

Université de Limoges

INSTITUT UNIVERSITAIRE TECHNOLOGIQUE du Limousin

Département **MESURES -PHYSIQUES**

Allée Andrée Maurois

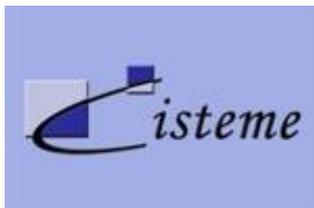
87 065 Limoges CEDEX

Licence Professionnelle « Mesure de la Qualité des Milieux : air, eaux, sols »

Intégration du domaine environnemental dans le protocole GPSE. Premières démarches.

Julien FOUGEYROLLAS

Stage effectué du 28 février au 14 juin 2006



**Centre D'Ingénierie des
Systèmes en Télécommunication,
ElectroMagnétisme et Electronique**
Ester Technopole
87069 Limoges

Présenté le 14 Juin 2006 à l'IUT du limousin- département Mesures Physiques- Limoges

Responsable Scientifique CISTEME du projet tuteuré : Monsieur **Bruno Beillard**

Enseignant tuteur de l'Institut Universitaire de Technologie du Limousin : Monsieur **Bruno Beillard**

Remerciements,

Je tiens à remercier Monsieur Bernard Jecko de m'avoir accepté dans le centre de transfert CISTÈME.

Je remercie Monsieur Bruno Beillard et Monsieur Sébastien Sahuquède pour leurs nombreux conseils qui ont permis l'accomplissement de ce travail.

Je remercie madame Frémont, messieurs Duprès et Capdeville pour leurs conseils et leurs recommandations avisés.

Je voudrais également remercier sincèrement l'ensemble des membres de CISTÈME et du département OSA de X-LIM pour l'ambiance chaleureuse dans laquelle ce travail a été accompli et plus particulièrement mes confrères stagiaires, Amadou, Yannick, Olivier et Romain.

Je remercie également Audrey, Magalie, Ludo et Bastien pour tous les bons moments passés sur Limoges et ses environs.

TABLE DES MATIÈRES

Contexte du stage.	4
Prestation Eau	7
I. CONTEXTE	8
A. <i>Recherche de référentiels</i>	8
II. PRESENTATION DES POLLUANTS MESURES ET CHOIX DE L'INSTRUMENTATION.....	8
A. <i>Paramètres chimiques</i>	8
B. <i>Paramètres microbiologiques</i>	11
III. RESULTATS OBTENUS	11
A. <i>Eau de consommation humaine et eau d'abreuvement animal</i>	11
IV. AMELIORATION DE LA QUALITE DE L'EAU : PROPOSITION DE CORRECTIONS	12
A. <i>Amélioration chimique</i>	12
B. <i>Amélioration microbiologique</i>	12
V. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES	12
A. <i>Conclusions : premières critiques</i>	12
B. <i>Perspectives sur le choix de nouveaux mesurandes</i>	12
C. <i>Perspectives sur le choix de l'instrumentation</i>	13
Prestation Air	14
I. CONTEXTE	15
A. <i>Mesurer la qualité de l'air en espace clos</i>	15
B. <i>La Station METEO Littoclime: Intérêts pour le domaine environnemental dans le GPSE</i>	15
C. <i>Présentation du matériel</i>	16
D. <i>Gestion des données</i>	16
II. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES	17
A. Stratégie d'implantation de la station météo sur le site	17
I. CARTE RESISTIVE DU SOL	Erreur ! Signet non défini.
A. <i>Méthodologie appliquée</i>	20
B. <i>La méthode WENNER : analyse fine d'une zone</i>	20
C. <i>L'ensemble conductivimètre et GPS : nouvelle méthode d'investigation</i>	22
D. <i>Comparaisons des deux méthodes</i>	26
E. <i>Résultats et Critiques</i>	27
II. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES	27
A. <i>Conclusions</i>	27
B. <i>Perspectives : Mesurer de nouveaux polluants dans le sol</i>	28
Travaux annexes	29
I. CONTEXTE	30
II. QUESTIONNAIRE ET TABLEAU D'INVESTIGATION.....	30
A. <i>Questionnaire</i>	30
B. <i>Tableau d'investigation</i>	30
III. GEOBIOLOGIE ET RADIESTHESIE	30
Annexes	32
• Source	76

Contexte du stage.

Le stage a été effectué dans l'association *CISTEME* (UMR 6615) basée à Ester Technopole durant 16 semaines. Cette association est un centre de transfert adossé au laboratoire X-Lim de l'université de Limoges. Ces objectifs sont multiples. Il y a transfert de technologie universitaire vers les petites et moyennes entreprises locales ou nationales mais également formation par la recherche d'étudiants en faculté de cursus niveau doctorat, d'écoles d'ingénieurs de seconde ou troisième année de DRT et d'étudiants en licence professionnelle ou D'IUT pour l'obtention du DUT.

Parmi les sociétés en relation avec *CISTEME* se trouve RTE.



Figure 1 : Photo aérienne de la Technopole, Source: Ester Technopole

C'est dans ce cadre de partenariat entre *RTE* et *CISTEME* que s'inscrit mon stage. Cette collaboration entre *RTE/CISTEME* a pour objectif de formaliser une méthodologie d'analyse/diagnostic dans une expertise GPSE et d'autre part à développer et valider des solutions concrètes aux problèmes électriques en milieu d'élevage.

Groupe GPSE et protocole GPSE.

Le Groupe Permanent de Sécurité Electrique a été mis en place par une instance politique, le ministère de l'agriculture et de la pêche, dans le but d'assurer une plus grande sécurité électrique dans les élevages et résoudre un certain nombre de problèmes pathologiques inexplicables dans les élevages fermiers où l'influence des phénomènes électriques a été suspectée.

Le **protocole GPSE** est mis en place lorsqu'il y a signature commune d'un accord entre RTE et l'exploitant agricole. Dès lors, trois domaines interviennent précisément dans cet ordre : le premier à intervenir est le domaine vétérinaire, le second est zootechnique, le dernier est électrique.

Chacun fait une expertise propre à sa compétence personnelle. A partir des analyses et des diagnostics, des solutions doivent être trouvées.

Cependant, il se peut que le problème ne concerne aucun des trois domaines d'investigations.

Citons pour exemple une étude¹ portant sur l'Eschérichia Coli (notée E.Coli). On ramène les propos suivants :

« Un agriculture vivant sur une ferme a vu le taux de lactation de ses vaches baisser après s'être abreuvées dans un cours d'eau contaminée par des coliformes fécaux et le E.Coli ».

Le vétérinaire pourra détecter l'infection chez l'animal et déterminer en fonction une posologie adaptée. Le problème est que l'animal ne joue pas le rôle de foyer de la maladie mais celui de vecteur. On n'agit donc pas directement à la source. Le problème sera alors récurrent. A la suite, le vétérinaire ayant proposé une correction non satisfaisante à long terme, la partie zootechnique et la partie électrique vont tour à tour analyser le problème et n'auront finalement rien trouvé. Le protocole GPSE n'apportera alors dans ce cas pas de solution à ce problème.

En créant un nouveau pôle d'investigation qui serait **le domaine environnemental** dans le protocole GPSE, on prendrait en compte tout ce qui est qualité de l'eau, mais aussi de l'air et du sol.

L'objectif du stage est de poser les premières démarches de l'intégration du domaine environnemental dans le protocole GPSE.

Un projet a précédé ce stage, il a eu pour but la mise en place d'un plan d'action qui a été ensuite suivie lors du stage se déroulant de février à juin 2006.

¹ Cette étude a été présentée lors de L'Expo-sciences de 2002, par l'école Louis-Joseph-Papineau d'Outaouais.

● Objectifs du stage

Le but du stage est d'intégrer dans le protocole d'expertise GPSE préexistant, une expertise environnementale.

