Page 26 sur 67
Etude du système de télésurveillance	CDC_Etude_Télégestion_SYMISOA_V5.doc	Version : 1

## Besoins du SYMISOA (suite)

### Besoins en termes de consultation et mise à disposition des données

Le bassin versant du Sornin est à cheval sur 3 départements : Loire, Saône et Loire, et Rhône.

Par conséquent, une multitude d'acteurs sont concernés par le suivi et la gestion hydrologique de ce bassin versant.

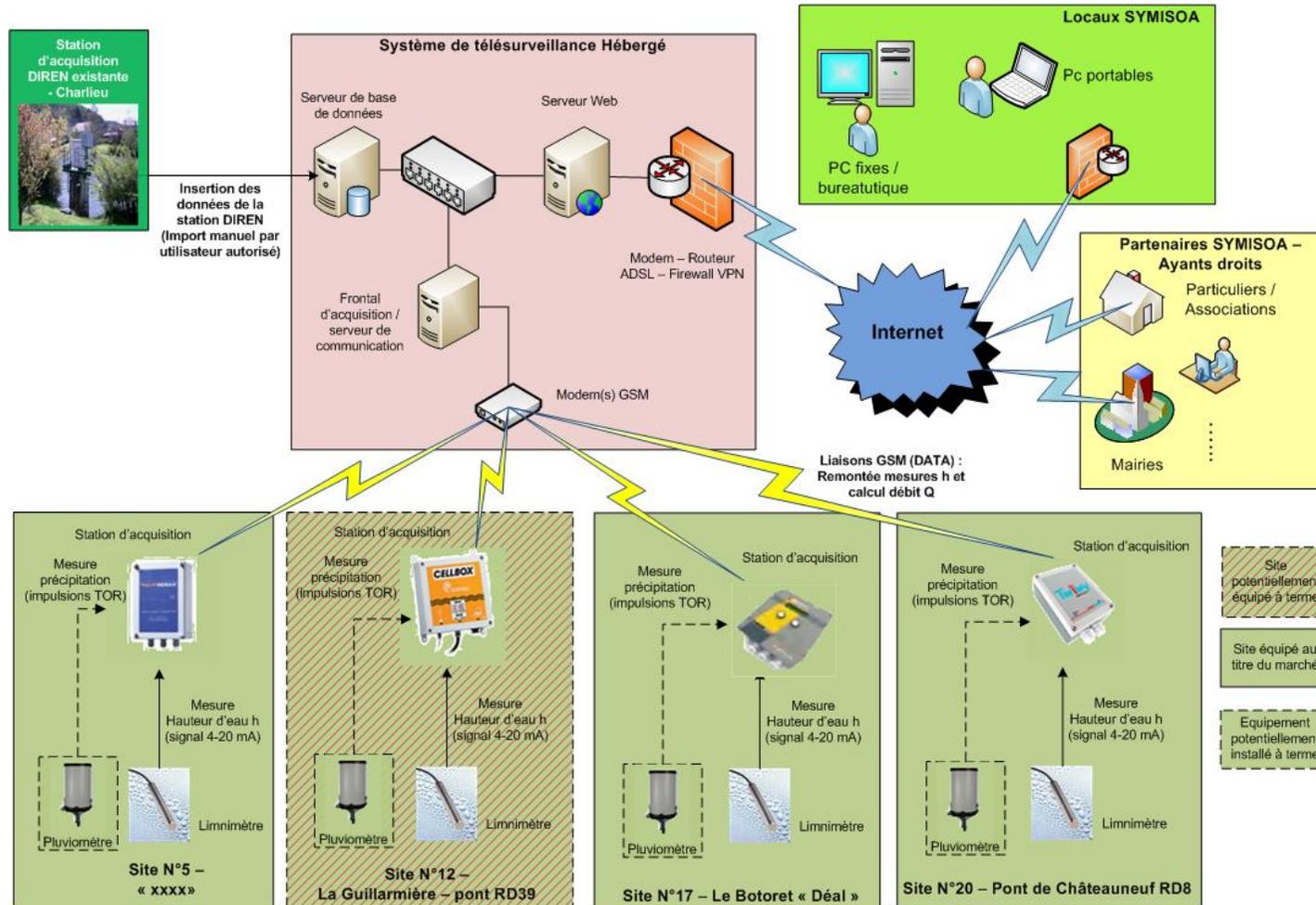
Le système de télésurveillance devra donc :

- **être accessible à un grand nombre d'utilisateurs potentiels qui pourront avoir des droits d'accès différents** en termes de consultation, paramétrage, ... : SYMISOA, mairies, et ensemble des partenaires du syndicat,
- **pouvoir fournir un service sans dégradation des performances pour plusieurs utilisateurs connectés simultanément.**

Etude de mise en oeuvre d'un système de suivi des débits du bassin versant du Sornin	Etude SYMISOA	Page 27 sur 67
Etude du système de télésurveillance	CDC_Etude_Télégestion_SYMISOA_V5.doc	Version : 1

# Architecture du système de télésurveillance

**Schéma d'architecture préconisé** Le schéma ci-dessous est un schéma fonctionnel cible illustrant les besoins du SYMISOA.  
Le prestataire devra décrire l'architecture matérielle et logicielle de sa solution.



# Descriptif des prestations à réaliser et exigences pour la mise en œuvre du système

## Périmètre de la prestation

**Description générale** Le marché comprendra :

- La mise en œuvre d'un **réseau hydrométrique (instrumentation)** : capteurs limnimétriques implantés au niveau des 3 sites préalablement décrits (sites N°5, 17 et 20),
- La mise en œuvre d'un **système de télégestion** composé :
  - des 3 nouvelles **stations d'acquisition** remontant les mesures (information de niveau mesurée et débit calculé), états et défauts techniques de la station (défaut capteur, défaut station, ...) à un **système informatique via des liaisons GSM (GSM Data)**,
  - un **système informatique de télésurveillance accessible en consultation depuis Internet** pour l'acquisition des données permettant le suivi hydrologique du bassin versant à partir des données fournies par les stations d'acquisition. Ces données pourront être complétées par des données insérées manuellement dans la base de données du système (données issues de la station DIREN, ...)

Le système informatique de télésurveillance sera un service loué (système hébergés dans les locaux d'un prestataire sous la responsabilité du titulaire du marché) dont le coût d'utilisation (consultation des données pour le SYMISOA, exploitation et maintenance du système par le prestataire) est déterminé par le nombre et le type d'informations récupérées (mesures, états, défauts...) ainsi que les fonctions gérées (statistiques, échanges de données...).

Etude de mise en oeuvre d'un système de suivi des débits du bassin versant du Sornin	Etude SYMISOA	Page 29 sur 67
Etude du système de télésurveillance	CDC_Etude_Télégestion_SYMISOA_V5.doc	Version : 1

## Description des travaux à réaliser

### Travaux compris dans le futur marché

Les prestations attendues du prestataire qui sera retenu sont listées ci-après :

- **Instrumentation des sites :**
  - Analyse fonctionnelle et technique détaillée : spécifications des matériels à installer, ...,
  - Plans d'exécution des travaux,
  - Fourniture, installation, raccordement et mise en service des capteurs,
  - Documentations, essais et recette,
  - Maintenance préventive (contrôle annuel) et curative des capteurs.
- **Télé transmetteurs ou stations d'acquisition des données terrain :**
  - **Etudes, analyses fonctionnelle et technique détaillées**, comprenant les réunions et interfaces avec le maître d'ouvrage et les autres intervenants du marché (partenaires, opérateur de téléphonie, ...) pour :
    - La programmation des télé transmetteurs pour réaliser l'acquisition des données capteur, les calculs et mises à l'échelle nécessaires (courbe de tarage), le stockage local dans une mémoire tampon en cas de perte de la liaison avec le système central, ... : **la relation entre hauteur d'eau mesurée et débit associée sera fourni au prestataire sous forme tabulaire.**
    - La mise en œuvre de la communication avec le système central de télésurveillance et le renvoi des informations capteurs vers ce système, périodiquement, à l'initiative du télé transmetteur (pré-alerte ou événement / défaut) ou sur demande,
    - Selon le choix du type de capteur : l'alimentation électrique des équipements de télésurveillance des sites, via le réseau EDF (avec secours par batterie) ou le recours à une solution autonome basée sur une (des) batterie(s) longue durée complétée si nécessaire par une source d'alimentation auxiliaire (alimentation par panneau solaire).
  - Plans d'exécution des travaux
  - Notes de calculs électriques

Etude de mise en oeuvre d'un système de suivi des débits du bassin versant du Sornin	Etude SYMISOA	Page 30 sur 67
Etude du système de télésurveillance	CDC_Etude_Télégestion_SYMISOA_V5.doc	Version : 1

## Description des travaux à réaliser (suite)

### Travaux compris dans le futur marché (suite)

- **Télé transmetteurs ou stations d'acquisition des données terrain (suite) :**
  - **Fourniture, installation, raccordement et mise en service des équipements terrain :**
    - Coffret électrique hébergeant la station d'acquisition et accessoires : borniers, goulottes, batteries, alimentation, ...,
    - stations d'acquisition et interfaces avec capteurs (câblage, mise à l'échelle mesure, calculs, reports d'alarmes, ...),
    - équipements de transmission (modem, antenne, ...) au système central par liaison GSM + souscription à des services de télécommunication (abonnements) de téléphonie cellulaire auprès d'opérateurs sous la responsabilité du titulaire du marché,
    - Pose et installation : réalisation des dalles / massifs / dispositifs de support des armoires / coffrets électriques et éventuels mâts supportant des panneaux solaires (et à terme un pluviomètre),
    - Selon le choix du capteur, le raccordement de la station d'acquisition au réseau EDF comprenant la réalisation des tranchées, la pose des fourreaux de câble nécessaires, ...
    - Dans le cas de stations alimentées par le réseau EDF, les accessoires supplémentaires suivants : prise de courant 230V permettant le branchement d'un PC Portable de réglage / diagnostic, un dispositif d'éclairage à consommation réduite par tube fluorescent à l'ouverture de la porte du coffret (pour faciliter la maintenance), une résistance électrique de mise hors gel thermostatée à 8°C
  - **Documentations, essais et recette des matériels en usine et sur site,**
  - **Maintenance préventive (contrôle annuel) et curative des équipements.**

Etude de mise en oeuvre d'un système de suivi des débits du bassin versant du Sornin	Etude SYMISOA	Page 31 sur 67
Etude du système de télésurveillance	CDC_Etude_Télégestion_SYMISOA_V5.doc	Version : 1

