

Dossier de faisabilité

Version 1.3

H4212

Rédacteur(s) :
Etienne Brodu
Adrien Brochot
Thanh Duc Phan
Naby Daouda Diakite
Date de création : 31 janvier 2011
Date de modification : 16 février 2011
Etat (En cours/à valider/à corriger/validé) : à valider
Responsable qualité : Baptiste Lecornu

Table des matières

1	Système de localisation	3
1.1	Système de localisation en temps réel	3
1.2	GPS	3
1.2.1	Améliorations GPS	3
1.2.2	Galiléo	3
1.3	Alternatives	3
2	RTOS	3
2.1	Contexe	3
2.2	TinyOS	4
2.3	LynxOS	4
3	Production et gestion de l'énergie	5
3.1	Contexe	5
3.2	Solutions envisagées	5
4	Capteurs	6
4.1	Contexte	6
4.2	Mesure de niveau continue	6
4.3	Mesure de niveau continue	6
5	Système de communication	7
5.1	Communication courte distance	7
5.2	Zigbee	7
5.3	Wifi	7
5.4	Bluetooth	8
5.5	Filaire	8
5.6	Communication longue distance	8
5.7	Réseaux cellulaires	9
5.8	GPRS	9
5.9	UMTS	9
5.10	Filaire	10

1 Système de localisation

1.1 Système de localisation en temps réel

1.2 GPS

Le système de localisation GPS, d'origine américaine, est actuellement le plus utilisé pour les utilisations civiles. Il a une précision de environ 3 mètres.

Températures de fonctionnement : -30°C à $+80^{\circ}\text{C}$

Températures de stockage : -40°C à $+80^{\circ}\text{C}$

- Tension d'entrée :
 - GPS 16x LVS : 3,3 Vdc à 6,0 Vdc régulée, ± 100 mV ripple
 - GPS 16x HVS : 8,0 Vdc à 40 Vdc non régulée
- Courant d'entrée :
 - GPS 16x LVS : 90 mA typical
 - GPS 16x HVS : 100 mA@8 Vdc, 65 mA@12 Vdc, 28 mA@40 Vdc

140€ l'unité.

Conclusion :

La couverture en température de fonctionnement et stockage semble plus que correcte. La précision suffira largement à la plupart des usages que l'on pourra en faire.

1.2.1 Améliorations GPS

Plusieurs systèmes se basent sur le système GPS pour améliorer sa précision de localisation. Cependant, l'amélioration de la précision GPS semble inutile en tenant compte du cahier des charges.

1.2.2 Galiléo

Galiléo est le système de navigation par satellite européen prévu pour 2013.

1.3 Alternatives

Le cahier des charges précise que les appareils de mesures seront utilisés pour vérifier des niveaux dans des cuves ou des entrepôts. Il n'est peut-être pas utile de les localiser en temps réel à tout moment, étant donné qu'ils ne seront pas mobiles. On peut penser à effectuer une localisation à l'installation, qui permettra au système embarqué de nous informer de sa position à chaque demande. Cela réduit le coût de production, et réduit la consommation d'énergie.

Cependant, pour généraliser au maximum, on peut envisager plusieurs solutions.

2 RTOS

2.1 Contexte

Les RTOS permettront de gérer les communications entre les ressources matérielles et les applications informatiques de notre système. On peut envisager de mettre en place un système d'exploitation bien qu'il existe certainement des solutions couvrant nos besoins.

Les principales contraintes de notre RTOS sont que :

- Il doit être léger car probablement sur micro-contrôleur (espace mémoire limité)
- Il doit être le plus stable possible dans un souci d'autonomie
- Il doit être générique comme l'ensemble du système
- Il doit être fiable : ne pas planter ou se bloquer en fonctionnement car les interventions sur les sites doivent être réduites le plus possible.

Certains RTOS du marché répondent à nos besoins, le premier cité ci-dessous semble être idéalement conçu pour notre système :

2.2 TinyOS

RTOS conçu pour des réseaux de capteurs sans fil, son architecture est basée sur une association de composants.

Ceci réduit la taille du code nécessaire à sa mise en place (respect contrainte de place en mémoire). La bibliothèque de TinyOS est très complète, on y retrouve des protocoles réseaux, des pilotes de capteurs et des outils d'acquisition de données. L'ensemble de ces composants est adaptable à une application spécifique.

TinyOS a été conçu pour réduire au maximum la consommation en énergie d'un capteur. Ainsi, lorsque aucune tâche n'est active, il se met automatiquement en mode veille.