La démarche adoptée lors du stage a été la suivante :

En premier a été **recherchés des référentiels** comme les normes, des réglementations, des recommandations concernant les qualités environnementales autour des animaux tel que les bovins. Ce premier travail constitue la recherche bibliographique du stage.

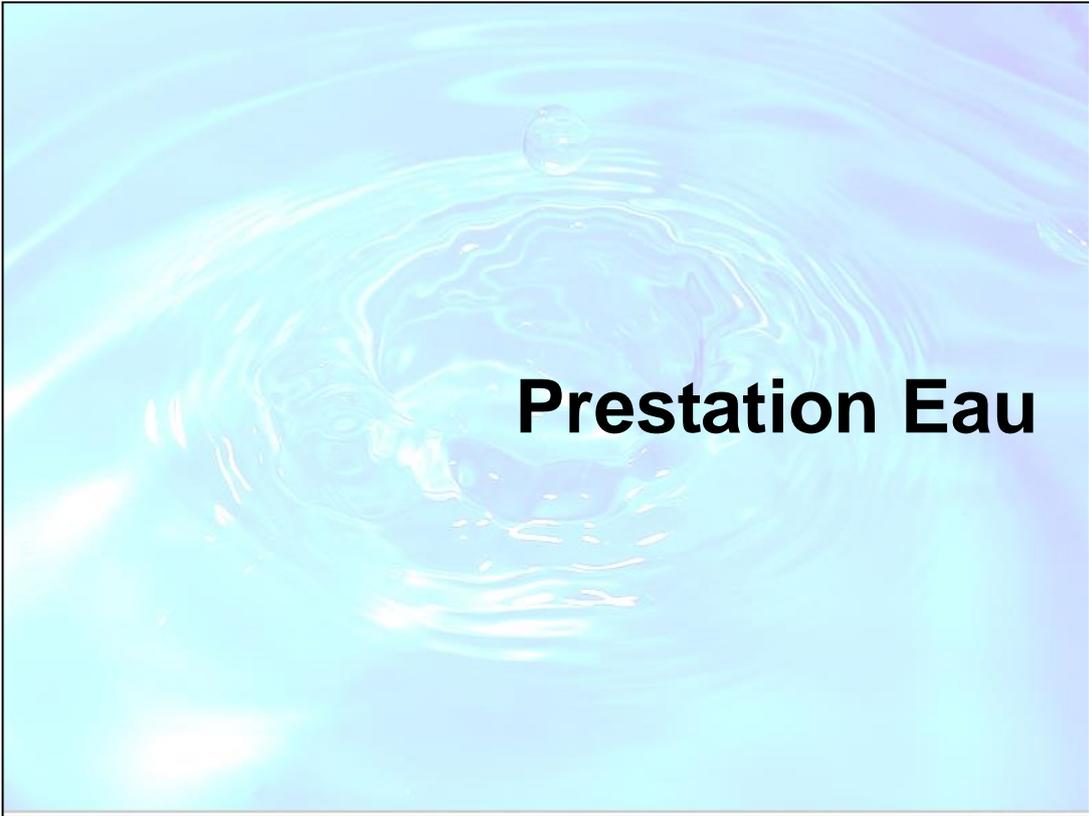
Après cette première étape fut décidée quels mesurandes il serait nécessaire de prendre en compte afin de déterminer la qualité et les caractéristiques de chacun de ces trois milieux : eau, air et sol.

La seconde étape fut le **choix du matériel**. Trouver l'instrumentation la plus adaptée à la mesure que l'on souhaite effectuer (fonction de l'étendue de mesure, de la précision et du prix). Les démarches commerciales (comparaison de prix, essai de matériel, commande) constituent l'essentiel de ce travail.

La troisième partie consiste en **l'essai de ce matériel** afin de mettre en place des protocoles de mesure, la rédaction de fiches d'analyse de mesure.

Un travail annexe au stage fut demandé, elle s'intitule « Radiesthésie et Géobiologie ». Ces deux disciplines pseudo scientifiques ont pour but de corriger les troubles liés à l'environnement pouvant intervenir sur le vivant. L'objectif de cette partie est le suivant: Faire un bilan au niveau national des prestations existantes en géobiologie et radiesthésie. Ce travail est disponible dans un dossier annexe Géobiologie et radiesthésie.

Ce rapport présente mon travail effectué durant le stage, en commençant par les prestations liées à l'eau, l'air et le sol. Ensuite, un exemple de questionnaire et de tableau d'investigation lié à l'environnement sera proposé. Enfin, j'évoquerai le résultat de mes recherches dans le domaine géobiologique.



I. CONTEXTE

Dans ce chapitre « Prestation eau », nous allons présenter quels ont été les moyens et les méthodes mis en place pour caractériser la qualité de l'eau. C'est-à-dire la recherche de référentiels, de mesurandes et de l'instrumentation associée. Ensuite, les résultats ont été critiqués et des solutions correctives ont été proposées.

A. Recherche de référentiels

Des paramètres et des normes ont été édictés pour l'eau potable humaine (décret de 2001²). En termes de danger pour l'animal, ces normes ne sont exploitables que dans la mesure où elles répondent à des impératifs de protection de la santé publique (normes sur la qualité des aliments d'origines animales).

Il n'existe donc pas de normes définies pour l'eau d'abreuvement animal, seulement des recommandations issues de divers spécialistes vétérinaires. Ces recommandations sont disponibles en ANNEXE B. Nous ne pouvons donc pas nous référer à des normes comme c'est le cas pour l'eau de consommation humaine.



Selon le guide de bonnes pratiques d'élevage, l'éleveur doit « *permettre un accès permanent des animaux à l'étable et un accès régulier des animaux au pâturage, à un point d'eau de qualité adéquate. C'est-à-dire fournir une eau non souillée par les excréments, une eau claire et régulièrement renouvelée.* ».

Une eau déficiente peut entraîner divers troubles chez l'animal comme des signes cliniques ou des baisses de performances zootechniques. Le tableau symptômes et causes en ANNEXE A, nous en montre quelques exemples.

II. PRESENTATION DES POLLUANTS MESURES ET CHOIX DE L'INSTRUMENTATION

Afin de déterminer la qualité d'une eau d'abreuvement, nous avons choisis divers paramètres chimiques et microbiologiques à analyser. Nous les présentons ci-dessous.

A. Paramètres chimiques

Les polluants chimiques désignent certaines substances qui peuvent créer soit un désagrément pour le consommateur : goût (matières organiques, phénols, fer...), odeur (matières organiques, phénols...), couleur (fer, manganèse...), soit causer des effets gênants pour la santé de l'animal (nitrates).

Nous ne considérons pas les paramètres organoleptiques de l'eau (goût, odeur, saveur, couleur) car nous considérons que ces analyses n'ont aucun intérêt pour une eau de consommation uniquement animale.

1 Ph et température

Le Ph exprime le degré d'acidité ou d'alcalinité d'une solution. Le pH est mesuré sur une échelle de 0 à 14, les acides ont un pH inférieur à 7, et les bases ont un pH supérieur à 7. Le pH d'une solution neutre correspond à 7.

Ces deux paramètres sont des indicateurs simples de la bonne qualité d'une eau.

² Décret en Conseil des Ministres référencé Décret « eau et environnement » L – 231-4 art. 2001-1220 et daté du 20 décembre 2001.

En effet, Certaines bactéries vivant dans l'eau sont particulièrement sensibles à ces deux paramètres. Par exemple, l'E. Coli qui est une bactérie mésophile³ et neutrophile⁴. La mesure de ces paramètres permet de mettre en évidence la cause de prolifération de ces bactéries et par la même occasion le moyen de s'en débarrasser, par exemple en augmentant l'acidité d'une eau pour une bactérie basophile.

De plus, des pH inférieurs à 7 peuvent provoquer une corrosion des tuyauteries métalliques. La corrosion augmente avec la diminution du pH. Des concentrations élevées en plomb, par exemple, peuvent résulter de la corrosion de canalisations par une eau exagérément acide. Certaines bactéries se nourrissent de cette corrosion comme on peut le lire en ANNEXE C.