## Description des travaux à réaliser (suite)

### Travaux compris dans le futur marché (suite)

- **Système de télésurveillance** (système hébergé) :
  - **Fourniture d'un service de supervision informatique hébergé** (abonnement), continuellement mobilisable (disponibilité permanente). Les services de télécommunication (abonnements) nécessaires pour les échanges entre ce système central et les sites sont à la charge du titulaire du marché. Les frais de communication entre le système central et les sites (appels) seront facturés en sus au SYMISOA.
  - **Etudes, analyse fonctionnelle et technique détaillées du système**, y compris les réunions avec le maître d'ouvrage et les autres intervenants du projet,
  - **Développements et paramétrages complets du système, et configuration de chaque site** pour une exploitation au fur et à mesure de leur mise en place :
    - Paramétrage des équipements de terrain (télétransmetteurs) dans le système,
    - Paramétrage des communications / échanges entre le système central et les sites, et pour les connexions distantes au système (consultation par le SYMISOA et ses éventuels partenaires) y compris sécurisation de l'accès au système et aux données,
    - Réalisation des Interfaces Homme-Machine (interface Web),
    - Paramétrage de l'historisation et de l'archivage des données,
    - Paramétrage des outils d'exploitation des données : courbes, bilans, imports / exports, ...
    - Paramétrage de l'administration et de l'exploitation du système (utilisateurs, droits, connexions distantes, ...)
  - **Documentations, essais et recette,**
  - **Formation à l'utilisation du système,**
  - **Maintenance préventive (contrôle annuel) et curative du système**, lequel doit être continuellement mobilisable (disponibilité permanente)

Etude de mise en oeuvre d'un système de suivi des débits du bassin versant du Sornin	Etude SYMISOA	Page 32 sur 67
Etude du système de télésurveillance	CDC_Etude_Télégestion_SYMISOA_V5.doc	Version : 1

## Description des travaux à réaliser (suite)

### Détail des travaux à réaliser

#### **Génie civil et aménagement**

Ces travaux porteront sur :

- L'aménagement des sites de mesure pour l'installation des capteurs,
- L'aménagement des sites de mesure pour l'installation des stations d'acquisition : réalisation de dalles béton support pour les armoires / coffrets électriques et de massifs d'ancrage pour les éventuels mâts (dans le cas du recours à une alimentation via panneau solaire et/ou à une antenne GSM externe), fourreaux de câble pour les liaisons,
- Les tranchées, la mise en œuvre des fourreaux nécessaires aux liaisons stations d'acquisition / capteurs / éventuels mâts et raccordement éventuel au réseau EDF,

Ces travaux comprennent :

- La réalisation de tranchées avec l'évacuation et le stockage en décharge des remblais, la fourniture et la mise en place de bon remblai pour leur réfection, et la mise en place des fourreaux de câble qui seront signalés par un grillage avertisseur si les stations sont raccordées au réseau EDF,
- La fixation d'échelles limnigraphiques,
- La fixation de capteurs et de potences sur des ouvrages existants (ponts) dans le cas de capteurs de type radar,
- Le passage en encorbellement de liaisons entre les capteurs et les armoires,
- La réalisation de dalles béton pour armoires avec fourreaux noyés dans les massifs permettant le passage des câbles.

#### **Instrumentation**

Les travaux comportent les aménagements nécessaires pour l'implantation des capteurs de mesure (limnimètres) sur les sites et leur mise en œuvre : positionnement, installation, raccordement aux armoires électriques (stations d'acquisition et alimentation), réglages, ...

#### **Stations d'acquisition**

Les travaux consistent en la fourniture, l'installation, le paramétrage et le raccordement d'unités locales d'acquisition et de transmission des données.

Etude de mise en oeuvre d'un système de suivi des débits du bassin versant du Sornin	Etude SYMISOA	Page 33 sur 67
Etude du système de télésurveillance	CDC_Etude_Télégestion_SYMISOA_V5.doc	Version : 1

## Description des travaux à réaliser (suite)

### Détail des travaux à réaliser (suite)

- Raccordement électrique** Les travaux comprennent l'alimentation et à la protection des équipements électriques et électroniques des sites de mesure.
- Quelle(s) que soi(en)t la(les) solution(s) retenue(s), chaque site de mesure / station d'acquisition sera équipé :
- Des dispositifs d'alimentation nécessaires :
    - batterie(s) longue durée ou ensemble d'alimentation via panneau solaire dans le cas d'une solution autonome en énergie,
    - chargeur de batterie, alimentation / convertisseur de tension AC-DC, prise de courant ... dans le cas d'une station alimenté via le 230V EDF,
  - d'une enveloppe et des dispositifs de stockage / protection (environnement, protection électrique) propre à assurer dans toutes les circonstances la mesure et la transmission des paramètres (disjoncteurs, mise à la terre, ...)
- Éléments de transmission** Certains sites n'étant pas desservis par un réseau filaire, et par souci d'homogénéité, le choix d'une solution de type GSM a été retenue.
- Les travaux à la charge de l'entrepreneur comprennent :
- le paramétrage et la vérification du bon fonctionnement des transmissions,
  - les mesures in situ attestant qu'un niveau de réception satisfaisant est atteint, avec le cas échéant, si la station ne dispose pas nativement d'une antenne intégrée ou si le niveau de réception avec une telle antenne n'est pas satisfaisant, l'éventuelle installation d'une antenne de transmission externe avec rallonge.
- Abonnements télécoms** Les demandes d'abonnement des sites auprès des opérateurs télécoms seront à la charge du titulaire du marché.
- Maintenance** Le marché comprendra un contrat de maintenance globale (instrumentation, stations d'acquisition et système hébergé) incluant :
- la maintenance préventive de l'ensemble durant 5 ans,
  - la maintenance curative de l'ensemble pendant une durée de 4 ans (la maintenance curative durant la 1ère année étant due au titre de la garantie de parfait achèvement)

Etude de mise en oeuvre d'un système de suivi des débits du bassin versant du Sornin	Etude SYMISOA	Page 34 sur 67
Etude du système de télésurveillance	CDC_Etude_Télégestion_SYMISOA_V5.doc	Version : 1

## Description des travaux à réaliser (suite)

### Détail des travaux à réaliser (suite)

**Prix des prestations** Le prix global et forfaitaire fourni par les candidats sur la base du Détail Quantitatif Estimatif s'appliquera pour des ouvrages entièrement terminés, équipés et mis en service.

Ce prix comprendra notamment, en complément des indications précédentes :

- Les frais d'acquisition, de livraison et de rangement des fournitures à pied d'œuvre,
- Les frais de main d'œuvre et frais afférents (charges sociales, indemnités de toute nature, primes, frais de déplacement et de transport),
- Le bénéfice de l'Entrepreneur ainsi que tous droits, impôts, taxes, etc.,
- Les frais d'outillage et de matériel,
- Les frais d'assurance,
- Les frais d'indemnisation de tous dommages résultant de l'exécution des travaux et des accidents qui peuvent en être la conséquence,
- Les frais d'installation des matériels,
- Les dépenses relatives aux analyses, essais, épreuves et contrôles,
- Les éventuelles dépenses attachées à des travaux en terrain privé,
- Et d'une façon générale, toutes les dépenses relatives aux travaux, fournitures et sujétions nécessaires à l'obtention des ouvrages entièrement terminés et en parfait état de réception.

**Les frais de communication entre les sites et le système central (hors abonnement mensuel auprès d'un opérateur télécoms) seront facturés en sus** au SYMISOA, sur la base de factures détaillées des appels.

Etude de mise en oeuvre d'un système de suivi des débits du bassin versant du Sornin	Etude SYMISOA	Page 35 sur 67
Etude du système de télésurveillance	CDC_Etude_Télégestion_SYMISOA_V5.doc	Version : 1

## Fonctionnalités du système de télésurveillance

### Description des fonctionnalités attendues

Les fonctions du système devront permettre de :

- **Recueillir et traiter les informations :**
  - **Communiquer** avec les stations d'acquisition,
  - **Acquérir les données** des stations d'acquisition :
    - De manière périodique à une (des) fréquence(s) paramétrable(s) ou occasionnelle / événementielle, sur appel sortant (appel du serveur d'acquisition vers les stations), automatique ou à l'initiative d'un utilisateur (télécommande), et sur appel entrant (appel d'une station vers le système pour décharger ses données ou pour prévenir d'un événement type dépassement de seuil d'une mesure, ouverture coffret ou défaut technique)
    - Mettre à l'heure les équipements (fréquence paramétrable)
    - Gestion interne des données (alarmes et défauts) provenant des équipements (procédures de stockage, d'archivage et de purge pour éviter la saturation)
    - Acquisition des états et alarmes des équipements (interrogation périodique des équipements pour vérifier leur fonctionnement)
  - **Gérer les IHM (traitements) :**
    - Afficher et animer les mesures, sous différentes formes : animation de synoptiques graphiques, affichage numérique (affichage brut des valeurs mesurées, par exemple sous forme de tableau) ou graphique (affichage de courbe de tendance  $y = f(t)$  sur une période paramétrable par un utilisateur)
    - Afficher et animer de manière synthétique les états des équipements (station, modem, capteur, ...) : Ok / En défaut avec possibilité de visualiser le détail en cas d'événement (panne technique, ...)
- **Historiser et archiver les données :**
  - Historique des mesures,
  - Historique des états et alarmes des équipements, en permanence,
  - Exportation possible de la base de données sur un applicatif adapté (Excel...) pour traitement par les utilisateurs

Etude de mise en oeuvre d'un système de suivi des débits du bassin versant du Sornin	Etude SYMISOA	Page 36 sur 67
Etude du système de télésurveillance	CDC_Etude_Télégestion_SYMISOA_V5.doc	Version : 1

## Fonctionnalités du système de télésurveillance (suite)

### Description des fonctionnalités attendues (suite)

- **Administrer le système :**
  - Gestion des utilisateurs : sécurité (login, mot de passe), droits d'accès (plusieurs profils d'utilisateurs) et niveaux de service (fonctions accessibles aux utilisateurs suivant leur profil)
  - Sauvegarde et restauration des données ou de l'application
- **Communiquer avec les postes clients :** via Internet (interface Web) permettant un accès depuis un poste informatique banalisé (poste fixe dans les bureaux du SYMISOA ou d'un partenaire, depuis un PC Portable, ...).

