

# Étude de faisabilité

## Système de monitoring à distance de sites isolés

**Maitrise d'Oeuvre : H4312**  
**Maitrise d'Ouvrage : GSTP**

### **Auteurs :**

BELHADJ AISSA Soraya, DE POTTER Jérôme, GOLUMBEANU Monica, NOGUEIRA Henrique,  
PITIOT Billy

Référence		Version	1.0
Avancement	<input type="checkbox"/> Terminé	<input type="checkbox"/> Validé	
Dernière mise à jour	07/01/2011		

Visa			
Date	07/01/2011	Responsable	

# Table des matières

<b>1</b>	<b>Historique du document</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Introduction</b>	<b>5</b>
2.1	Présentation du projet . . . . .	5
2.1.1	Contexte . . . . .	5
2.1.2	Objectifs . . . . .	5
2.2	Présentation du document . . . . .	5
2.3	Documents applicables / Documents de référence . . . . .	5
2.3.1	Documents applicables . . . . .	5
2.3.2	Documents de référence . . . . .	5
2.4	Terminologie et Abréviations . . . . .	6
<b>3</b>	<b>Analyse de l'existant</b>	<b>6</b>
3.1	Analyse . . . . .	6
3.2	Conclusion . . . . .	6
<b>4</b>	<b>Etude de faisabilité</b>	<b>7</b>
4.1	Synthèse sur Système embarqué . . . . .	7
4.2	Synthèse sur gestion de l'énergie . . . . .	8
4.2.1	Analyse énergétique du système . . . . .	8
4.2.2	Stockage de l'énergie . . . . .	8
4.2.3	Batteries . . . . .	8
4.2.4	Production d'énergie . . . . .	8
4.3	Synthèse sur Capteur . . . . .	9
4.3.1	Les technologies de capteurs de niveau existantes . . . . .	9
4.3.2	Les critères de choix . . . . .	10
4.3.3	Tableau récapitulatif de réponse des solutions aux critères . . . . .	10
4.3.4	Les constructeurs de capteurs les plus reconnus sur le marché . . . . .	11
4.4	Synthèse sur Système de communication . . . . .	11
4.4.1	Géolocalisation du site . . . . .	11
4.4.2	Communication avec le site . . . . .	11
4.4.3	Communication entre les capteurs et le système embarqué . . . . .	12

## Liste des tableaux

1	Tableau comparatif des modèles de processeur embarqué . . . . .	7
2	Tableau Comparatif des modèles de batteries . . . . .	8
3	Tableau comparatif des modèles de panneaux solaires . . . . .	9
4	Tableau comparatif des différents types de capteurs . . . . .	10
5	Tableau comparatif des système de géolocalisation . . . . .	12
6	Tableau comparatif des système de communication distant . . . . .	12
7	Tableau comparatif des système de communication avec les capteurs . . . . .	14

# 1 Historique du document

Date	Auteur	Version	Sujet de la modification
14/01/2011	H4312	1.0	Création / Regroupement

## **2 Introduction**

### **2.1 Présentation du projet**

#### **2.1.1 Contexte**

Le COPEVUE souhaite étudier un système de monitoring à distance de sites isolés, situés dans de nombreuses régions de l'UE, pour mieux contrôler ses besoins d'autonomie (en terme d'énergie, de déchets, etc). Comme exemples de ces sites, on peut citer de nombreux lieux de travail (pour l'abattage de bois, à l'installation de réseaux, de stations de pompage, etc). Ce système doit permettre à COPEVUE de faire un suivi pour pouvoir intervenir en cas de problèmes.

#### **2.1.2 Objectifs**

Le travail demandé consiste en une proposition d'une solution pour la mesure et le monitoring des sites isolés, c'est-à-dire étudier et concevoir ce système en réponse à un appel d'offre.

Le but de ce travail consiste à faire une étude de faisabilité, la spécification technique de besoins et une proposition d'architecture générique.