Ces paramètres, même s'ils sont primaires, restent donc des paramètres très importants à prendre en compte.

Instrumentation

Afin d'obtenir une mesure qui soit le plus fidèle et la plus représentative d'un milieu, il faut avoir une justesse dans la mesure du pH de l'ordre de 0,1 unité près.

Dans notre cas, nous utiliserons des bandelettes pH respectant cette condition.



Figure 2 : Bandelettes tests et son code couleur associé

2 DCO et DBO

La Demande Chimique en Oxygène ou DCO, représente la quantité de dioxygène nécessaire à l'oxydation de l'ensemble des matières organiques et minérales contenues dans l'eau, par oxydoréduction. Elle s'exprime en milligrammes d'oxygène O₂ dissous par litre d'eau.

La DBO, Demande Biochimique en Oxygène, représente le besoin en dioxygène d'une eau pour assurer la dégradation biochimique des matières organiques. Si la DBO est trop élevée, cela peut aboutir à une désoxygénation de l'eau.

Finalement ces deux mesures sont représentatives de la pollution organique et chimique.



Figure 3 : DBO mètre et DCO mètre portatif

Instrumentation

La mesure est faite par un DBO mètre / DCO mètre. L'appareil effectue des mesures manométriques différentiels grâce à un détecteur de pression (bouchon jaune ou vert sur la Figure 3).

3 Dureté

La dureté d'une eau correspond à la présence de sels de calcium et, dans une moindre mesure, de sels de magnésium (de strontium, de baryum), autrement dit sa concentration en espèce cationique et minérale. Elle est exprimée en milligrammes d'équivalents de carbonate de calcium par litre (CaCO₃).

³ Les bactéries mésophiles sont des bactéries qui se développent plus vite en eau dont la température est comprise entre 20 et 30°C.

⁴ Les bactéries neutrophiles sont des bactéries se développant plus facilement dans des eaux à pH neutre, compris entre 6 et 8.

La dureté intervient dans la qualité d'une eau et dans la qualité de son réseau, ainsi une dureté trop faible (inférieure à 100 mg/l) ne permet pas la formation d'une couche carbonatée protégeant les canalisations de certains risques de corrosion. Elle peut occasionner chez les ruminants des diarrhées temporaires.

Instrumentation



Figure 4 : Code de couleur pour déterminer la concentration d'un constituant

La dureté peut être évaluée à l'aide de bandelettes possédant un réactif coloré approprié. Plus une eau sera dure (beaucoup d'ions alcalins), plus la bandelette virera dans des tons foncés (voir Figure 4).

Le recours aux bandelettes tests est un moyen simple de cibler un intervalle de concentration. Economique, facile à l'emploi, le seul défaut est qu'elles ne donnent pas de concentration précise sur la teneur de ce qui est mesuré.

4 Nitrites et Nitrates

Les nitrates (de formule chimique NO_3^-) sont des substances chimiques naturelles. Les nitrites (NO_2) sont issus de la réduction des nitrates ($\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{NO}_3^- + \text{e}^- + 2.\text{H}^+$).

La présence de nitrites dans les eaux est un signe de pollution. Elle justifie une analyse chimique et bactériologique détaillée.

Les nitrates proviennent en majeure partie de l'agriculture. Par le gaspillage d'engrais minéraux, mais surtout des déjections d'animaux fermiers comme le porc ou les bovins.

L'ingestion de nitrates à fortes doses sont susceptibles, sous certaines conditions, de perturber l'oxygénation du sang.

Associés au phosphore, les nitrates modifient le comportement de certaines espèces végétales ainsi dans les eaux douces, ils participent aux phénomènes de prolifération d'algues microscopiques (eutrophisation), préjudiciables aux traitements de potabilisation (diminution de la transparence de l'eau).

De plus pour certains animaux comme les bovins laitiers, les nitrates sont utilisés comme source d'azote dans le rumen⁵. Ceci contribue à aider la synthèse des protéines microbiennes. Lorsque les nitrates sont réduits en nitrites, ils réduisent la capacité d'absorption de l'oxygène dans le sang.

Instrumentation

Le recours à la photométrie (Figure 5) permet d'avoir des résultats plus précis. C'est donc un très bon moyen de quantifier la teneur en nitrates et nitrites d'une eau. Le photomètre utilisé se trouve en ANNEXE N.

Nous utiliserons aussi des bandelettes tests pour faire les premiers essais.

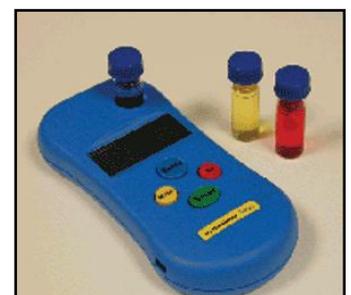


Figure 5 : Photomètre multi paramètres

⁵Le rumen est la première poche de l'estomac de la vache.

B. Paramètres microbiologiques

1 Prélèvement

L'eau ne doit contenir ni microbes, ni bactéries pathogènes, ni virus qui pourraient entraîner une contamination biologique et être la cause d'une épidémie.

Le dénombrement bactérien consiste à rechercher des bactéries aérobies, c'est-à-dire se développant en présence d'oxygène.



Le prélèvement se fait au plus près de la source de consommation comme le montre la figure 3. Pour le cas d'une recherche microbiologique, la procédure de prélèvement doit être scrupuleusement suivie pour obtenir des résultats fiables et fidèles à la réalité.

De plus, le laboratoire d'analyse peut refuser l'échantillon si les conditions de prélèvement n'ont pas été respectées.

Le mode opératoire pour les prélèvements d'eau se trouve en ANNEXE D.

Figure 6 : Prélèvement d'eau

2 Mesurandes recherchés : E. Coli et Entérocoques

Les analyses bactériologiques sur l'eau de consommation animale sont effectuées par un laboratoire. Elles sont centrées sur deux bactéries : L'Eschérichia Coli (noté E. Coli) et les entérocoques fécaux.

La présence de coliformes fécaux, de streptocoques fécaux, de Clostridium ou de staphylocoques indique une contamination de l'eau par des matières fécales. Dans tous les cas, des mesures doivent être prises pour interdire la consommation de l'eau ou en assurer le traitement.

Instrumentation

En ce qui concerne le dénombrement bactérien, il ne peut être fait qu'en laboratoire car cela nécessite des moyens particuliers (salle tempérée, salle blanche, utilisation de matériel désinfecté).

III. RESULTATS OBTENUS

Les mesurandes sont maintenant définis, l'instrumentation a été choisie en fonction. Nous pouvons procéder aux premières analyses d'eau d'abreuvements.

A. Eau de consommation humaine et eau d'abreuvement animal

Les études sont menées sur une eau de consommation humaine et sur une eau de consommation animale. La première étude a valeur de vérification du matériel, la seconde de vérification des recommandations pour l'eau d'abreuvement animale. Les Résultats se trouvent en ANNEXE G.

Commentaires :

Pour les deux types d'analyses, les seuils exigés (normes pour l'eau potable, recommandations pour l'eau d'abreuvement) sont dans l'ensemble respectés.

Les deux cas de dépassements (dureté pour l'eau potable et excès de fer pour l'eau d'abreuvement) trouvent une explication. Interprétation naturelle pour le premier (région calcaire) et interprétation physique pour le second (dépôt de rouille sur les raccords de tuyaux). Les détails des explications se trouvent en ANNEXE G.

IV. AMELIORATION DE LA QUALITE DE L'EAU : PROPOSITION DE CORRECTIONS

Ces corrections visent à une amélioration chimique et microbiologique de l'eau d'abreuvement animal. Différents appareils de corrections sont proposés.

A. Amélioration chimique

Il existe un certain nombre de dispositifs de traitement de l'eau. Citons par exemple :

Les adoucisseurs d'eau qui atténuent la dureté de l'eau, régule son pH et son acidité mais n'éliminent aucune substance chimique et organique.