### Recueil des informations

Le système devra pouvoir collecter toutes les informations disponibles dans les stations d'acquisition, selon des modes différents auxquels on pourra avoir recours en fonction des besoins (contexte normal, situation de crise, demande utilisateur) :

- par des **appels déclenchés à l'initiative des stations :**
  - **appels périodiques** : quotidien ou selon un pas de temps paramétrable pour transmettre régulièrement les données (toutes les xx heures ou minutes)
  - sur **dépassement de seuil d'une mesure**,
  - sur **évènement** (défaut capteur, défaut technique interne à la station, batterie en fin d'autonomie, ouverture du coffret électrique, ...),
  - ...
- par des **appels déclenchés par le système lui-même :**
  - **à la demande** : sur demande de rafraîchissement des données d'un utilisateur consultant la supervision,
  - **périodiquement suivant un rythme choisi**, qui pourra être modifié dynamiquement par le système selon le contexte (réception d'une pré-alerte émise par une station)

Les données des stations d'acquisition seront à déversées dans une base de données relationnelle supportée par le système hébergé.

Etude de mise en oeuvre d'un système de suivi des débits du bassin versant du Sornin	Etude SYMISOA	Page 37 sur 67
Etude du système de télésurveillance	CDC_Etude_Télégestion_SYMISOA_V5.doc	Version : 1

## Fonctionnalités du système de télésurveillance (suite)

### Description des fonctionnalités attendues (suite)

- Traitement des informations** Les informations collectées seront mises en forme puis mises à disposition, via Internet :
- pour le suivi du réseau hydrométrique et des dysfonctionnements éventuels des équipements :
    - **pour l'exploitation et le suivi des mesures collectées (niveau d'eau et débit)** avec des synoptiques, des courbes de tendances, ...,
    - pour l'exploitation et le suivi des alarmes techniques par le prestataire, pour ses interventions de maintenance préventive et curative
  - pour le **suivi à plus long terme** et les analyses avec des tableaux et bilans imprimables et exportables... afin de disposer des données nécessaires pour :
    - **l'analyse d'un événement ou d'une tendance sur une période paramétrable,**
    - la **maintenance** des installations

L'interface graphique de type Web accessible via Internet comprendra à minima :

- Un **synoptique global** avec les informations principales : un tel synoptique pourra par exemple représenter une vue cartographique des sites de mesure du SYMISOA faisant figurer l'implantation des différentes stations avec les dernières mesures acquises et un état de synthèse (Ok / En défaut), et permettant de lancer d'éventuelles commandes de rafraîchissement des données ou de modifier le mode de collecte des données (normal, crise, ...),
- Un **synoptique détaillé** de chaque site avec toutes les informations utiles : mesure (à l'instant t ou dernière valeur acquise), photo du site, alarmes techniques ou "terrain" (effraction, dépassement de seuil, ...),
- Une vue "**courbes**" permettant de visualiser l'évolution des différentes mesures sur une période paramétrable : dernières 24 heures, semaine écoulée, mois, ...
- Une vue "**Alarmes**" permettant de visualiser les alarmes en cours,
- Une vue "**Historique**",
- Une vue "**bilans**", permettant une visualisation des données, globale ou par site de mesure, sur une période paramétrable (journalière, hebdomadaire, mensuelle, annuelle, ...), sous formes de courbes, graphiques ou tableaux de valeurs. Les bilans visualisés seront exportables sous un outil bureautique standard pour une exploitation par le SYMISOA.

Etude de mise en oeuvre d'un système de suivi des débits du bassin versant du Sornin	Etude SYMISOA	Page 38 sur 67
Etude du système de télésurveillance	CDC_Etude_Télégestion_SYMISOA_V5.doc	Version : 1

## Fonctionnalités du système de télésurveillance (suite)

### Description des fonctionnalités attendues (suite)

**Sauvegarde et archivage des données** Une base de données de type relationnelle ouverte (type SQL, ...) permettra la saisie et la consultation des données archivées, ainsi que la création et l'édition de bilans à partir des données collectées.

Cette base de données relationnelle permettra :

- la consolidation des données collectées : cumuls, calculs, agrégations et corrélation de données, et élaboration de tableaux et de bilans. Ces bilans qui pourront être journaliers, mensuels et annuels (mesures, états, alarme, ...) pourront combiner différents modes de visualisation des données et informations traitées : texte, tableaux de valeurs, courbes, histogrammes, ...,
- la consultation des données par le SYMISOA et les éventuels autres ayant droits (partenaires, collectivités et organismes, ...), via des requêtes paramétrables : sélection de la période, des données souhaitées, recherche des alarmes et données brutes suivant le site, les instants (date et heure, ...), ...,
- l'extraction et la présentation des données sous différentes formes : tableaux de valeurs, courbes, histogrammes, ...
- l'export des données sous un logiciel bureautique standard type Excel,
- l'import manuel dans la base de données d'informations extérieures au réseau de suivi du SYMISOA (notamment les données en provenance de la station DIREN) selon un format compatible avec un logiciel bureautique standard type Excel (formats csv ou XML par exemple)

L'architecture matérielle et logicielle sécurisée du système (redondances, répliquions, ...) et le module de sauvegarde et d'archivage de données du système permettront d'effectuer des sauvegardes journalières avec conservation des données durant plusieurs années.

Les données sauvegardées seront la propriété exclusive du SYMISOA et pourront être exportées à tout moment.

Etude de mise en oeuvre d'un système de suivi des débits du bassin versant du Sornin	Etude SYMISOA	Page 39 sur 67
Etude du système de télésurveillance	CDC_Etude_Télégestion_SYMISOA_V5.doc	Version : 1

## Exigences et caractéristiques techniques des matériels

### Normes, documents et textes réglementaires à respecter

De façon générale, toutes les normes françaises et européennes sont applicables au présent marché (normes AFNOR, UTE, ETSI, ITU CEI).

Sauf dispositions contraires, les appareils et installations doivent répondre aux prescriptions des normes et règlements français et européens officiels en vigueur au moment de la réalisation des travaux, et en particulier :

- Les normes applicables à la sécurité électrique : EN 60 950, NF C 15100, Recommandation UTE 15443, ...,
- Normes CEM : les matériels seront conformes à la directive européenne 89-339, aux normes NF EN 61000-6-2 et NF EN 61000-6-4 pour l'immunité et les émissions des matériels en environnement industriel, ...

Pour tout ce qui n'est pas contraire aux prescriptions de ce document, la proposition devra également satisfaire aux textes et documents officiels en vigueur et notamment :

- Le CCAG applicable aux marchés publics de travaux,
- Le CCTG applicable aux marchés publics de travaux et aux fascicules qui le complètent,
- Le décret 65.58 du 08/01/1965 (articles IV et XII relatifs aux mesures de protection et de salubrité),
- Le décret du 14/11/1988 concernant la protection des travailleurs dans les établissements qui mettent en œuvre les courants électriques,
- Le règlement de la voirie des communes des communes concernées,
- Le décret du 26/01/1984 et la circulaire du 03/07/1994 portant sur la référence aux normes dans les marchés publics,
- ...

Etude de mise en oeuvre d'un système de suivi des débits du bassin versant du Sornin	Etude SYMISOA	Page 40 sur 67
Etude du système de télésurveillance	CDC_Etude_Télégestion_SYMISOA_V5.doc	Version : 1

## Exigences et caractéristiques techniques des matériels

(suite)

### Sites de mesure

**Coffrets électriques** Les stations seront installées dans des coffrets électriques situés en plein air, en zone inondable, ... et donc exposées aux intempéries et au vandalisme.

Par conséquent les stations et coffrets électriques devront répondre aux exigences suivantes :

- indice de protection IP68 souhaité selon la Norme NF EN 60529,
- coffret double enveloppe fermé à clé, avec enveloppe extérieure en polyester armé + fibre de verre ou en aluminium, et enveloppe intérieure métallique,
- Corps totalement fermé sans entrée de câbles et sans ouvertures,
- fonctionnement compatible avec des températures ambiantes comprises entre -20°C et +55°C et résistance à un taux d'humidité de 95%, protection contre le vandalisme : tenue aux chocs mécaniques, double enveloppe du contenant, dispositif de fermeture et serrure adaptés («clé triangle», cache serrure, absence de charnières de porte visibles, ...),
- réserve de capacité de 30% pour les coffrets (place disponible) et les stations d'acquisition / télé transmetteurs (nombre d'entrées / sorties, capacité de traitement, mémoire, ...)

Le dimensionnement sera effectué par le prestataire de manière :

- A disposer de la capacité de réserve mentionnée,
- à optimiser l'espace occupé.

**Equipement des sites** Chaque site sera équipé :

- d'un coffret électrique contenant la station d'acquisition,
- si nécessaire, d'un mât supportant les éventuels panneaux solaires, antenne GSM externe (mât pouvant accueillir à terme le pluviomètre).  
Dans un tel cas, les mâts auront les caractéristiques suivantes :
  - Mât métallique fixé dans un massif béton,
  - Mât creux permettant la descente des câbles de raccordement au coffret électrique en interne,
  - Trappe d'accès située au pied du mât.

Pour chaque site, l'entrepreneur s'engagera sur la résistance de l'installation globale au regard des conditions de vent et de neige susceptibles d'être rencontrées.

**Protection électrique** Chaque site disposera d'une terre conforme aux règlements de la sécurité électrique. Cette terre sera commune à toute l'installation. En cas de coup de foudre direct sur la structure de la station, elle réalisera également l'écoulement à la terre du courant capté. Tous les câbles provenant de l'extérieur pénétreront dans la partie technique par le même endroit. Dès la pénétration, tous les blindages seront réunis à une barre d'équipotentialité reliée à la terre.

Etude de mise en oeuvre d'un système de suivi des débits du bassin versant du Sornin	Etude SYMISOA	Page 41 sur 67
Etude du système de télésurveillance	CDC_Etude_Télégestion_SYMISOA_V5.doc	Version : 1

## Exigences et caractéristiques techniques des matériels

(suite)

### Stations d'acquisition

- Exigences générales** Les stations d'acquisition proposées par le prestataire devront permettre :
- de collecter les informations issues des capteurs installés sur les sites précédemment décrits,
  - d'alerter en cas d'incident (gestion de seuils et envoi d'alarmes),
  - d'horodater ces informations,
  - d'historiser et d'enregistrer les valeurs analogiques, sur un pas de temps programmable en prenant en compte le ratio échantillonnage / consommation énergétique pour optimiser l'autonomie de la station et la durée de vie des batteries,
  - de transmettre de manière sécurisée ces informations à un système distant (supervision hébergée)

Une station aura un conditionnement réduit permettant une implantation en dans un coffret électrique et devra pouvoir fonctionner en alimentation autonome.