### **2.2 Présentation du document**

Ce dossier présente dans une première partie l'étude du système existant. La seconde partie est une étude de faisabilité. Cette étude porte sur l'identification des systèmes ou éléments existant concernant : les processeurs pour systèmes embarqués, la gestion de l'énergie (production et stockage de l'énergie) sur les sites à surveiller, les capteurs de détection de niveau dans une cuve et le système de communication (géolocalisation, communication avec le site, communication entre les capteurs et le système embarqué).

### **2.3 Documents applicables / Documents de référence**

#### **2.3.1 Documents applicables**

- Le Dossier de Gestion de la Documentation ;

#### **2.3.2 Documents de référence**

- Plan-type d'un dossier de faisabilité
- Appel d'offre de la COPEVUE

## 2.4 Terminologie et Abréviations

# 3 Analyse de l'existant

## 3.1 Analyse

Le système actuel de monitoring à distance est mis en place pour la surveillance de plusieurs sites de stockage. Ces sites contiennent des récipients (réservoirs) qui peuvent contenir différents types de substances liquides ou solides. Il y a environ une centaine de sites de ce type.

La surveillance des différents sites est réalisée par un agent. Ce processus n'est pas automatisé. Ainsi, à intervalles de temps régulier, des personnes doivent se déplacer sur site afin d'extraire des informations (niveau de remplissage des récipients, température, état de propreté). Chaque personne a un appareil connectable sur site qui lit les données émises par les différents capteurs existants. Une personne doit vérifier 5 sites donc il y a au minimum 20 personnes pour effectuer ce travail. A la fin de la visite, un rapport est rédigé pour chaque site. En fonction de ces rapports l'agent détermine les sites qui ont besoin d'assistance et avertit la société chargée de la gestion du réservoir.

Une vérification de l'état de chaque capteur et de tout appareil présent sur chaque site est aussi nécessaire. Elle est effectuée deux fois par an par une équipe de 5 personnes. Ces personnes sont capables de remédier la plupart des dysfonctionnements sur place. A la fin de chaque phase de vérification, un rapport est également rédigé par chaque équipe. Ce rapport sera, par la suite, consulté par le propriétaire. Si une intervention plus compliquée est nécessaire, un rapport spécifique est rédigé et envoyé au système central dans les plus brefs délais.

Cette méthode est très coûteuse, peu autonome et problématique du point de vue de la sécurité. En effet, le manque d'automatisation dans le processus, impliquant une intervention humaine coûteuse, prend beaucoup de temps et peut générer des erreurs. Il n'y a pas de capteurs qui puissent transmettre ses données à distance. La vidéo-surveillance ou tout contact direct avec les sites sont absents. Il n'y a aucun moyen de vérifier si les déplacements sur site ont été effectués, si les rapports contiennent les vraies valeurs, si les récipients sont dans un bon état pendant l'absence des personnes qui les vérifient et surtout si les capteurs renvoient les bonnes valeurs.

La société chargée de s'occuper du réservoir (nettoyage/vidage/remplissage) envoie un camion sur site. Cette société s'occupant de plusieurs sites en même temps et les déplacements n'étant pas optimisés, la méthode est très coûteuse et inefficace. Il n'y a aucun moyen sur site qui permet de prévoir la date de remplissage/vidage/nettoyage et ainsi planifier les déplacements des camions afin d'optimiser le processus d'entretien et de faire des économies logistiques.

Aucun protocole à suivre en cas de problème/incident n'est mis en place. Cette absence met en danger le site ainsi que l'environnement. De plus, le manque de communication directe entraîne un handicap dans la détection des problèmes, la rapidité de réaction et la remédiation au problème.

## 3.2 Conclusion

La conception actuelle du système doit être considérablement améliorée afin d'assurer le bon fonctionnement et de répondre aux besoins des clients. Les méthodes sont très lentes (par exemple pour

savoir si un récipient est vide on doit attendre l'arrivée de la personne en charge et lire son rapport). Il faut se concentrer surtout sur l'automatisation du système. Cela réduirait un nombre important de problèmes de sécurité, d'entretien ainsi que les coûts et la rapidité des processus.