Il est open source

Durant nos recherches exploratoires sur les RTOS du marché, nous avons remarqué que ce système avait été critiqué pour diverses raisons : mauvaise gestion de la mémoire (pertes mémoire) et pour des problèmes de synchronisations. Ces doutes seront vérifiés durant l'approfondissement de nos recherches

Conclusion :

Des informations supplémentaires s'avèrent cruciales

2.3 LynxOS

RTOS de type UNIX conçu pour des systèmes embarqués. Il est conforme au standard POSIX et offre une compatibilité avec Linux

Il s'emploie surtout dans des logiciels critiques par exemple : dans l'aviation, le militaire, la fabrication industrielle et dans les communications. Il est conforme au standard POSIX et offre une compatibilité avec Linux. Il s'emploie surtout dans des logiciels critiques par exemple : dans l'aviation, le militaire, la fabrication industrielle et dans les communications.

Sa consommation électrique est très limitée

Coût

Conclusion :

Liens utiles :

- <http://www.tinyos.net/>
- <http://lynxos.org/>

3 Production et gestion de l'énergie

3.1 Contexte

Une part importante du projet consistera en la création de systèmes de gestion et de production d'énergie. Nous pouvons dès à présent définir les diverses sources d'énergie nécessaires au bon fonctionnement du système à développer. Le système général sera tout d'abord composé d'un serveur principal, probablement alimenté par le secteur mais nous pouvons cependant prévoir également un moyen d'alimentation d'urgence en cas de coupure locale du courant. Les nombreux appareils mobiles présents sur site (systèmes embarqués, capteurs) seront quant à eux munis de batteries.

De nombreuses contraintes apparaissent du fait de l'utilisation d'appareil alimentés par batteries, La durée de vie de ces dernière étant toujours limitée, une bonne gestion de l'énergie sera nécessaire. Il faudra pour cela concevoir, dans la limite des coût et des moyens technologiques, des système à basse consommation afin d'éviter un surcoût lié à l'utilisation de batteries plus performantes. De nombreuses autres contraintes apparaissent en raison du caractère isolé des sites : les batteries devront être capable de résister à diverses conditions climatiques et présenter d'excellentes performances en matière de fiabilité tout en requérant une maintenance minimale même sur des périodes prolongées de plusieurs années.

3.2 Solutions envisagées

De nombreuses technologies actuelles semblent satisfaire ces contraintes. Les prix et technologies utilisées étant cependant très variés. La société EnerSage propose effectivement un large choix de batteries pouvant être utilisées dans notre projet : leur gamme de batteries "Power line SC Series" propose en effet des batteries longue durée pouvant alimenter des capteurs à faible consommation énergétique pendant une durée prolongée. Afin de recharger en continu les batteries présentes sur les sites, nous pouvons installer des équipements d'énergie renouvelable tels que des éoliennes ou des panneaux solaires. L'entreprise Energie Douce propose plusieurs éoliennes aux caractéristiques largement suffisantes pour notre projet :

- Eolienne 12 Volts 200 Watts 465,00 € TTC
- Eolienne 12 Volts 400 Watts 699,00 € TTC
- Eolienne Air Breeze 24 Volts 300 Watts terrestre 949,00 € TTC

Nous pouvons constater que la puissance offerte est largement supérieure à la consommation moyenne d'un système embarqué.

Il en est de même avec les panneaux solaires proposés par la même entreprise :

- Panneau solaire haut rendement 12 Volts 130 Watts 549,00 € TTC
- Nouveau panneau solaire photovoltaïque haut rendement 24 Volts 185 Watts 699,00 € TTC
- Panneau solaire haut rendement 12 volts 80 Watts 336,00 € TTC

Ces solutions permettraient de rendre les sites isolés totalement autonomes en terme d'énergie. Une simple maintenance régulière et vérification des batteries permettrait de gérer la ressource énergétique des différents sites.

Liens utiles :

- <http://www.enersafe.fr/>
- <http://www.yuasa.fr/>

4 Capteurs

4.1 Contexte

L'objectif est de surveiller en temps réel des réservoirs stockant divers produits et se situant dans un site isolé. Les capteurs doivent être capables de détecter si le niveau du contenu des réservoirs a dépassé un certain seuil pré-défini pour ensuite envoyer cette information au système embarqué.