Les candidats préciseront dans leurs offres techniques, explicitement :

- les technologies permettant de satisfaire aux exigences des modes d'acquisition des mesure par la station et de collecte par le système central au regard des contraintes de consommation,
- les dimensions des stations,
- les modes d'alimentation autonomes supportés par station (batterie, panneaux solaires, ...) et les durées d'autonomie en fonctionnement normal (collecte des données non intensive)

Les voies de mesures de la station peuvent être de type analogique ou numérique (TOR). Les paragraphes suivants listent les fonctions et caractéristiques minimales auxquelles doivent répondre les composantes de la station.

- Instrumentation des sites** Les hauteurs d'eau en rivière seront mesurées à l'aide de capteurs, la technologie radar (hyperfréquence) étant préconisée, permettant d'évaluer la hauteur sur une section de la rivière, y compris en crue et à l'étiage.

Les capteurs seront placés de manière appropriée (par un système de potence mobile ou tout autre système adapté) et raccordés aux éléments de l'armoire électrique (station d'acquisition,...) par un câble blindé posé sous fourreau ou sous tube de façon :

- à satisfaire aux préconisations du constructeur,
- à satisfaire aux exigences de la mesure, notamment en étiage (le capteur devra donc être positionné de manière appropriée pour la mesure en basses eaux)
- à éviter des positionnements qui pourraient générer des risques d'arrachement, d'embâcle, ...,
- à permettre un accès facilité pour la maintenance.

Etude de mise en oeuvre d'un système de suivi des débits du bassin versant du Sornin	Etude SYMISOA	Page 42 sur 67
Etude du système de télésurveillance	CDC_Etude_Télégestion_SYMISOA_V5.doc	Version : 1

## Exigences et caractéristiques techniques des matériels

(suite)

### Stations d'acquisition (suite)

**Signaux d'entrée** La station devra pouvoir gérer de base différents type de signaux avec les fonctions listées ci-après :

- Entrées signal Tout Ou Rien (ETOR) :
  - Enregistrement des données (apparition, disparition, calculs par différence, dérive, périodes, calculs entre plusieurs données...),
  - Comptage d'impulsion (en vue de l'ajout d'un pluviomètre),
  - Horodatage (sur changement d'état) et archivage local en mémoire tampon,
  - Alerte sur changement d'état.
- Entrée signal Analogique (EANA) :
  - Signaux raccordables : 0-20 mA, 4-20 mA, 0-0,5V, 0-5V.....,
  - Enregistrement des données (pas, moyenne, mini, maxi, temps de dépassement, dérive, périodes, calculs entre plusieurs données...),
  - Horodatage et archivage en local dans mémoire tampon,
  - Alerte sur dépassement de seuil (temporisation, hystérésis, répétition de l'alarme, séquence d'envoi).

La station et son logiciel de programmation doit en outre permettre la configuration et le paramétrage des entrées :

- Possibilité de définition des voies d'entrées,
- Possibilité de définition du libellé de l'entrée,
- Possibilité de définition du traitement de la donnée (mise à l'échelle, conversion, filtrage sur bande morte, ...)

En termes de volumétrie / capacité d'entrées, chaque station doit de base comporter a minima :

- 4 entrées TOR, qui seront utilisées pour signaler l'ouverture du coffret électrique contenant la station et, à terme, collecter les données en provenance d'un pluviomètre (impulsions),
- 2 entrées ANA, dont une sera utilisée pour l'acquisition de la mesure délivrée par le limnimètre (soit à minima une entrée ANA en réserve),

Etude de mise en oeuvre d'un système de suivi des débits du bassin versant du Sornin	Etude SYMISOA	Page 43 sur 67
Etude du système de télésurveillance	CDC_Etude_Télégestion_SYMISOA_V5.doc	Version : 1

## Exigences et caractéristiques techniques des matériels

(suite)

### Stations d'acquisition (suite)

**Signaux de sortie** Dans un souci d'évolutivité du système, la station devra également idéalement pouvoir gérer des types de signaux complémentaires n'ayant pas forcément d'intérêt dans l'immédiat, par adjonction par exemple de modules additionnels

- Sortie signal Tout Ou Rien (STOR) :
  - Enregistrement de l'action,
  - Horodatage (sur changement d'état) et archivage local en mémoire tampon,
  - Capacité à piloter des sorties digitales :
    - sur critère dépendant d'une autre entrée ou d'une combinaison d'entrées (TOR et/ou ANA),
    - sur critère défini en interne du système (calcul...)
    - sur commande externe éventuelle du superviseur
- Sortie signal Analogique (SANA) :
  - Définition des échelles de réglage
  - Enregistrement de l'action
  - Horodatage et archivage local en mémoire tampon
  - Possibilité de piloter des sorties analogiques :
    - Sur critère dépendant d'une autre entrée ou d'une combinaison d'entrées (TOR et/ou ANA)
    - sur critère défini en interne du système (calcul...)
    - sur commande externe éventuelle du superviseur

**Stockage en mémoire tampon** En cas de rupture de liaison télécom entre la station d'acquisition et le système central (défaillance modem, ...) empêchant le déchargement normal des données, la station doit pouvoir stocker les données de mesure dans une mémoire tampon avec **une profondeur d'archivage de deux semaines**.

**Horodatage** La station possèdera une horloge interne qui doit pouvoir être remise à l'heure via une interface locale ou par le système de supervision distant.

Entre deux mises à l'heure la dérive de l'horloge de la station ne doit pas excéder  $\pm 1$  mn par mois à 25°C avec une dérive maximale de  $\pm 4$  mn pour les températures de fonctionnement extrêmes acceptables par la station.

L'horloge interne doit être sauvegardée par une pile présentant une autonomie d'au moins 2 ans.

L'horloge interne doit gérer les changements d'heure été / hiver et les années bissextiles.

Etude de mise en oeuvre d'un système de suivi des débits du bassin versant du Sornin	Etude SYMISOA	Page 44 sur 67
Etude du système de télésurveillance	CDC_Etude_Télégestion_SYMISOA_V5.doc	Version : 1

## Exigences et caractéristiques techniques des matériels

(suite)

### Stations d'acquisition (suite)

#### **Gestion de l'énergie**

Quelle que soit la valeur de sa tension d'alimentation, la station ne doit en aucun cas transmettre ou mémoriser des informations erronées. Si la valeur de la tension d'alimentation ne permet plus d'assurer la qualité des valeurs mesurées, la station interrompt son fonctionnement.

Dès que la tension d'alimentation retrouve une valeur comprise dans la plage de fonctionnement, la station doit reprendre son activité de façon automatique :

- sans perdre les informations déjà mémorisées,
- à partir des paramètres mémorisés antérieurement à l'événement ayant provoqué l'interruption du fonctionnement de la station.

**Dans le cas du choix d'une solution basée sur des stations autonomes en énergie (non raccordées au réseau EDF), la consommation électrique et l'autonomie des sites seront des critères d'évaluation technique importants :** le fonctionnement d'une station devra être conçu de manière à ce que la consommation électrique soit optimisée pour :

- la gestion des transmissions : gestion de l'endormissement et/ou de l'alimentation du modem, mise en veille de l'ensemble dès la fin de la communication distante, ...
- la gestion des entrées / sorties : gestion optimisée lors de la scrutation des capteurs pour garantir à la fois un temps d'activation suffisant pour garantir la fiabilité de la mesure et une consommation électrique réduite, temps d'activation des capteurs paramétrable, ...,
- proposer la meilleure autonomie possible et limiter la fréquence de remplacement des batteries dans le cas de sites alimentés via des batteries longue durée (et donc les coûts d'exploitation / maintenance).

Dans son offre technique, le candidat devra préciser explicitement les possibilités et paramètres liés au matériel proposé pour une gestion optimale de la consommation électrique, et notamment :

- la gestion de mise sous tension / mise en veille des capteurs et moyens de transmission notamment lors des cycles de mesures et des phases de communication à distance,
- la gestion (activation / désactivation) et les conditions d'utilisation des interfaces locales : éventuelle interface de visualisation locale (afficheur en face avant), interface pour une connexion locale (série, IP, ...) à l'aide d'un PC Portable de maintenance,
- le niveau de consommation électrique et l'autonomie estimée pour une station en mode de fonctionnement normal.

Dans le cas du recours à des panneaux solaires pour alimenter la station, ceux-ci devront être :

- inclinés pour limiter les risques de dépôt de neige,
- disposés sur mât et protégés contre le vandalisme / le vol.

Etude de mise en oeuvre d'un système de suivi des débits du bassin versant du Sornin	Etude SYMISOA	Page 45 sur 67
Etude du système de télésurveillance	CDC_Etude_Télégestion_SYMISOA_V5.doc	Version : 1

## Exigences et caractéristiques techniques des matériels

(suite)

### Stations d'acquisition (suite)

**Auto surveillance** Le bon fonctionnement logiciel de la station sera surveillé par un dispositif de type chien de garde, dont le déclenchement aura un effet paramétrable : déclenchement d'une alarme, passage en "STOP" et réinitialisation de la station, ...

Le fonctionnement matériel de la station et des éléments associés (capteurs, batterie) sera surveillé : défaut d'alimentation, batterie basse, effraction, panne carte (ou sous ensemble), défaut ou panne capteur (exemples : dépassements de plage de mesure, ruptures de fil capteur...), modification paramétrage station,...

Si la station est constitué de différents modules (carte d'alimentation, unité centrale, cartes d'entrées / sorties, carte / modem de communication, ...), des fonctions de diagnostic doivent permettre d'identifier précisément le défaut d'un module ou d'une voie d'E/S (indication de la carte ou de la voie en défaut).

En cas de détection par la station d'une situation "anormale" (défaillance d'un élément matériel, niveau des batteries ou perte d'alimentation, ouverture du coffret électrique, ...) celle-ci sera capable d'émettre de sa propre initiative un appel vers le système central afin de lui signifier le problème.

Pour vérifier le bon maintien opérationnel des liaisons de communication, la station sera en mesure d'effectuer au moins un appel quotidien vers le système de supervision distant (ou inversement).

**Contrôle des accès  
aux données et  
programme** La station doit présenter au minimum deux niveaux d'accès hiérarchiques :

- lecture des fichiers de données, lecture des paramètres de la station,
- modification des paramètres de la station et fonctionnalités de base

L'accès aux deux niveaux sera contrôlé par mot de passe (en fonction des types d'accès).