## 4 Etude de faisabilité

### 4.1 Synthèse sur Système embarqué

Il existe de nombreux processeurs embarqués existant sur le marché. Certains beaucoup plus puissants que d'autres, accompagnés de nombreuses fonctionnalités, fait pour aller sur des téléphones, des PDA, ...

Le tableau suivant nous donne un aperçu sur certains d'entre eux avec leurs caractéristiques principales. Il essaie de ne pas privilégier un constructeur à un autre et fait apparaître une variété de processeurs embarqués de caractéristiques variées.

Identification	Bits	Consommation	Puissance	Divers
ARM Cortex-R4	32 bits	très faible consommation – 0.17 mW/MHz	jusqu'à 160MHz	Temps de réponse très faible - Maintenabilité - Reprise sur erreur - Sureté - alternative au ARM9
TI DSP C5000	16 bits	très faible consommation standby 0.15mW + 0.15mW/MHz	jusqu'à 300MHz	DSP (Digital Signal Processing) indique que le processeur est optimisé pour le traitement de signaux
MSP 430	16 bits	Très faible consommation	jusqu'à 25MHz	Températures acceptées : -40°C -> 85°C
Intel EP80579	32 bits	basse consommation	600 - 1000MHz	enveloppe thermique : 11Watts maximum (600MHz) - résistant température
ipExtreme M8051EW	8 bits	basse consommation	100MHz	gestion consommation : chaque périphérique est en mode faible consommation indépendamment
FreeScale HCS08	8 bit	très faible consommation	20 - 40 MHz	

TABLE 1 – Tableau comparatif des modèles de processeur embarqué

Ce tableau nous montre que les processeurs embarqués peuvent être très différents. En effet, entre les processeurs 8 bits et les 32 bits, 20MHz ou 1GHz, il y a des grandes différences. Les constructeurs insistent tous sur la faible consommation mais peu donnent des chiffres.

La caractéristique importante dans notre cas est l'autonomie. En effet, nous n'aurons à priori pas besoin d'une puissance de calcul très important car ce processeur servira uniquement à transférer les données au serveur qui disposera de la puissance de calcul nécessaire pour les traiter. Le prix n'est pas non plus un facteur très important car les prix varient assez peu selon le modèle.

L'autonomie est donc le facteur clé du choix de notre processeur. L'autonomie au niveau de la consommation (très basse consommation, mode standby), mais aussi l'autonomie en cas d'erreur. Si le processeur a un fonctionnement dans lequel on peut avoir confiance et une reprise sur erreur efficace, c'est un plus dans notre cas car nous ne pouvons pas toujours envoyer quelqu'un pour relancer l'application.

## 4.2 Synthèse sur gestion de l'énergie

### 4.2.1 Analyse énergétique du système

Etant donné que le système doit être autonome et qu'il peut se trouver dans n'importe quel type d'environnement, nous devons trouver des moyens d'énergie qui soient indépendants de la localisation du système. Pour que le système soit autonome et fiable on doit trouver aussi un moyen de stocker l'énergie en cas d'interruption de l'alimentation électrique. On doit gérer aussi la consommation d'énergie pour que le système utilise le minimum d'énergie possible.

### 4.2.2 Stockage de l'énergie

Si on a le moindre problème avec l'alimentation en énergie dans la station, on aura des batteries qui pourront maintenir la station en activité jusqu'à l'arrivée d'un agent d'entretien pour résoudre le problème. Comme on aura des sources d'énergie de disponibilité limitée (*p. ex. le soleil, le vent*), on doit assurer une quantité minimale que le système doit stocker en cas d'indisponibilité de ces sources.

### 4.2.3 Batteries

Modèle	Spécifications	Prix
Sealed Lead Acid Battery	6 Volt, 1.3 Ah	6.95 €
Sealed Lead Acid Battery	6 Volt, 1.2 Ah	7.80 €
Sealed Lead Acid Battery	6 Volt, 6.5 Ah	14.95 €

Table 2: Tableau Comparatif des modèles de batteries

### 4.2.4 Production d'énergie

Le rechargement des batteries se fera en utilisant l'énergie solaire.