Les filtres de sable vert, qui sont conçus pour éliminer le fer, le manganèse et le sulfure d'hydrogène de l'eau.

Les osmoseurs inverses permettent d'éliminer les substances chimiques inorganiques.

Les échangeurs d'ions qui servent à l'élimination des substances chimiques inorganiques qui causent la «dureté» de l'eau.

Des filtres contenant de l'oxyde d'aluminium activé viennent tout juste de faire leur apparition sur le marché. Ils servent à l'élimination des métaux lourds, en particulier le plomb, qui se trouve dans l'eau potable.

B. Amélioration microbiologique

Pour éliminer les micro-organismes dangereux de l'eau, l'utilisation courante sont les désinfectants comme le chlore (HCl) et le dioxyde de chlore (ClO₂).

Toutefois, de trop nombreuses injections (supérieures à quatre injections par jour d'une durée 1h) de désinfectant au chlore (concentration 100 mg/l) augmentent la porosité d'une canalisation en cuivre jusqu'à perforation.

De plus, l'utilisation répétée de ces biocides⁶ risque de ne plus être efficace, la flore bactérienne acquiert une immunité à force d'expositions répétées.

Il existe aussi la dépollution par lampes UV.

Leur utilisation doit être faite près de la zone de consommation de l'eau.

V. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Les analyses sur l'eau d'abreuvement animal ont été réalisées grâce à un matériel défini. Nous pouvons formuler les premières conclusions et critiques sur la méthode et les résultats obtenus, et émettre quelques perspectives vis-à-vis de cette prestation.

A. Conclusions : premières critiques

La précision des analyses semi quantitatives du photomètre faites sur les différents types d'eaux restent satisfaisantes étant données le peu de référentiels existants. Par contre, le manque de retour d'expérience sur les analyses pour les eaux d'abreuvement ne permet pas d'avoir des critiques pertinentes vis-à-vis des résultats et de leur impact.

B. Perspectives sur le choix de nouveaux mesurandes

Nous pouvons rajouter la recherche de staphylocoques (pour le cas microbiologique). Ceci permettrait d'évaluer le potentiel danger microbiologique de l'eau. En effet, une forte concentration de ces micro-organismes nuie à la santé de l'animal. Ces analyses seraient faites par un laboratoire spécialisé.

Nous pourrions ajouter aussi les analyses de plomb, cadmium ou Arsenic pour les analyses chimiques. L'excès de ces substances provoque des symptômes sur les animaux comme nous l'indique le tableau en ANNEXE A.

⁶ les biocides sont des produits chimiques éliminant directement et uniquement les micro-organismes.

C. Perspectives sur le choix de l'instrumentation

Dans l'esprit d'une auto surveillance de l'eau, c'est-à-dire sans avoir recours à un laboratoire agréementé, il est possible de faire soi même les analyses bactériologiques.

Ce type d'analyse étant plus fins que les analyses chimiques, nécessite d'une part des connaissances pratiques plus approfondies et un matériel plus cher.

Signalons que comme tout autocontrôle, cela n'a pas de valeur officielle. Un laboratoire certifié pourra lui seul donner crédits aux résultats.

Le matériel proposé et les méthodes utilisées ont pour but de détecter et de quantifier les coliformes, les streptocoques, coliformes fécaux, staphylocoques, bactéries sulfito-réductrices. De plus amples informations sur ce matériel (coût, méthode utilisée) se trouvent en ANNEXE F.



- **Prestation Air**

I. CONTEXTE

Ce chapitre explique pourquoi, nous ne mesurerons pas directement la qualité de l'air (mesure de gaz nocifs) mais plutôt nous préférons la mesure des paramètres d'influences comme la température, l'hygrométrie, la puissance et force du vent.

A. Mesurer la qualité de l'air en espace clos

Déterminer la qualité de l'air pour les animaux revient à mesurer la concentration en gaz nocifs dans leur environnement. Ceci est difficile pour deux raisons.

La littérature à ce sujet reste très succincte même si en dialoguant avec des vétérinaires fermiers et autres zootechniciens, on s'aperçoit qu'il existe divers conseils donnés par ceux-ci. Le contenu de ces dialogues se trouve en ANNEXE U.

Parmi ces conseils, on retient la notion suivante «il est aberrant de mesurer le taux de poussières dans un élevage bovins, par contre une analyse de gaz comme l'ammoniaque dans un élevage porcins est plus pertinente ».

Il faudrait donc adapter la recherche de polluant gazeux au cas par cas.

Les mesures de la qualité de l'air ne sont vraiment intéressantes que s'il y a une ventilation automatique car il est possible de tirer des conclusions sur la qualité du traitement de l'air. Or la plupart des bâtiments d'élevage disposent d'une aération naturelle.

Ces mesures étant difficile à mettre en place, nous avons choisis de mesurer des paramètres climatiques pouvant influencer indirectement d'autres paramètres recherchés (biologiques, électriques, etc...)

B. La Station METEO Littoclime: Intérêts pour le domaine environnemental dans le GPSE.

Pour prendre en compte différents paramètres, le choix de la station météorologique s'appuie sur les quelques exemples suivants :

La température joue un rôle sur « l'équilibre bactérien » présent dans une eau d'abreuvoir. Si elle excède 35°C, des bactéries telles que les coliformes ont une vitesse de développement quadruplée.

L'utilisation d'une sonde de température est donc nécessaire.

A sols comparables, plus le sol est humide et plus le temps de transfert des polluants est rapide. « *L'eau circule d'autant plus vite et facilement qu'il existe de l'eau au départ. Citons les cas des pluies intenses sur un sol humide qui peuvent majorer les transferts de nitrates de 40 % par rapport à une situation sèche⁷.* »

L'utilisation d'un pluviomètre et d'un capteur d'humidité est donc nécessaire.

Le vent peut véhiculer des bactéries d'une zone à une autre. Citons le cas des E.Coli présent dans le fumier et véhiculés par l'air jusqu'à l'alimentation des vaches.

L'utilisation d'un anémomètre et d'une girouette est donc nécessaire.

En utilisant cette station météo, nous nous fixons deux objectifs :

- Le premier est d'obtenir des mesures ayant les mêmes références « climatiques ». Citons le cas de mesures de tension de pas dans les mêmes conditions climatiques (même humidité,

⁷

source : Michel VAUCLIN - Modélisation des transferts d'eau - Résultats d'une recherche interdisciplinaire CNRS-INRA - septembre 2000.

même ensoleillement etc.). Ceci permet de négliger les paramètres climatiques d'influences.

- Le second est au contraire de voir l'influence de ces facteurs naturels sur les différents mesurands recherchés. Des corrélations peuvent alors être effectuées entre ces paramètres naturels et d'autres paramètres. Citons le cas de l'humidité (pluie) qui peuvent modifier la concentration en bactéries dans un abreuvoir par dilution.