La priorité d'accès est toujours donnée aux accès de collecte et une interrogation de collecte (ou tout autre type d'accès) ne doit pas influencer sur le respect des temps d'acquisition et de traitements des mesures par la station. Le délai maximal de réponse à une interrogation de collecte est de 1 seconde.

Etude de mise en oeuvre d'un système de suivi des débits du bassin versant du Sornin	Etude SYMISOA	Page 46 sur 67
Etude du système de télésurveillance	CDC_Etude_Télégestion_SYMISOA_V5.doc	Version : 1

## Exigences et caractéristiques techniques des matériels

(suite)

### Stations d'acquisition (suite)

**Acquisition et transfert des données** La station sera adaptée à un mode d'acquisition et de transfert des mesures compatibles avec les besoins du SYMISOA.

Il est demandé que la station puisse fonctionner selon les modes suivants :

- **en période normale** (hors "situation de crise"), la période d'acquisition en local des mesures sera **de l'ordre de 10 minutes** et la période de collecte des informations par le système central fixé à un **pas de temps journalier**. Dans ce mode de fonctionnement, sauf défaut technique ou événement détecté par la station qui provoque l'appel de la station vers le système central, c'est ce dernier qui appelle périodiquement la station,
- **en période sensible** (épisode pluvieux), la station pourra déterminer par élévation du niveau du cours d'eau (dépassement d'un seuil d'alerte paramétrable) qu'un premier seuil de vigilance est atteint nécessitant de rapatrier plus fréquemment les données. Pour ce faire, elle sera capable d'alerter le système central par émission d'une alerte à son initiative. Cette alerte provoquera en retour une accélération de la fréquence de collecte des données de la station par le système, correspondant la fréquence paramétrable définie pour le **niveau pré-alerte**,
- **en période de crise**, il sera possible, via une action depuis l'IHM du système central (commande utilisateur possédant les droits requis), de déclencher un mode de rafraîchissement des données intensif sur les stations (une, plusieurs ou toutes) selon la fréquence correspondante paramétrée dans le système (pouvant descendre jusqu'à 5mn).

En mode d'acquisition de mesure et de collecte non intensive, la station sera optimisée pour un mode de fonctionnement économique (gestion intelligente des niveaux d'écoute, du réveil / mise en veille du modem, ...).

**Communications** Le protocole de communication entre une station et le système de supervision distant intégrera à minima les fonctionnalités suivantes :

- Transfert de fichiers de données via GSM Data ou GPRS,
- Interrogation sur l'horodatage et les paramètres de constitution de collecte,
- Mise à l'heure de la station via liaison distante,
- Envoi et acquittement d'une alarme,

Dans tous les cas de figure, le temps de transmission des données doit être inférieur à la minute.

Etude de mise en oeuvre d'un système de suivi des débits du bassin versant du Sornin	Etude SYMISOA	Page 47 sur 67
Etude du système de télésurveillance	CDC_Etude_Télégestion_SYMISOA_V5.doc	Version : 1

## Exigences et caractéristiques techniques des matériels

(suite)

### Stations d'acquisition (suite)

**Paramétrage - possibilités** L'ensemble des paramètres de la station est consultable et modifiable en connexion locale et à distance.

La station doit permettre, au minimum le paramétrage suivant :

- **Identification de la station** : nom, code hydrologique, adresse au sens du protocole de communication, ...
- **Mise à l'heure de la station** (via interface locale série ou IP, ou à distance par le système distant),
- **Entrées logiques** :
  - désignation de l'entrée et voie associée
  - stockage en fichier glissant et mémoire de masse
- **Entrées analogiques** :
  - désignation de la voie de mesure
  - stockage en fichier glissant et mémoire de masse - choix du mode de stockage (période ou compression de données)
  - mise à l'échelle, calage et unité de la mesure
  - moyenne glissante
- **Seuils** :
  - désignation du seuil et choix du type (haut, bas, ...)
  - valeur du seuil et hystérésis
  - stockage en fichier glissant et mémoire de masse
- **Alarmes** :
  - désignation de l'alarme
  - voie(s) associée(s) (plusieurs voies ou informations pouvant être éventuellement combinées)
  - déclenchement sur changement d'état
  - liste des destinataires.
- **Périodes et modes** (périodique, à la demande, sur événement, ...) **d'acquisition et de transmission des données.**
- **Calcul : loi de calcul débit = f (niveau d'eau),**
- **Liste des destinataires et communications** :
  - Désignation et numéro du (des) destinataire(s),
  - Heures et nombres d'envois paramétrables, y compris à distance
  - Paramétrage d'appels d'astreinte en cas d'alerte avec différents numéros et plages horaires.

Etude de mise en oeuvre d'un système de suivi des débits du bassin versant du Sornin	Etude SYMISOA	Page 48 sur 67
Etude du système de télésurveillance	CDC_Etude_Télégestion_SYMISOA_V5.doc	Version : 1

## Exigences vis-à-vis du prestataire

### Prestations attendues

Il s'agit d'une prestation de service de **télesurveillance hébergée** comprenant l'ensemble des prestations nécessaires à la réalisation et l'exploitation / maintenance du système pour le compte du SYMISOA **pendant une durée de 5 ans** (1an + 4 ans renouvelables chaque année) :

- Les études, la conception détaillée, le développement, le paramétrage des stations et du système central,
- la fourniture des matériels : capteurs, coffrets et accessoires (câbles, borniers, disjoncteurs, ...), stations d'acquisition (télé transmetteurs, modems, ...), et des logiciels, et la réalisation des différents éléments (instrumentation, coffrets électriques et supports, ...) constituant les stations d'acquisition,
- leur installation sur site, et leur mise en service avec le système hébergé,
- la fourniture de toute la documentation afférente (études, spécifications fonctionnelles et techniques, manuels utilisateur, schémas électriques, plans d'implantation, ...),
- la formation des futurs utilisateurs à l'utilisation du système,
- la sécurisation et la sauvegarde des données du système,
- le suivi des communications et du fonctionnement des traitements offerts par ce service pour le compte du SYMISOA : maintenance préventive et curative sur une durée de 5 ans.

Etude de mise en oeuvre d'un système de suivi des débits du bassin versant du Sornin	Etude SYMISOA	Page 49 sur 67
Etude du système de télesurveillance	CDC_Etude_Télégestion_SYMISOA_V5.doc	Version : 1

## Exigences vis-à-vis du prestataire (suite)

### Exigences

Les exigences demandées au prestataire concernent les aspects suivants :

**Système** Les exigences vis-à-vis du système comprennent :

- **L'environnement** du système :
  - **Locaux** où sera hébergé le système (salle informatique) : présence d'un système de climatisation (contrôle de la température et de l'humidité), de protection anti-incendie, de contrôle d'accès...
  - **Energie** : présence d'une alimentation secourue de l'ensemble du système avec une autonomie sur onduleur de plusieurs heures.
- **Le système** en lui-même :
  - **Logiciels** : les systèmes informatiques doivent être dédiés à l'application (limitation des logiciels installés aux seules fonctionnalités du système) avec une gestion des accès à ces systèmes (authentification...)...
  - **Matériels** : l'architecture matérielle supportant le service doit permettre une disponibilité permanente du service et le maintien de la sécurité et de l'intégrité des données,
- **L'évolutivité du système** : La supervision doit pouvoir s'adapter aux **évolutions du réseau hydrométrique** :
  - **un site** doit pouvoir être facilement rajouté,
  - **une mesure (un capteur)** doit pouvoir être facilement rajoutée aux mesures déjà suivies pour un site, grâce aux capacités de réserve disponible sur les stations,
  - les **modifications de paramétrage** des stations telles que les pas de temps d'acquisition, les seuils et la fréquence de déchargement des données doivent pouvoir être prises en compte facilement,
  - les **courbes, tableaux et bilans** doivent pouvoir être complétés et modifiés, afin d'affiner les outils de suivi.

Etude de mise en oeuvre d'un système de suivi des débits du bassin versant du Sornin	Etude SYMISOA	Page 50 sur 67
Etude du système de télésurveillance	CDC_Etude_Télégestion_SYMISOA_V5.doc	Version : 1

## Exigences vis-à-vis du prestataire (suite)

### Exigences (suite)

Ce système sera composé de différents sous-systèmes permettant d'assurer les fonctions requises : **frontal de communication pour l'interface avec les stations de mesure et le recueil des données**, d'un **superviseur pour l'affichage des données suivies** et d'une **base de données** permettant la mise en forme et l'exploitation des données collectées par le syndicat (ainsi que le suivi du fonctionnement et la gestion à moyen et long terme des installations par le prestataire).

Le **frontal de communication** doit être **multi-modes de communication** (RTC, xDSL, GSM/GPRS, ...) et **multi-protocoles**, afin de permettre une évolutivité du système dans le temps (ajout de nouveaux sites dont les matériels ou les moyens / médias de communication pourront être différents de ceux installés dans le cadre du présent marché, évolution des sites existants, ...).

L'**interface graphique** sera de type **Web** via une connexion Internet.

Le système devra bénéficier de toutes les sécurités nécessaires et les **données**, propriété du SYMISOA, seront **constamment exportables**.

**Communications** Le système devra pouvoir permettre à un utilisateur de se connecter à tout moment et pouvoir supporter plusieurs connexions simultanées par des utilisateurs différents sans dégradation de ses performances (temps de réponse, rafraîchissement des données, ...).

L'accès au système et aux données sera sécurisé par des mécanismes adaptés : firewall avec DMZ pour le serveur Web, vérification périodique du journal des connexions entrantes par un administrateur, ...,

**Niveau de service** Le système réalisé et les prestations de maintenance doivent permettre d'offrir un niveau de service compatible avec les attentes du syndicat : le candidat devra décrire dans son mémoire technique :

- Les mécanismes de redondance et de sécurisation du système,
- Le taux de disponibilité de son système et le niveau de service offert,
- L'organisation et les opérations de maintenance préventive proposées sur le système,
- Les moyens humains et matériels proposés pour la maintenance curative et les délais d'intervention en cas de panne.

Etude de mise en oeuvre d'un système de suivi des débits du bassin versant du Sornin	Etude SYMISOA	Page 51 sur 67
Etude du système de télésurveillance	CDC_Etude_Télégestion_SYMISOA_V5.doc	Version : 1

## Exigences vis-à-vis du prestataire (suite)

### Réponse du prestataire

Les entreprises qui répondront à l'appel d'offre correspondant devront fournir dans leur mémoire technique :

- **Une description des prestations fournies :**
  - Etudes,
  - Réalisation, Tests et essais,
  - Installation et mise en service sur le terrain,
  - Documentation fournie,
  - Formation et support,
  - Assurance qualité,
  - Maintenance préventive et curative,
  - Délais d'intervention et de réparation en cas de panne,
- **une description matérielle et logicielle de leurs solution de télégestion**, (matériels et logiciels proposés, évolutivité, simplicité d'utilisation, ...)
- **la description des services et niveaux de qualité fournis** par leur solution en termes:
  - de modalités d'accès et de consultation,
  - de mise à disposition et de sécurisation des données,
  - d'import / export des données hydrologiques,
  - de disponibilité, évolutivité, ... de la solution,
  - de souplesse d'utilisation et de paramétrage,
  - de limites d'utilisation et d'évolution du système,
  - ...