Le tableau (3) nous montre les modèles de panneaux solaires qui ont une puissance nominale de 5 watts maximum. D'après les spécifications du microcontrôleur et des capteurs, on ne devrait pas avoir besoin de plus de puissance. (1)



Modèle	Performance	Electrical Characteristics	Prix
BP SX-305M, 5 watt	Rated Power (Pmax): 4.5 watts Power tolerance: $\pm 10\%$ Nominal Voltage: 12 volts	Maximum Power: 4.5 Watts Voltage at Pmax: 16.5V Current at Pmax: 0.27A	53.00 €
CDT Solar, CDT-5, 5 Watt	Rated Power (Pmax): 4.5 watts Power tolerance: $\pm 10\%$ Nominal Voltage: 12 volts	Peak Power (Pmax): 5 Watts Max. Power Voltage: 17.5 Volts Max. Power Current: 0.29 A	39.80 €
CDT Solar, CDT-5	Rated Power (Pmax): 4.5 watts Power tolerance: $\pm 10\%$ Nominal Voltage: 12 volts	Peak Power (Pmax): 5 Watts Max. Power Voltage: 15.5 Volts Max. Power Current: 0.29 A	39.80 €

TABLE 3 – Tableau comparatif des modèles de panneaux solaires

## 4.3 Synthèse sur Capteur

### 4.3.1 Les technologies de capteurs de niveau existantes

Il existe plusieurs méthodes de détection de niveau dans des récipients. Nous dégageons ci-dessous les principales technologies utilisées :

**Méthodes hydrostatiques de mesure de niveau** Les premières méthodes de mesure et contrôle de niveaux de liquides sont fondées sur les propriétés hydrostatiques des liquides (pression hydrostatique, poussée d'Archimède).

La mesure transmise par les capteurs utilisés est une fonction continue de la hauteur de liquide. Elle est indépendante de ses propriétés électriques mais dépend, sauf dans le cas du flotteur, de la masse volumique du liquide.

On distingue quatre principes de mesure :

- Le flotteur
- Le plongeur
- Le palpeur électromagnétique
- Le capteur de pression
- Le capteur à bulle

**Méthodes électriques de mesure de niveau** Elles utilisent les propriétés électriques des liquides dont on veut mesurer ou contrôler le niveau et sont les seules à utiliser des capteurs traduisant directement le niveau en signal électrique.

- Sondes conductives
- Sondes capacitatives

**Méthodes fondées sur l'utilisation de rayonnements** Elles permettent notamment des mesures sans contact avec le produit ce qui constitue un gros avantage.

- Sondes à ultrasons
- Radars
- Sonde optique

### 4.3.2 Les critères de choix

Nous avons dégagé plusieurs critères de choix pour déterminer quel type capteur choisir.

#### Critères technologiques :

- mesure pour liquides
- mesure pour solides
- hautes / basses pressions
- hautes / basses températures
- produits corrosifs
- produits colmatants
- produits moussants
- produits poussiéreux
- étendu des mesures

#### Critères non technologiques :

- Coût de l'installation
- Coût de l'équipement
- Coût de la maintenance
- Conditions d'installation indépendantes du contenu
- Pas de recalibrage si la forme ou si la nature du réservoir change
- Interface avec les systèmes
  - Sortie analogique pour une mesure continu
  - Réception d'informations de l'API, afin d'être configurés en fonction de l'utilisation de l'appareil (évolutivité)
  - Réalisation de télé-diagnostic
- Robustesse, durée de vie
- Fiabilité précision