C. Présentation du matériel

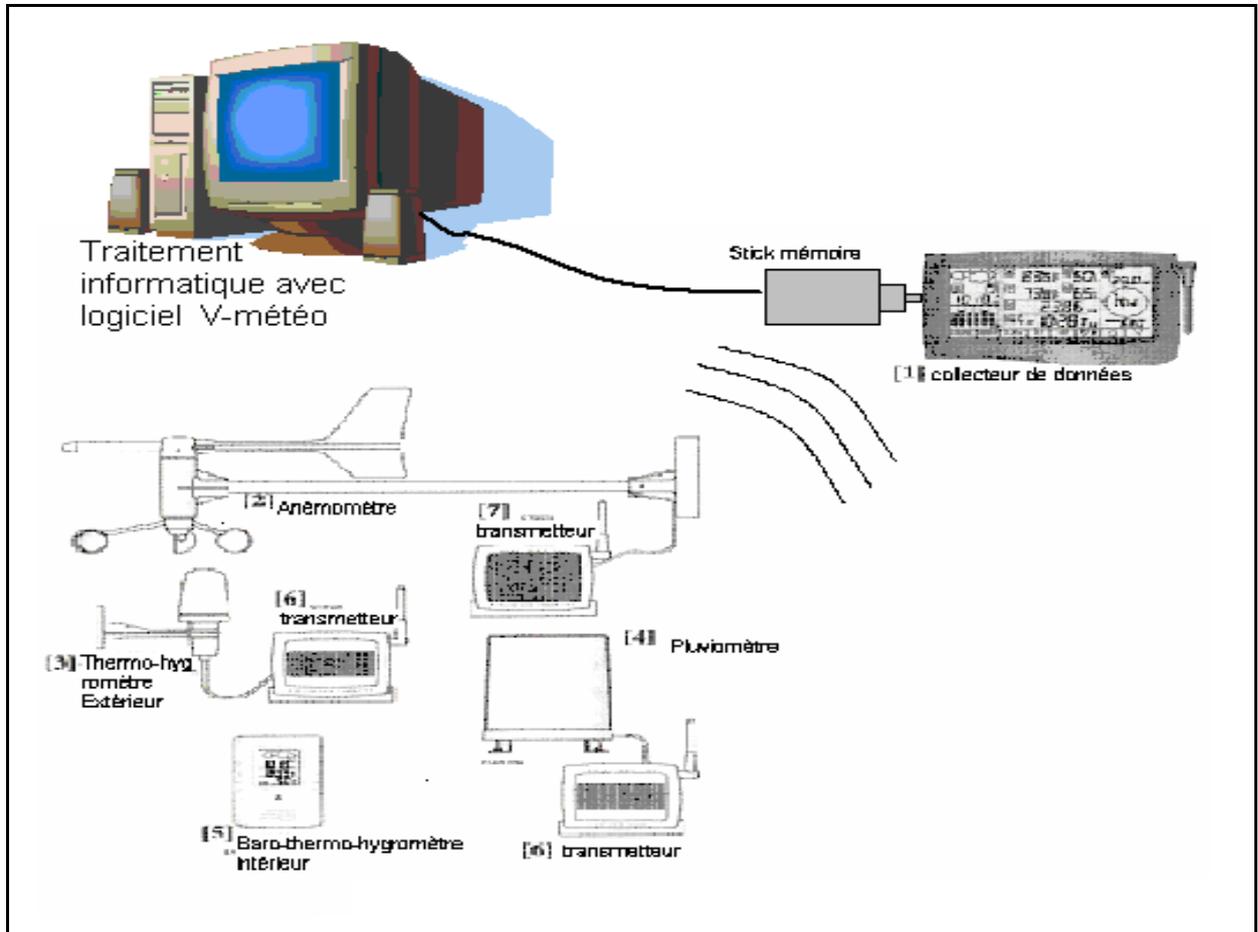


Figure 7 : Schéma du fonctionnement de la station météo

Afin de mesurer les paramètres (humidité, température, force et direction du vent...), nous avons opté pour une station météorologique. Elle mesure ces paramètres en temps réel. La collecte de données se fait au niveau d'un module d'acquisition et de collecte des données (voir figure 7). Les données peuvent être récupérées à distance via une connexion réseau intranet puis Internet. Ceci est intéressant quand le lieu de la mesure se trouve à 600 km du lieu bureau d'étude.

D. Gestion des données

Les Figures 8 et 9 montrent les possibilités offertes par le logiciel **V-météo**™ que nous utilisons avec la station météo.



Figure 8 : Indications en temps réel des différents capteurs



Figure 9 : Visualisation de données enregistrées

Les données sont libres d'accès sur Internet sur le site www.climat-france.com. Elles peuvent donc être consultées par n'importe qui, de partout et à tout moment. (Voir Figure 10)



Figure 10 : Site Internet de consultation des données météo.

II. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Lorsque la station météorologique sera fixée, elle devra respecter les conditions imposées dans le chapitre suivant afin de fournir des mesures fidèles à la réalité.

A. Perspective : stratégie d'implantation de la station météo sur le site

Le lieu d'implantation ne doit pas se trouver à proximité d'éléments de grande taille (arbres ou bâtiment), qui auraient une influence sur les mesures du vent ou de la température.

Les obstacles les plus proches doivent se trouver éloignés d'une distance au moins égale à leur hauteur, soit de 6 à 12 mètres pour une maison, 2 mètres pour un mur et de 15 à 20 mètres pour un grand arbre. Le schéma d'implantation de la Figure 11 nous en donne un exemple.

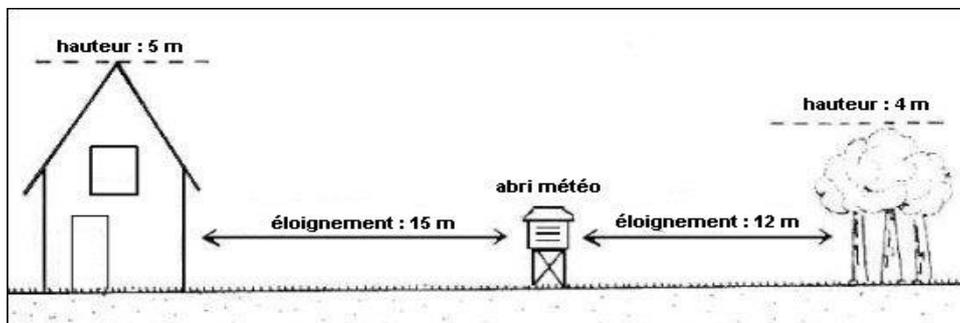


Figure 11 : Schéma d'implantation d'une station météo

Dans le chapitre • II. B, nous avons proposé différents capteurs de mesure. Le choix de leur implantation doit respecter des consignes précises afin qu'ils fournissent des mesures représentatives.

1 Le thermomètre

Afin de pouvoir comparer entre elles les mesures de températures faites à plusieurs endroits, la hauteur des thermomètres est en général comprise entre 1,50 m et 2 m, au-dessus d'un sol.

2 Le pluviomètre

Il doit ne recevoir que l'eau tombée du ciel et non celle qui pourrait s'égoutter des arbres, d'un toit ou projetée par rebondissement sur le sol. Sans quoi, toutes mesures ne seraient plus significatives.

L'emplacement idéal serait de le maintenir sur un piquet à une hauteur d'au moins 1 mètre et dans un endroit parfaitement dégagé.

3 Le baromètre

Il s'installe à l'intérieur d'un bâtiment, à l'abri de l'exposition solaire et des variations importantes de température.

4 La girouette et anémomètre

Elle doit être placée à grande hauteur (au moins 3 mètres) et installée dans un endroit aussi dégagé que possible afin de ne pas être perturbée par des remous d'air dus aux obstacles proches.

L'idéal serait de placer ces instruments sur un mât (ou pylône) à 20 mètres de hauteur car à cette altitude, le vent n'est quasiment plus perturbé par "l'effet de sol"⁸.

Les mêmes indications que ci-dessus s'appliquent également à l'anémomètre.

L'intérêt pour le domaine environnemental de ces différents capteurs de mesure se trouve dans le chapitre B.

B. Conclusion

Nous n'avons pas fait de mesures physico-chimiques direct de l'air pour cette prestation (mesure de gaz ammoniacs) étant donné l'absence de référentiels. Le choix de mesurer des paramètres d'influences (température, humidité, vent) constitue cependant une bonne alternative d'investigation.

⁸

A noter que la hauteur normalisée dans une station du réseau de Météo France est de 10 mètres sur pylône exclusivement.



• **Prestation Sol**

I. CONTEXTE

Le premier objectif de cette prestation est l'identification de courants vagabonds dans le sol. Nous le ferons par la voie électrique et plus précisément par la mesure de la conductivité du sol.

Le second objectif est de mener cette étude sur une vaste superficie. Nous devons ainsi cartographier un sol.

Le choix de l'instrumentation est fait en fonction de ces deux paramètres (mesure courant de fuites sur une vaste superficie d'investigation)

Dans ce chapitre « Prestation sol », nous allons présenter quels ont été les moyens et méthodes mis en place pour analyser cette caractéristique du milieu SOL.