L'offre financière des candidats sera basée sur le détail quantitatif estimatif fourni.

Etude de mise en oeuvre d'un système de suivi des débits du bassin versant du Sornin	Etude SYMISOA	Page 52 sur 67
Etude du système de télésurveillance	CDC_Etude_Télégestion_SYMISOA_V5.doc	Version : 1

# Estimation des coûts de la mission topographique

Ce devis devra être précisé par une consultation des cabinets de géomètres afin d'obtenir une précision plus fine de la prestation attendue

N°	Désignation	Qté	PU €HT	Prix Total € HT
<b>1</b>	<b>Profil en travers</b>			
1.1	<b>Profils en travers</b> avec rattachement en Lambert II Carto (X,Y) et en NGF (IGN 69) en Z Précision X, Y = Décimétrique Précision en Z = Centimétrique	19	120	2 280,00 €
1.2	<b>Rendu</b> : version numérique 3D, autocad, 3D et Arcview Plan de situation Fiche numérique ASCII Cahier de dessin des profils en travers	-	€	570,00 €
	<b>Total prestation 1 (€HT)</b>			<b>2 850,00 €</b>
<b>2</b>	<b>Profil en travers Ouvrage</b>			
2.1	Profils en travers avec rattachement en Lambert II Carto (X,Y) et en NGF (IGN 69) en Z Précision X,Y = Décimétrique Précision en Z = Centimétrique Dimension des sections Calage des radiers Section hydraulique	3	160,00 €	480,00 €
2.2	<b>Rendu</b> : version numérique 3D, autocad, 3D et Arcview Plan de situation Fiche numérique ASCII Cahier de dessin des profils en travers	-		120,00 €
	<b>Total prestation 2 (€HT)</b>			<b>600,00 €</b>
<b>3</b>	<b>Profil en long de Idigue</b>			
3.1	Profils en long avec rattachement en Lambert II Carto (X,Y) et en NGF (IGN 69) en Z Précision X,Y = Décimétrique Précision en Z = Centimétrique <b>1 point tous les 5m</b>	15	20 €	300,00 €
3.2	<b>Rendu</b> : version numérique 3D, autocad, 3D et Arcview Plan de situation Fiche numérique ASCII Cahier de dessin des profils en travers	-		75,00 €
	<b>Total prestation 3 (€HT)</b>			<b>375,00 €</b>
	<b>Total Prestations (€HT)</b>			<b>3 825,00 €</b>
	TVA 19,6 %			749,70 €
	<b>Total des prestations topographiques (estimation) (€TTC)</b>			<b>4 574, 70 €</b>

# Estimation des coûts d'investissement et de maintenance du système

## Scénario 1 : solution basée sur stations autonomes et sondes piézométriques

N°	Désignation	Qté	PU €HT	Prix Total € HT
<b>Fournitures</b>				
1	Station d'acquisition complète (incluant coffret, câblage et filerie, batterie, borniers, antenne, ...)	3	2 300,00 €	6 900,00 €
2	Instrumentation d'une station (limnimètre) incluant capteur niveau type sonde piézométrique, câblage, ...	3	600,00 €	1 800,00 €
3	Pluviomètre délivrant impulsion pour comptage par la station avec accessoires		1 200,00 €	0,00 €
4	Lot de maintenance : 1 station + 1 capteur de niveau	1	2 900,00 €	2 900,00 €
5	Logiciels et licences	1	1 500,00 €	1 500,00 €
<b>Total Fournitures (€HT)</b>				<b>13 100,00 €</b>
<b>Prestations</b>				
10	Etudes et gestion de projet	1	5 000,00 €	5 000,00 €
11	Développement et paramétrage pour une station	3	550,00 €	1 650,00 €
12	Développement et paramétrage du système de télésurveillance	1	3 250,00 €	3 250,00 €
13	Réalisation d'une station (montage, câblage, ...)	3	400,00 €	1 200,00 €
14	Essais usine de l'ensemble	1	1 500,00 €	1 500,00 €
15	Installation et mise en service d'une station (génie civil, pose, raccordement, ...)	3	2 875,00 €	8 625,00 €
16	Installation et mise en service du pluviomètre automatique (pose, raccordement, ...)		1 000,00 €	0,00 €
17	Essais d'ensemble	1	1 750,00 €	1 750,00 €
18	Formation des utilisateurs (incluant documentation et supports de formation, organisation et déroulement des sessions, ...)	1	1 350,00 €	1 350,00 €
19	Documentation de projet (spécifications fonctionnelles et techniques, schémas, plans, CR de réunion, ...)	1	1 100,00 €	1 100,00 €
20	Coûts d'exploitation et d'hébergement annuel du service (incluant abonnements des sites au service hébergé, abonnement télécoms des sites, coûts moyen des communications pour les sites - utilisation du système central)	1	3 500,00 €	3 500,00 €
<b>Total Prestations (€HT)</b>				<b>28 925,00 €</b>
<b>Total Investissement 1ère année (€HT)</b>				<b>42 025,00 €</b>
TVA 19,6 %				8 236,90 €
<b>Total Investissement 1ère année (€TTC)</b>				<b>50 261,90 €</b>

## Scénario 2 – solution basée sur des stations autonomes avec panneaux solaire et capteurs de niveau type radar hyperfréquence

N°	Désignation	Qté	PU €HT	Prix Total €HT
<b>Fournitures</b>				
1	Station d'acquisition complète (incluant coffret, câblage et filerie, batterie, borniers, antenne, ...)	3	2 300,00 €	6 900,00 €
2	Instrumentation d'une station incluant capteur niveau radar et accessoires	3	2 000,00 €	6 000,00 €
3	Pluviomètre délivrant impulsion pour comptage par la station avec accessoires		1 200,00 €	0,00 €
4	Panneau(x) solaire(s) par site incluant support mât	3	1 500,00 €	4 500,00 €
5	Lot de maintenance : 1 station + 1 limnimètre + 1 panneau solaire	1	5 800,00 €	5 800,00 €
6	Logiciels et licences	1	1 500,00 €	1 500,00 €
<b>Total Fournitures (€HT)</b>				<b>24 700,00 €</b>
<b>Prestations</b>				
10	Etudes et gestion de projet	1	5 500,00 €	5 500,00 €
11	Développement et paramétrage pour une station	3	550,00 €	1 650,00 €
12	Développement et paramétrage du système de télésurveillance	1	3 250,00 €	3 250,00 €
13	Réalisation d'une station (montage, câblage, ...)	3	400,00 €	1 200,00 €
14	Essais usine de l'ensemble	1	1 600,00 €	1 600,00 €
15	Installation et mise en service d'une station (génie civil, pose, raccordement, ...)	3	3 825,00 €	11 475,00 €
16	Installation et mise en service d'un pluviomètre automatique (pose, raccordement, ...)		1 000,00 €	0,00 €
17	Essais d'ensemble	1	1 750,00 €	1 750,00 €
18	Formation des utilisateurs (incluant documentation et supports de formation, organisation et déroulement des sessions, ...)	1	1 350,00 €	1 350,00 €
19	Documentation de projet (spécifications fonctionnelles et techniques, schémas, plans, CR de réunion, ...)	1	1 100,00 €	1 100,00 €
20	Coûts d'exploitation et d'hébergement annuel du service (incluant abonnements des sites au service hébergé, abonnement télécoms des sites, coûts moyen des communications pour les sites - utilisation du système central)	1	3 500,00 €	3 500,00 €
<b>Total Prestations (€HT)</b>				<b>32 375,00 €</b>
<b>Total Investissement 1ère année (€HT)</b>				<b>57 075,00 €</b>
TVA 19,6 %				11 186,70 €
<b>Total Investissement 1ère année (€TTC)</b>				<b>68 261,70 €</b>

## Scénario 3 – solution basée sur des stations alimentées via le réseau EDF et capteurs de niveau type radar hyperfréquence

N°	Désignation	Qté	PU €HT	Prix Total €HT
<b>Fournitures</b>				
1	Station d'acquisition complète (incluant coffret, câblage et filerie, batterie, borniers, antenne, alimentation 12V/230V, ...)	3	2 300,00 €	6 900,00 €
2	Instrumentation d'une station incluant capteur niveau radar et accessoires	3	2 000,00 €	6 000,00 €
3	Pluviomètre délivrant impulsion pour comptage par la station avec accessoires		1 200,00 €	0,00 €
4	Lot de maintenance : 1 station + 1 limnimètre	1	4 150,00 €	4 150,00 €
5	Logiciels et licences	1	1 500,00 €	1 500,00 €
<b>Total Fournitures (€HT)</b>				<b>18 550,00 €</b>
<b>Prestations</b>				
10	Etudes et gestion de projet	1	5 500,00 €	5 500,00 €
11	Développement et paramétrage pour une station	3	400,00 €	1 200,00 €
12	Développement et paramétrage du système de télésurveillance	1	3 250,00 €	3 250,00 €
13	Réalisation d'une station (montage, câblage, ...)	3	400,00 €	1 200,00 €
14	Essais usine de l'ensemble	1	1 600,00 €	1 600,00 €
15	Installation et mise en service station site N°5 (génie civil, pose, raccordement, ...)	1	4 875,00 €	4 875,00 €
	Installation et mise en service station site N°17 (génie civil, pose, raccordement, ...)	1	3 075,00 €	3 075,00 €
	Installation et mise en service station site N°20 (génie civil, pose, raccordement, ...)	1	7 125,00 €	7 125,00 €
16	Installation et mise en service du pluviomètre automatique (pose, raccordement, ...)		1 000,00 €	0,00 €
17	Essais d'ensemble	1	1 750,00 €	1 750,00 €
18	Formation des utilisateurs (incluant documentation et supports de formation, organisation et déroulement des sessions, ...)	1	1 350,00 €	1 350,00 €
19	Documentation de projet (spécifications fonctionnelles et techniques, schémas, plans, CR de réunion, ...)	1	1 100,00 €	1 100,00 €
20	Coûts d'exploitation et d'hébergement annuel du service (incluant abonnements des sites au service hébergé, abonnement télécoms des sites, coûts moyen des communications pour les sites - utilisation du système central)	1	3 500,00 €	3 500,00 €
<b>Total Prestations (€HT)</b>				<b>35 525,00 €</b>
<b>Total Investissement 1ère année (€HT)</b>				<b>54 075,00 €</b>
TVA 19,6 %				10 598,70 €
<b>Total Investissement 1ère année (€TTC)</b>				<b>64 673,70 €</b>