### 4.3.3 Tableau récapitulatif de réponse des solutions aux critères

	L & S	Etendu des mesures	Résistance aux hautes pressions (>10 bar)	Résistance aux hautes pressions (>100 C)	Résistance aux produits corrosifs	Résistance aux produits colmatants	Résistance aux produits moussants	Résistance aux produits poussiéreux	Coût de l'équipement
Systèmes à flotteurs	non	10 mm à 30 m	NC	NC	NC	NC	oui	NC	sur devis
Systèmes à plongeur	non	30 cm à 6 m	NC	NC	NC	NC	oui	NC	sur devis
Palpeurs	oui	0 à 50 m	non	ça dépend	ça dépend	non	ça dépend	oui	sur devis
Sondes capacitatives	oui	0 à 10 m	oui	oui	oui	oui	oui	NC	100 < coût < 200 euros
Mesures de pression bulle à bulle	non	0 à 25 bar	NC	NC	oui	non	oui	NC	sur devis
Mesures de pression hydrostatique	non	0 à 25 bar	NC	NC	oui	ça dépend	oui	NC	sur devis
Mesures à ultrasons	oui	0 à 50 m	non	oui	oui	oui	non	ça dépend	> 800 euros
Mesures radars	oui	0 à 30 m	oui	oui	oui	oui	ça dépend	oui	sur devis
Mesures radars guidés	oui	0 à 30 m	oui	oui	ça dépend	ça dépend	oui	oui	sur devis
Mesure par rayon gamma	oui	0 à 30 m	oui	oui	oui	oui	oui	oui	sur devis
Systèmes optiques	oui	0 à 30 m	oui	ça dépend	oui	oui	ça dépend	ça dépend	sur devis
Pesage	oui	0 à 30 m	oui	oui	oui	oui	oui	oui	sur devis

TABLE 4 – Tableau comparatif des différents types de capteurs

Les devis

#### 4.3.4 Les constructeurs de capteurs les plus reconnus sur le marché

- Auxitrol (mesure de niveau par bullage)
- Bamo mesures (flotteur, câble et poulie)
- Bernstein GmbH (détecteur capacitif, flotteur)
- Bourdon Sedeme (mesure de pression par transmetteur immergeable)
- Danfoss (ultrasons)
- Endress Hauser (radar, lames vibrantes)
- Iris instruments (centrale piézo-métrique immergée)
- Keller (capteur piézo-résistif immergé, capteur de pression céramique capacitif)
- Kobold instrumentation (flotteur, capteur de pression hydraulique)
- Krohne SA (sonde conductive, ultrasons, radar)
- Meggitt Mobrey (lames vibrantes, masse de déplacement, réflexion d'onde ultrasonore)
- Milltronics (micro-ondes, radar, ultrasons, capacitif)
- Protas (hydrostatique par bullage)
- Scaime (cellule piézo-résistive, membrane céramique capacitive)
- Vega (ultrasons à temps de transit, radar, admittance)

### 4.4 Synthèse sur Système de communication

#### 4.4.1 Géolocalisation du site

Le site doit être géolocalisé au moment de son installation. Il existe plusieurs systèmes de géolocalisation :

**GPS** : Système de géolocalisation développé par l'armée américaine dans les années 70. Accessible aux civils depuis les années 2000

- Avantage : Système performant, massivement utilisé et éprouvé
- Inconvénient : Propriété de l'armée Américaine -> Possibilité de dysfonctionnement en cas de conflit

**GLONASS** : Système de géolocalisation développé par l'armée Russe dans les années 90. Accessible aux civils à la fin des années 2000

- Avantage :
- Inconvénient : Système utilisé essentiellement en Russie -> Fiabilité ?, manquements de qualité, budget alloué de plus en plus faible

**Galileo** : Système de géolocalisation civil Européen. Mise en service prévue en 2014

- Avantage : Système civil -> Aucun contrôle de la part des forces armées
- Inconvénient : Système actuellement non disponible, date de mise en service floue

#### Résumé

#### 4.4.2 Communication avec le site

Il s'agit d'établir une communication permanente avec le site afin de récupérer les relevés des capteurs ainsi que de relancer et reconfigurer le système en cas de besoin.