Pour répondre à ces besoins, plusieurs solutions existent :

4.2 Mesure de niveau continue

Le capteur et son conditionneur délivrent un signal proportionnel au niveau de liquide dans le réservoir. À chaque instant, l'opérateur connaît exactement le volume du liquide (ou le volume encore disponible dans le réservoir). On peut trouver dans cette catégorie deux types de capteur courants :

Le capteur à flotteur Il se maintient à la surface du liquide dans les réservoirs de stockage à distance et mobiles.

- Avantages
 - Il s'agit d'une mesure directe de la hauteur du liquide et elle ne dépend pas de sa masse volumique.
 - Sur une grande étendue de mesure (plusieurs mètres), la mesure est précise.
 - Simple et économique.
- Inconvénients
 - Le flotteur est en contact direct avec le liquide : les produits corrosifs sont donc à exclure
 - La mesure est très sensible aux perturbations à la surface du liquide (vague, remous,...)
 - Il est nécessaire d'entretenir régulièrement le système

Mesure par plongeur Un cylindre est immergé verticalement dans le liquide contenu dans le réservoir. La hauteur de ce plongeur doit au moins être égale à la hauteur maximale du liquide dans le réservoir. Le plongeur est suspendu à un capteur dynamométrique.

- Avantages
 - Bonne précision
 - La mesure n'est pas influencée par les modifications de surface du liquide (mousses,...)
- Inconvénients
 - Le plongeur est en mouvement et en contact avec le liquide. S'il y a des dépôts sur le plongeur, cela fausse la mesure.
 - La mesure est modifiée par les mouvements du liquide.
 - La mesure n'est valable que pour les liquides
 - Le coût d'achat et d'entretien est important.

4.3 Mesure de niveau binaire

La détection de niveau est une mesure binaire, c'est-à-dire que le capteur délivre une information binaire indiquant si le niveau seuil défini est atteint ou pas. La détection de niveau ne permet donc pas de connaître le volume de liquide contenu dans le réservoir, mais permet de savoir si le liquide a atteint un seuil. En général, cette solution propose des capteurs plus simples et moins coûteux que ceux de la 1^{re} catégorie.

Exemple : Détection par micro-ondes : base sur l'électromagnétique. Lorsque le produit s'interpose entre l'émetteur et le récepteur, le signal reçu par le récepteur est atténué, l'état de la valeur binaire de sortie.

- Avantages
 - Sans contact.

- Quasiment aucun entretien n'est nécessaire.
- Cette méthode convient aussi bien pour les liquides que les solides...
- Inconvénients
 - Ne convient donc pas pour les produits plastiques. (transverse)

Le capteur pourrait être doté par un générateur d'énergie (cellule solaire) pour générer l'énergie lui-même. Des technologies telles que celle proposées par ENOCEAN proposent des capteurs sans dépense d'énergie, nous permettant de nous affranchir du problème d'alimentation des capteurs.

Liens utiles :

- <http://www.endress.com/fr/detection-mesure-niveau.html>
- <http://www.directindustry.fr/>
- <http://www.enocean.com/en/>

5 Système de communication

Selon le cahier des charges, on peut identifier deux types de communication en fonction de leurs besoin en porté. Les communication longue distance entre la base centrale et les régions isolées devront relié des sites distant de plusieurs centaines, voir milliers de kilomètres. Tandis que les communication au sein des région isolées, entres les capteurs et les relais pourront avoir des portées plus courtes.

5.1 Communication courte distance

5.2 Zigbee

Le Zigbee est une technologie inspiré du bluetooth, mais possédant un grand nombre d'avantage. Les communications sont moins couteuses en énergies, et simplifie le code utilisé. Elles ont néanmoins une porté plus grande.

Porté de 100m +
2V à 3.6V, 20 mA.
2\$ pour 1000 unités

Il existe des emetteur recepteur pour des distance plus longues : 800m.

Conclusion :

La technologie Zigbee est un élément indispensable dans les communication locales.

5.3 Wifi

Le wifi est une technologie éprouvé qui est largement utilisé actuellement. Cependant, la consommation en energie et la complexité du code requis pour une communication.

Porté de 100 m.

Conclusion :

5.4 Bluetooth

Le bluetooth, à l'instar du wifi est actuellement largement utilisé. Mais il n'est pas à la hauteur du zigbee, que ce soit en terme de consommation d'énergie, de simplicité d'utilisation ou porté.

Porté de 10 m.

Conclusion :

5.5 Filaire

Le cahier des charges ne précisant pas la distance entre les capteurs et le relais, on peut également imaginer tirer un câble entre les capteurs et le relais.

Porté de quelques mètres seulement (à 3 m).

Conclusion :

5.6 Communication longue distance

L - Communications avec les mobiles.