## Scénario 4 – solution basée sur des stations alimentées via le réseau EDF et sondes piézométriques

N°	Désignation	Qté	PU €HT	Prix Total €HT
<b>Fournitures</b>				
1	Station d'acquisition complète (incluant coffret, câblage et filerie, batterie, borniers, antenne, alimentation 12V/230V, ...)	3	2 300,00 €	6 900,00 €
2	Instrumentation d'une station incluant capteur niveau radar et accessoires	3	600,00 €	6 000,00 €
3	Pluviomètre délivrant impulsion pour comptage par la station avec accessoires		1 200,00 €	0,00 €
4	Lot de maintenance : 1 station + 1 limnimètre	1	2 900,00 €	4 150,00 €
5	Logiciels et licences	1	1 500,00 €	1 500,00 €
<b>Total Fournitures (€HT)</b>				<b>13 100,00 €</b>
<b>Prestations</b>				
10	Études et gestion de projet	1	5 500,00 €	5 500,00 €
11	Développement et paramétrage pour une station	3	400,00 €	1 200,00 €
12	Développement et paramétrage du système de télésurveillance	1	3 250,00 €	3 250,00 €
13	Réalisation d'une station (montage, câblage, ...)	3	400,00 €	1 200,00 €
14	Essais usine de l'ensemble	1	1 500,00 €	1 600,00 €
15	Installation et mise en service station site N°5 (génie civil, pose, raccordement, ...)	1	3 875,00 €	4 875,00 €
	Installation et mise en service station site N°17 (génie civil, pose, raccordement, ...)	1	2 075,00 €	3 075,00 €
	Installation et mise en service station site N°20 (génie civil, pose, raccordement, ...)	1	6 125,00 €	7 125,00 €
16	Installation et mise en service du pluviomètre automatique (pose, raccordement, ...)		1 000,00 €	0,00 €
17	Essais d'ensemble	1	1 750,00 €	1 750,00 €
18	Formation des utilisateurs (incluant documentation et supports de formation, organisation et déroulement des sessions, ...)	1	1 350,00 €	1 350,00 €
19	Documentation de projet (spécifications fonctionnelles et techniques, schémas, plans, CR de réunion, ...)	1	1 100,00 €	1 100,00 €
20	Coûts d'exploitation et d'hébergement annuel du service (incluant abonnements des sites au service hébergé, abonnement télécoms des sites, coûts moyen des communications pour les sites - utilisation du système central)	1	3 500,00 €	3 500,00 €
<b>Total Prestations (€HT)</b>				<b>32 425,00 €</b>
<b>Total Investissement 1ère année (€HT)</b>				<b>45 525,00 €</b>
TVA 19,6 %				8 922,90 €
<b>Total Investissement 1ère année (€TTC)</b>				<b>54 427,90 €</b>

## Coûts d'exploitation du service et de maintenance du système (capteurs, stations de mesure et système informatique)

N°	Désignation	Qté	PU €HT	Prix Total €HT
	<b>Hébergement, Exploitation et maintenance annuelles du système</b>			
30	Coûts d'exploitation et d'hébergement annuel du service (incluant abonnements des sites au service hébergé, abonnement télécoms des sites, coûts moyen des communications pour les sites - utilisation du système central)	1	3 500,00 €	3 500,00 €
31	Coût annuel de maintenance préventive et curative (capteurs, stations et système central)	1	4 500,00 €	4 500,00 €
<b>Total Coût d'exploitation et de maintenance annuel (€HT)</b>				<b>8 000,00 €</b>
TVA 19,6 %				1 568,00 €
<b>Total Coût d'exploitation et de maintenance annuel (€TTC)</b>				<b>9 568,00 €</b>

## Récapitulatif des coûts prévisionnels sur 5 ans

	Scénario 1 - stations autonomes et sondes piézométriques	Scénario 2 - stations autonomes avec panneaux solaires et capteurs radar	Scénario 3 - stations alimentées par EDF et capteurs radar	Scénario 3 - stations alimentées par EDF et sondes piézométriques
Fournitures	13 100,00 €	24 700,00 €	18 550,00 €	13 100,00 €
Prestations	28 925,00 €	32 375,00 €	35 525,00 €	32 425,00 €
Topo des 3 sites	3 825,00 €	3 825,00 €	3 825,00 €	3 825,00 €
3 courbes de tarage	4 500,00 €	4 500,00 €	4 500,00 €	4 500,00 €
<b>Total coûts d'investissement 1ère année (€HT)</b>	<b>50 350,00 €</b>	<b>65 400,00 €</b>	<b>62 400,00 €</b>	<b>53 850,00 €</b>
Aléas et divers (15%)	9868.60 €	12818.40 €	12230.40 €	10554.60 €
<b>Coûts d'investissement 1ère année (€HT)</b>	<b>60 218.60 €</b>	<b>78 218.40 €</b>	<b>74 630.40 €</b>	<b>64 404.60 €</b>

	<b>Scénario 1 - stations autonomes et sondes piézométriques</b>	<b>Scénario 2 - stations autonomes avec panneaux solaires et capteurs radar</b>	<b>Scénario 3 - stations alimentées par EDF et capteurs radar</b>	<b>Scénario 4 - stations alimentées par EDF et sondes piézométriques</b>
Total coûts d'exploitation et de maintenance annuels (€ HT)	8 000,00 €	8 000,00 €	8 000,00 €	8 000,00 €
Aléas et divers (15%)	1 200 €	1 200 €	1 200 €	1 200 €
<b>Coûts d'exploitation et de maintenance annuels (€ HT)</b>	<b>9 200 €</b>	<b>9 200 €</b>	<b>9 200 €</b>	<b>9 200 €</b>
Total coûts d'investissement, d'exploitation et de maintenance sur 5 ans (€ HT)	74 025,00 €	89 075,00 €	86 075,00 €	63 050,00 €
Aléas et divers (15%)	11 103,75 €	13 361,25 €	12 911,25 €	9 457,50 €
<b>Coûts d'investissement, d'exploitation et de maintenance sur 5 ans (€ HT)</b>	<b>85 128,75 €</b>	<b>102 436,25 €</b>	<b>98 986,25 €</b>	<b>72 507,50 €</b>
<b>OPTIONS</b>				
<b>OPTION 1</b> 11 échelles + courbes de tarage (topo incluses)	32000 €	32000 €	32000 €	32000 €
<b>OPTION 2</b> Matériel de jaugeage	10 000 €	10 000 €	10 000 €	10 000 €

# Campagne de jaugeages

## Réponse du prestataire

Il s'agira de réaliser des jaugeages sur 7 sites répartis sur les bassins versants amont pour en définir :

- Soit le débit instantané d'un cours d'eau sans nécessité de construction d'une relation hauteur/débit,
- Soit la construction d'une relation hauteur/débit qui permettra, une fois cette dernière établie, de connaître le débit du cours d'eau sur une simple relève du niveau d'eau dans la section de mesure (sur une échelle limnigraphique fixe).

## Réponse du prestataire

Le choix des sites de mesure doit être guidé par les impératifs suivants :

- Facilité d'accès au site (route)
- Facilité d'accès à la section de jaugeage (éviter les sites nécessitant un bateau)
- Pérennité de la section (la section ne doit pas varier dans le temps)
- Facilité pour poser une échelle limnigraphique à poste fixe (pont,...)
- Homogénéité de l'écoulement (pas de singularité hydraulique ou de contrainte aval)
- Ecoulement laminaire (éviter les sites où l'écoulement est torrentiel)
- Stabilité du débit (pas d'ouvrage de rétention en amont)

## Réponse du prestataire

Pour obtenir une relation hauteur/débit pertinente, utilisable à la fois en période de basses eaux (étiage) et de hautes eaux, il devra être réalisé entre 4 et 6 campagnes de jaugeage par point.

Un jaugeage de contrôle et une vérification de la géométrie de la section de mesure seront par la suite effectués chaque année.

## Réponse du prestataire

Les sites à jauger doivent être équipés d'une échelle limnigraphique posée à poste fixe, de préférence verticalement (sur une pile de pont par exemple). Cette échelle est calée sur le point le plus bas de la section. Elle est placée de telle façon qu'elle doit pouvoir donner une indication de la hauteur même en période d'étiage.

## Réponse du prestataire

Pour les jaugeages sur les petits cours d'eau, le matériel suivant est nécessaire :

- Moulinet ou vélocimètre électromagnétique
- Corde
- Décamètre
- Règle de géomètre
- Cuissardes, waders, et si nécessaire, barque.

## Réalisation des jaugeages

On se conformera aux prescriptions de la charte qualité hydrométrie jointe en annexe.

Le jaugeage doit être réalisé rapidement pour éviter des variations de débits. La hauteur d'eau est lue sur l'échelle limnimétrique et notée en début et en fin de jaugeage.

Etude de mise en oeuvre d'un système de suivi des débits du bassin versant du Sornin	Etude SYMISOA	Page 60 sur 67
Etude du système de télésurveillance	CDC_Etude_Télégestion_SYMISOA_V5.doc	Version : 1

### Détermination de la géométrie de la section

Sur les grandes sections, il sera réalisé un levé topographique qui établira un profil en travers de cette section. Le zéro de l'échelle limnimétrique est calé sur le point le bas de la section.

Sur les petites sections, un relevé est réalisé préalablement au jaugeage. La largeur du cours d'eau au droit de la station est mesurée. Une corde est tendue entre les deux berges et la profondeur de la section est mesurée à partir de l'origine (une des deux berges) tous les 0,20 à 0,50 m selon la largeur de la section.

### Carroyage de la section à jauger

En fonction de la largeur du cours d'eau, de sa profondeur et du type d'écoulement, la section est divisée par un carroyage qui définira des sous-sections. Au plus la section est petite et hétérogène, au plus elle sera divisée en sous-section pour assurer la meilleure précision globale de la mesure.

### Réalisation des mesures de vitesse

Avant chaque jaugeage, on s'assure que la section n'a pas évolué.