#### Réseau sans fil

Système	En service	Civil/Militaire	Mise en service
GPS	oui	militaire	Année 70
GLONASS	oui	militaire	Année 90
Galileo	non	civil	2014

TABLE 5 – Tableau comparatif des système de géolocalisation

**Réseau satellitaire** : Réseau de communication par satellite

- Avantage : Communication avec n'importe quel site à n'importe quel moment, débit élevé
- Inconvénient : Coût d'exploitation (abonnement) élevé,
- Société proposant ce service : Globalstar, Iridium

**Réseau GSM/GPRS** : Réseau de téléphonie mobile classique. Le GSM est utilisé pour les communications de type "voie" et le GPRS pour les communications de type "donnée"

- Avantage : Coûts des communication relativement faible, transfert de données rapide
- Inconvénient : Zone de couverture limitée, communication impossible avec la plupart des sites à surveiller

**Réseau filaire**

**Réseau filaire** : Réseau de communication par fibre optique soit directement avec le central soit en se raccordant au réseau internet mondial

- Avantage : Coûts des communications très faible, transfert de donnée très rapide, grande fiabilité
- Inconvénient : Mise en place très couteuse, inutilisable pour un site mobile

**Résumé**

Système	Vitesse de transfert	Coût (mise en place)	Coût (exploitation)	Fiabilité
Réseau satellitaire	élevé	/	élevé (abonnement)	bonne
Réseau GSM/GPRS	moyenne	/	moyenne (abonnement)	faible (zones non couvertes)
Réseau filaire	élevé	élevé	élevé (entretien)	très bonne

TABLE 6 – Tableau comparatif des système de communication distant

#### 4.4.3 Communication entre les capteurs et le système embarqué

**Système sans fil**

**InfraRouge** -> Liaison optique à large bande : Transmission par rayon lumineux

- Avantage : Transfert de fichiers avec des performances comparable à celles d'un réseau filaire
- Inconvénient : Distance de communication faible (30 m), sensible aux interférences lumineuses, ligne de vue directe nécessaire

**Radio** à bande étroite (fréquence unique) : Transmission par radio en utilisant une seule fréquence

- Avantage : Portée importante (>1000 km)

- Inconvénient : Vitesse de transmission faible (4,6 Mb/s), autorisation de la part des autorités nécessaire

**Radio** à spectre étalé (fréquence multiple) : Transmission par radio en utilisant plusieurs fréquences (Changement de fréquence en fonction d'un algorithme)

- Avantage : Portée importante (>3000 km)
- Inconvénient : Vitesse de transmission faible (25 Kb/s à 4 Mb/s)

**Bluetooth** : Transmission sans ligne de vue directe

- Avantage : Pas de ligne de vue directe nécessaire
- Inconvénient : Vitesse de transmission et portée faibles (1 Mb/s, 100 m)

**Wi-Fi** : Ensemble de protocoles de communication sans fil par onde-radio

- Avantage : Haut débit (6 Mb/s à 25 Mb/s), pas de vue directe nécessaire
- Inconvénient : Portée moyenne (400 m), sensible aux obstacles (murs, ...)

**Wimax** : Mode de transfert de fichier en haut débit par voie Hertzienne

- Avantage : Très haut débit (30 Mb/s à 75 Mb/s), portée très élevée (3,5 km à 10 km), notion de qualité de service intégré nativement
- Inconvénient : Sensible aux gros obstacles (collines, immeubles, ...)

## **Système filaire**

**Cable** coaxial : Transmission par câble à paire torsadée

- Avantage : Très haut débit (10 Mb/s à 100 Mb/s), pas d'interférence
- Inconvénient : Portée faible (100 m)

**Fibre** optique : Transmission par câble à paire torsadée

- Avantage : Très haut débit (10 Gb/s), pas d'interférence
- Inconvénient : Très grande portée (10 km à 40 km)

## **Résumé**

<b>Système</b>	<b>Vitesse de transfert</b>	<b>Distance</b>	<b>Transmission avec ligne de vue direct</b>	<b>Autre</b>
InfraRouge	moyenne	faible	oui	Sensible aux interférences
Radio uni-bande	faible	élevé	non	Autorisation nécessaire
Radio multi-bande	faible	élevé	non	
Bluetooth	faible	faible	non	
Wi-Fi	élevé	moyenne	non	Sensible aux petits obstacles
Wimax	élevé	élevé	non	Sensible aux gros obstacles
Cable coaxial	très élevé	faible	/	
Fibre optique	très élevé	très élevé	/	

TABLE 7 – Tableau comparatif des système de communication avec les capteurs