A. Méthodologie appliquée

Le déroulement de cette action se divise en trois phases.

La première phase consiste en l'utilisation d'un telluromètre qui mesure la résistivité de la terre grâce à une injection de courant dans le sol. Elle se déroule à Limoges, Ester.

La seconde phase consiste en l'utilisation et la prise en main d'un Conductivimètre qui mesure par voie magnétique la conductivité du sol. Elle se déroule à Limoges.

Cette seconde phase a pour but la confrontation des deux méthodes (telluromètre et conductivimètre). Elle posera les limites de ces deux méthodes (vitesse d'exécution, mesures fines). Nous verrons ainsi quel est l'appareil à privilégier pour faire une cartographie générale d'un lieu ou au contraire faire une analyse ponctuelle plus fine.

La troisième phase est l'utilisation du conductivimètre. En effet, on veut tracer une carte de conductivité d'une grande surface de terrain (800m²).

B. La méthode WENNER : analyse fine d'une zone

1 Théorie

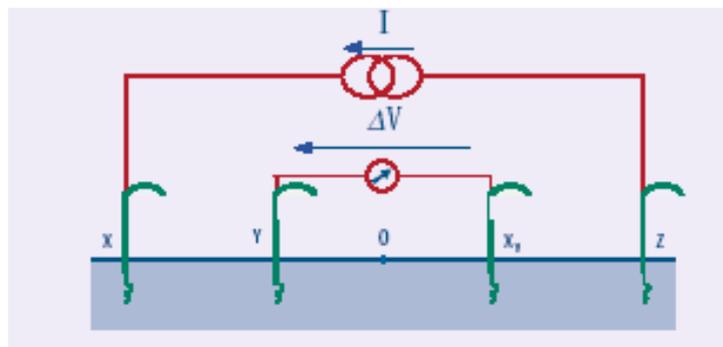


Figure 12 : Schéma théorique de la méthode WENNER

La méthode WENNER (voir Figure 12) permet de connaître, à l'aplomb d'un point O, la résistivité du sol en fonction de la profondeur. Le principe est la génération d'un courant I entre deux piquets de terre X et Z, disposés symétriquement par rapport au point O. Deux électrodes supplémentaires Y et Xv sont placés au voisinage du point O, pour mesurer la différence de potentiel ΔV . Les différentes électrodes sont posées à équidistances les unes des autres. La résistivité apparente des couches cumulées du sol sous le point O est calculée à partir de la tension donnée par un voltmètre et l'intensité donnée par un ampèremètre selon la formule :

$$\rho = \frac{2\pi}{\frac{1}{ZY} - \frac{1}{YX} - \frac{1}{ZX_v} + \frac{1}{X_vX}} \cdot \frac{\Delta V}{I}$$

Figure 13 : Equation donnant la résistivité

Où ρ est la résistivité [exprimée en $[\Omega.m]$, ZY, YX, ZXv et XvX sont les distances entre les quatre sondes [en m] et $\Delta V/I = R$ est la résistance affichée sur l'appareil de mesure de terre [en Ω].
Si les électrodes sont positionnées à équidistances, la formule se simplifie alors pour donner la formule de la Figure 14.

$$\rho = 2\pi \cdot A \cdot \frac{\Delta V}{I}$$

Figure 14 : Version simplifiée de l'équation précédente

Où :

ρ : résistivité [Ω/m].

A : distance entre les sondes [m].

$V/I = R$: résistance affichée sur l'appareil de mesure de terre [Ω].

A noter que la profondeur d'investigation dépend de l'écartement A des piquets. La profondeur d'investigation équivaut à 75% environ de l'écartement entre deux électrodes.

2 Matériel

Le telluromètre « TERCA Chauvin Arnoux™ » visible sur la Figure 15, est muni de quatre électrodes qui vont déterminer la résistance moyenne du sol pour différentes profondeurs. Cette profondeur d'investigation est fonction de l'écartement des électrodes (voir théorie plus haut). Les détails sont disponibles en ANNEXE H. Le principe de fonctionnement du telluromètre repose sur la méthode WENNER exposée dans le • I. B.1.

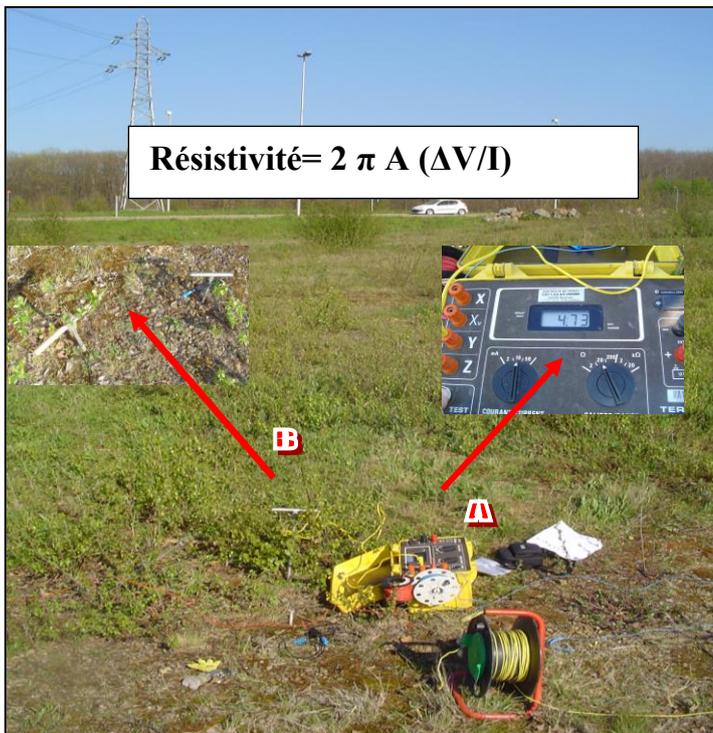


Figure 15 : Utilisation du telluromètre

A : telluromètre

B : Piquet ou électrode

Le telluromètre présent en Figure 15 constitue la méthode classique pour mesurer la résistivité d'un sol. Une nouvelle méthode (le conductivimètre et GPS) est testée afin de savoir si elle procure de nouveaux avantages (rapidité d'exécution, domaine d'investigation plus grand).

C. L'ensemble conductivimètre et GPS : nouvelle méthode d'investigation

Pour mesurer la conductivité d'un sol, le telluromètre est le plus couramment utilisé. Cependant, il ne permet pas de faire des mesures rapides. En optant pour le conductivimètre associé au GPS, nous espérons faire les mêmes mesures avec un gain de temps accru.

1 Théorie sur le conductivimètre

Une première bobine génère un champ magnétique qui induit un courant dans le sol. Ce courant va créer un champ magnétique résultant qui va être récupéré par la deuxième bobine. La composante en quadrature de phase du champ magnétique induit est fonction de la valeur de conductivité du sol.

2 Conductivimètre « Geonics » seul

Le « conductivimètre *GEONICS EM34-RT™* » comporte deux parties essentielles :

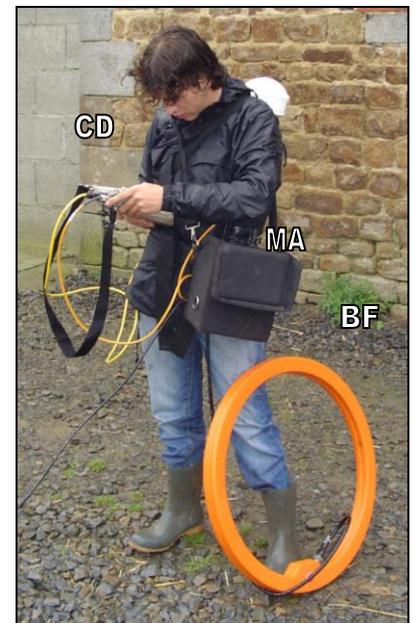
- La **partie émettrice** (*GEONICS Emitter*) comprennent une bobine ferromagnétique et un générateur portatif visibles Figure 16.
- La **partie réceptrice** (*GEONICS Receiver*) comprennent une bobine ferromagnétique, un appareil de réception portatif et un collecteur de données (*GEONICS data logger*).