La bande L est la partie du spectre électromagnétique définie par les fréquences de 1,4 à 1,5 gigahertz environ. Elle est attribuée au service de Radioastronomie à des fins de recherches spatiales et scientifiques (projet SETI, etc.). Elle est utilisée en France pour la Radio Numérique Terrestre en DMB (Digital Multimedia Broadcasting).

S - Communications avec les mobiles.

La bande S est une bande de fréquences définie sur la partie du spectre électromagnétique allant de 2 à 4 GHz. La bande S est surtout utilisée par les radars météorologiques et quelques satellites de communication, spécialement ceux que la NASA emploie pour communiquer avec leurs navettes spatiales et la Station internationale.

C - Communications civiles nationales et internationales, télévision.

La bande C est la partie du spectre électromagnétique définie par les fréquences : De 3,4 à 4,2 GHz en réception et de 5,725 et 7,075 GHz en émission attribué au service de Radiodiffusion par Satellite (Broadcasting) particulièrement utilisée sur les zones tropicales et faiblement sur les autres zones. De 4 à 8 GHz pour des usages comme les radars météorologiques. La puissance d'émission, qui lui est généralement associée, est relativement faible, en comparaison avec la bande Ku par exemple. Elle nécessite donc des paraboles de grande taille pour sa réception (de 2,5 à 3 mètres de diamètre). Cependant la bande C est moins sensible à la pluie que la bande Ku.

X - Communications militaires.

7 - 8 GHz

Ku - Communications civiles nationales et internationales, télévision.

La Bande Ku (Kurtz-under) est la partie du spectre électromagnétique définie par la bande de fréquence micro-ondes de 10,7 gigahertz (GHz) à 12,75 GHz. La bande Ku est la plus employée de toutes les bandes de fréquences. Elle est attribuée au service de radiodiffusion par satellite (services de télévision, de radio et données informatiques). Cette bande est la plus répandue en Europe, du fait de la petite taille des paraboles nécessaires à sa réception. De nombreux démodulateurs, ainsi que les têtes universelles, intègrent cette bande de fréquence.

Ka - nouveaux systèmes d'accès aux réseaux large bande.

La bande Ka (Kurtz-above) est une gamme de fréquences utilisée principalement pour l'internet par satellite. Pour les télécommunications spatiales commerciales, elle s'étend en émission de 27,5 à 31 GHz et en réception, de 18,3 à 18,8 GHz et de 19,7 à 20,2 GHz. Les paraboles nécessaires pour recevoir les signaux sont encore plus petites que pour la bande Ku (certaines antennes Ka mesurent 20cm de diamètre). Cependant, les signaux de cette bande sont beaucoup plus sensibles à l'atténuation atmosphérique et principalement, à la pluie. Cette atténuation la rend inutilisable pour la diffusion télévisuelle et pour d'autres services dits « critiques ».

EHF - Communications militaires.

21 - 45 GHz

Conclusion On peut retenir trois bandes de fréquences qui pourraient être utilisées : la bande C et les bandes Ku/Ka. La bande C nécessite de grandes paraboles de réception, mais est peu atténuée par les conditions atmosphériques. En revanche les bandes Ku/Ka sont plus sensibles aux conditions atmosphériques, mais peuvent être reçues avec des paraboles de petites tailles.

5.7 Réseaux cellulaires**5.8 GPRS**

Le réseau GPRS couvre la quasi-totalité des terres (la Suède à la meilleure couverture réseau d'Europe). Le GPRS est une technologie suffisamment éprouvée pour pouvoir trouver l'antenne qui correspondra à nos besoins.

Température de fonctionnement : -25°C, +65°C.

12V, 0.5A.

?

Les modem GPRS demandent des informations de connexion sous forme de carte SIM.

Conclusion :**5.9 UMTS**

Le réseau UMTS est plus performant et plus rapide que le réseau GPRS, mais il est plus coûteux. Étant donné que le volume d'informations à transférer risque d'être relativement réduit, il est moins adapté que le réseau GPRS.

Conclusion :

5.10 Filaire

Il est précisé dans le cahier des charges que les zones à surveiller sont inaccessibles. Il paraît donc impensable de tirer des câbles des centrales jusqu'à chacun de ces points.

En revanche, il peut être envisageable de tirer des câbles depuis le point d'accès internet le plus proche pour bénéficier du réseau filaire. Dans la pratique, il faudra étudier chacun des points séparément pour choisir la solution la plus adaptée en fonction de la distance le séparant du point d'accès le plus proche.

Conclusion :