Les mesures de vitesse sont réalisées sur des verticales. Le nombre de verticales est déterminé selon la largeur du cours d'eau et l'hétérogénéité de sa section.

Sur chaque verticale, des mesures sont réalisées à plusieurs profondeurs qui correspondent aux centres des sous-sections déterminées par le carroyage.

La vitesse moyenne est mesurée sur une durée de 30 secondes à 1 minute.

### Calcul du débit moyen

A la surface de chaque sous-section (m<sup>2</sup>), est appliquée la vitesse moyenne mesurée en son centre (m/s). On obtient ainsi des débits partiels en m<sup>3</sup>/s. L'addition de tous les débits partiels donne le débit total sur la section du cours d'eau.

La relation hauteur/débit du site est construite avec les différents couples de valeurs obtenus (débit et hauteur relevée sur l'échelle limnigraphique).

En cas d'absence d'échelle limnigraphique, la hauteur à prendre en compte est la profondeur maximale sur la section de mesure.

Etude de mise en oeuvre d'un système de suivi des débits du bassin versant du Sornin	Etude SYMISOA	Page 61 sur 67
Etude du système de télésurveillance	CDC_Etude_Télégestion_SYMISOA_V5.doc	Version : 1

## Réponse du prestataire estimatif

Le montant total est d'environ 10 000€ HT.

N°	Désignation	Qté	PU €HT	Prix Total €HT
	<b>Jaugeages</b>			
1	Moulinet ou vélocimètre électromagnétique	1	4000	4000
2	Corde	1	100	100
3	Décamètre et divers outillage	1	200	200
4	Règle de géomètre	1	200	200
5	Cuissardes, waders, etc... (tous équipement pour équipe de 3 personnes)	1	500	500
6	Barque (si nécessaire)	pm	3000	3000
7	Formation à l'utilisation du matériel (nb de jours)	2	1000	2000
<b>Total Coût d'investissement (€HT)</b>				<b>10 000,00 €</b>
TVA 19,6 %				1 960,00 €
<b>Total Coût d'investissement (€TTC)</b>				<b>11 960,00 €</b>

# **ANNEXE 1**

## **Carte d'implantation des levés**



Localisation des profils en travers  
Site n°5

Etude de mise en œuvre d'un système  
de suivi des débits  
du bassin versant du Sornin

0 20 40 60  
Mètres

N  
gri-95392A  
topo\_site5.wor  
Avril 2010 - OV



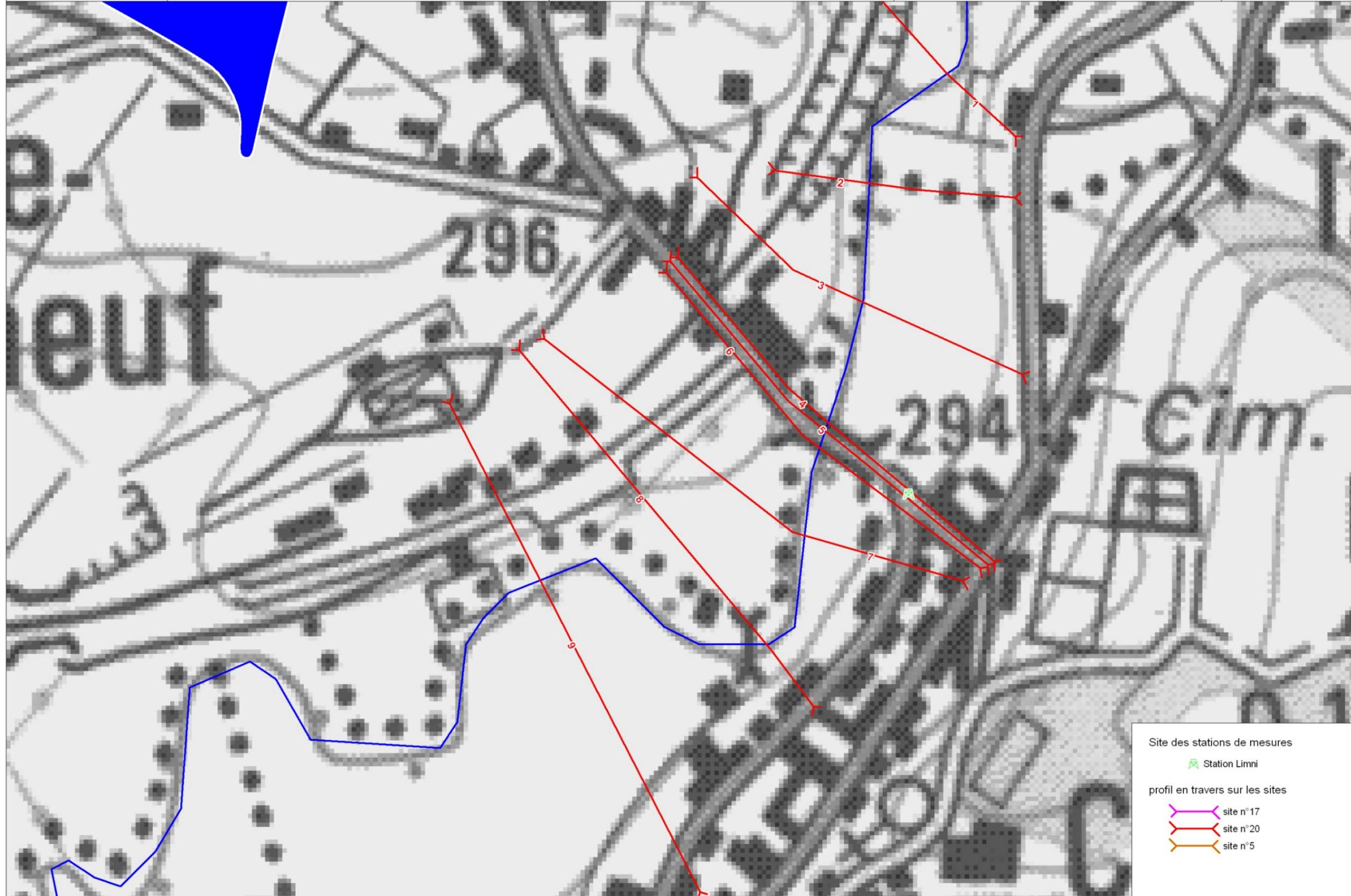


Localisation des profils en travers  
Site n°20

Etude de mise en œuvre d'un système  
de suivi des débits  
du bassin versant du Sornin

0 20 40 60  
Mètres

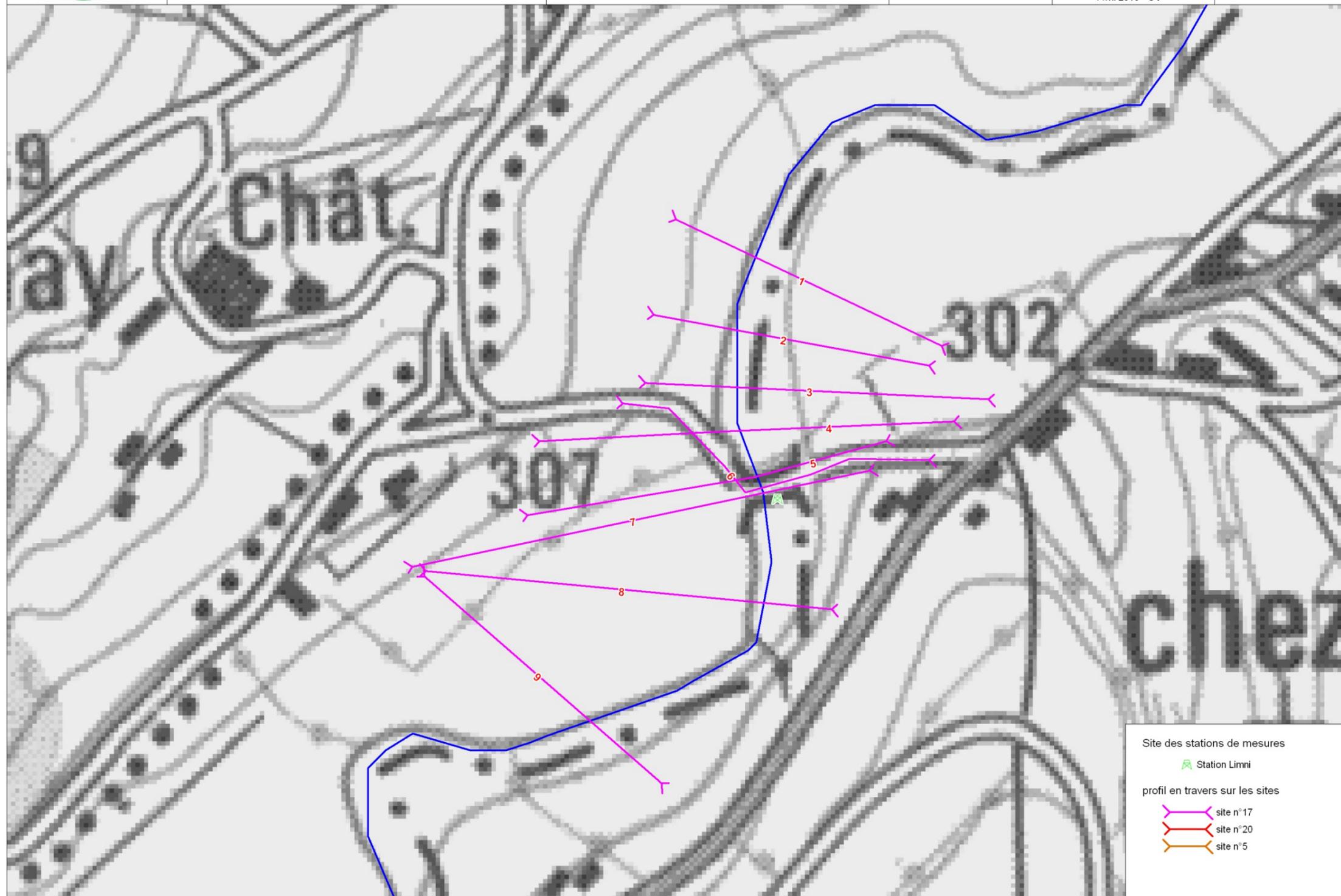
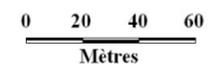
N  
gri-95392A  
topo\_site20.wor  
Avril 2010 - OV





Localisation des profils en travers  
Site n°17

Etude de mise en œuvre d'un système  
de suivi des débits  
du bassin versant du Sornin



# **ANNEXE 2**

## **Charte qualité hydrométrie**