Figure 16: Opérateur ne disposant que du module conductivimètre, partie réceptrice

Il dispose d'une bobine ferromagnétique (BF), d'un module d'acquisition (MA), et d'un collecteur de données (CD).

A noter qu'un second opérateur doit être présent pour cette mesure. Cet autre opérateur dispose d'une bobine ferromagnétique (identique en apparence à celle de la photo) et d'un module d'émission (identique en apparence au module d'acquisition).

La méthode utilisée (10m, 20m ou 40m) repose sur la distance entre les deux bobines reliées à chacun des opérateurs.



3 GPS « TRIMBLE » seul

Le GPS TRIMBLE permet de donner le positionnement de manière très précise, c'est-à-dire à 1m près sans corrections informatiques. Avec la correction informatique, nous pouvons obtenir une précision de 25 cm. Ce traitement nécessite toutefois un logiciel et le renouvellement mensuel de son abonnement. Nous n'utiliserons pas le traitement informatique.

a Théorie

Le principe du positionnement GPS repose sur le principe de triangulation. L'orbite des satellites a été conçue de telle manière que partout sur Terre, on puisse voir au moins quatre d'entre eux à tout moment. Les récepteurs, comme l'antenne TRIMBLE™, fonctionnent sur le principe de la télémétrie : On mesure la distance entre l'utilisateur et un certain nombre de satellites de positions connues.

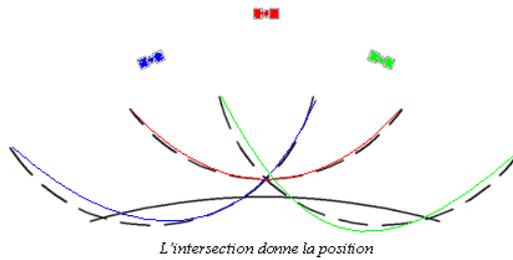


Figure 17 : Position avec satellites

On définit ainsi des sphères centrées sur des satellites et dont l'intersection donne la position (voir figure 17). Le récepteur GPS est capable d'identifier le satellite qu'il utilise à l'aide du signal propre à chaque satellite. Il récupère de ce signal, les informations sur l'orbite et la position du satellite. Pour mesurer la distance qui sépare le satellite du GPS, on mesure le temps T mis par le signal pour aller de l'un vers l'autre. Le signal voyageant à la vitesse de la lumière, la distance recherchée est donnée par la formule.

$$D = c.T$$

Avec :

- D : distance en mètre
- T : temps en secondes
- c : célérité de la lumière : 3.108 m.s^{-1}

Afin de mesurer T, le satellite et le récepteur émettent tous deux un signal au même instant (instant réglé sur les horloges atomiques des satellites). Le récepteur retarde ensuite le début de cette émission jusqu'à ce que son signal se superpose avec celui provenant du satellite. La valeur de ce retard est ainsi le temps mis par le signal pour se propager du satellite jusqu'à l'utilisateur.

b Instrumentation

Il comprend deux parties : une antenne réceptrice avec traitement de données, un collecteur de données « *TRIMBLE data logger* » appelé aussi Carnet de Terrain et le positionneur qui regroupe l'alimentation et l'appareil de traitement des données satellites. La Figure 18 nous montre un opérateur uniquement équipé du module GPS.

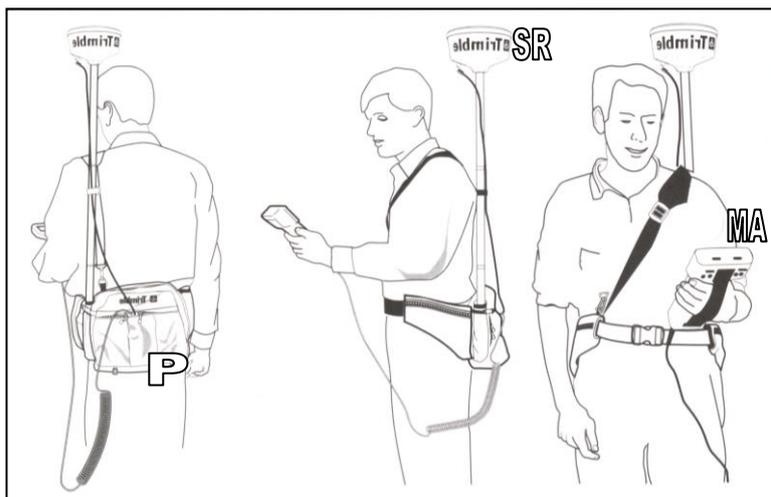


Figure 18 : Opérateur ne disposant que du module GPS

Le module comprend une antenne réceptrice (SR), un module d'acquisition (MA) et d'un positionneur (P).

4 Ensemble Conductivimètre/ GPS

L'utilisation de ce type de matériel nécessite deux opérateurs. Chaque opérateur dispose d'un module disposant de sa propre fonctionnalité.



Le premier opérateur prendra en charge la partie émettrice de l'ensemble conductivimètre/ GPS (Figure 19), tandis qu'un second opérateur prendra en charge la partie réceptrice.

Figure 19: Opérateur disposant de la partie Réception de l'ensemble conductivimètre/GPS

Ce module comprend toute la partie GPS (antenne réceptrice SR, module d'acquisition et le positionneur P), ainsi que la partie réceptrice du conductivimètre (Bobine ferromagnétique BF, module d'acquisition MA, et collecteur de données ou data logger CD).

Il existe pour ces deux parties (GPS et conductivimètre), un étalonnage qui leur sont propre. Ces manipulations sont détaillées en ANNEXE K et ANNEXE L.

Dans ces mêmes annexes se trouvent le schéma des connections entre les différentes parties des différents modules de l'ensemble conductivimètre/GPS.

5 Méthodologie adoptée sur le terrain

Lors de cette prestation sol, nous utiliserons l'ensemble conductivimètre/GPS.

Les mesures sur terrain respectent un mode opératoire bien précis. Ainsi, les bobines doivent garder exactement les mêmes axes de position (signée par une pastille rouge). Les opérateurs doivent se déplacer à l'identique comme l'indique la figure 21.

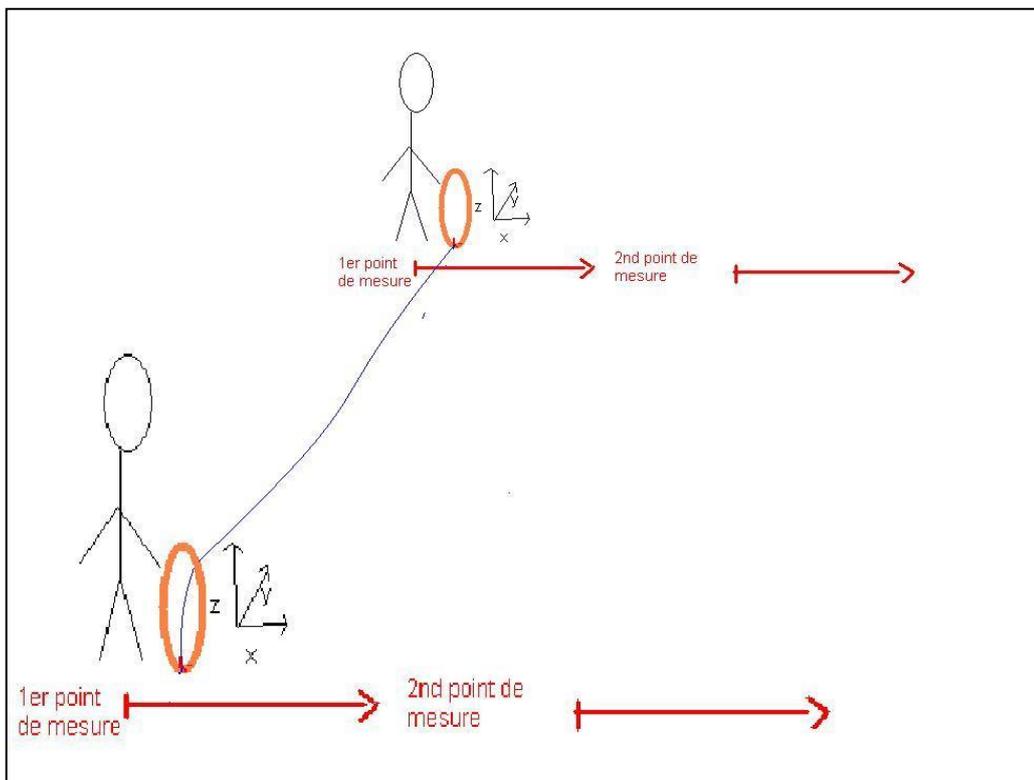


Figure 20 : Méthode Employée pour le conductivimètre

6 Traitement des informations

Une fois les mesures effectuées et stockées dans le data logger du conductivimètre, elles doivent subir un traitement informatique. Cette étape importante permettra la création de carte de conductivité du sol.

a Récupération et transfert des données

Toutes les données (conductivités par le conductivimètre, informations spatiales par le GPS) sont collectées dans le data logger du conductivimètre. Elles sont au format « *nomdufichier.GT34* ». Nous devons les transférer vers un logiciel appelé Lynx™ via une connexion série PC- data logger. Cette manipulation permet de les convertir en un fichier plus complexe. Ce fichier a pour extension « *nomdufichier.GPT34* ».

b Traitements des données

Le logiciel EM-34-PRO™, qui est le logiciel du fournisseur du conductivimètre, permet de traiter ses données sous forme de courbes, ou sous forme de tracés cartographiques (voir Figure 21 et Figure 22).

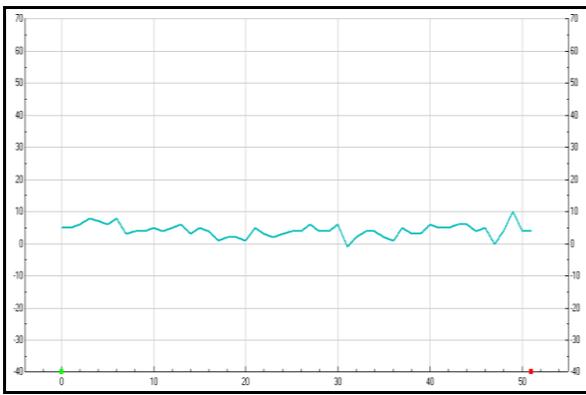


Figure 21 : Rendu linéaire des mesures de conductivités avec logiciel EM-34 PRO

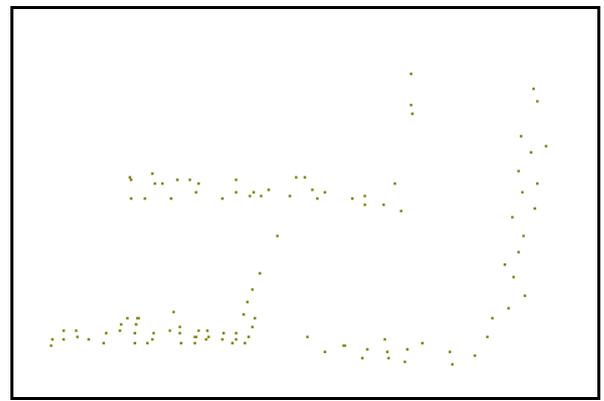


Figure 22 : Rendu spatial des mesures de conductivités avec logiciel EM-34-PRO

Nous obtenons soit un graphique donnant la valeur de la conductivité en fonction du numéro de mesure (voir Figure 21) soit une carte de l'implantation des points de mesure (voir Figure 22). Afin de se faire une idée visuelle des sols, nous utilisons le logiciel SURFER 08™ qui donne un rendu final visible sur la figure 24.

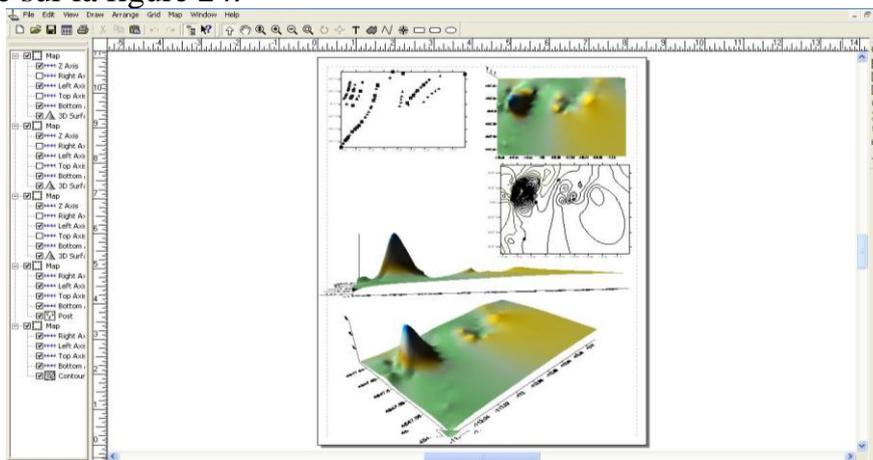


Figure 23 : Le logiciel surfer-08 permet de tracer la conductivité en fonction de la position spatial

Avec ce logiciel nous pouvons voir l'évolution de la conductivité d'un terrain sous une représentation en trois dimensions. La Figure 24 nous montre les nombreuses possibilités de traitement de l'information (vue 3D, vue de dessus, vue de droite, etc.).

D. Comparaisons des deux méthodes

Nous avons mesuré la résistivité d'un sol avec deux méthodes. Nous exposons dans ce chapitre, les avantages et inconvénients pratiques liées à ces deux méthodes et nous comparons leurs résultats respectifs.

1 Comparaison pratique

Pour une analyse générale d'une grande surface, la méthode conductivimétrique sera privilégiée car elle permet de balayer une grande superficie de terrain en peu de temps. En effet, le conductivimètre nous permet de balayer 500 m² de terrain, soit 800 mesures en une seule journée. Par contre, il est sensible aux champs électromagnétiques émis sous une ligne HT. La stabilité des mesures devient très difficile à obtenir, et il apparaît des valeurs aberrantes (conductivité négative, augmentation exponentielle de la conductivité) lorsqu'on se place sous une ligne à HT.

Une des particularités de cette nouvelle méthode est d'être sensible aux objets métalliques enfouis dans le sol. Cette instrumentation permet donc de détecter les métaux enfouis.

La méthode WENNER ou des 4 piquets est plus longue et plus fastidieuse à mettre en place. Cette méthode ne convient donc pas à une analyse de la résistivité à grande échelle, toutefois elle reste idéale pour réaliser une analyse fine et ponctuelle. Elle constitue aussi le recours au conductivimètre qu'on ne peut utiliser sous une ligne HT.

La méthode du telluromètre peut s'avérer fastidieuse sur certains terrains durs (enfouissement des piquets difficiles).

2 Comparaison des résultats

Les écarts de conductivité ont été calculés entre les résultats donnés par le conductivimètre (méthode H10 : bobines verticales, écartement 10 m entre chaque bobine) et les résultats donnés par chacun des trois écartements de piquets du telluromètre.

D'après la

Figure 24, on constate que les écarts entre la méthode conductivimétrique et la méthode tellurométrique (avec différents écartements) n'excèdent pas 35%. Les détails des calculs se trouvent en ANNEXE J.

Méthode tellurométrique. Ecartement des piquets (m)	Ecart de conductivité avec la méthode conductivimétrique (H10) (%)
2,5	30
5	31,8
10	34,8
15	16,5
30	25,5

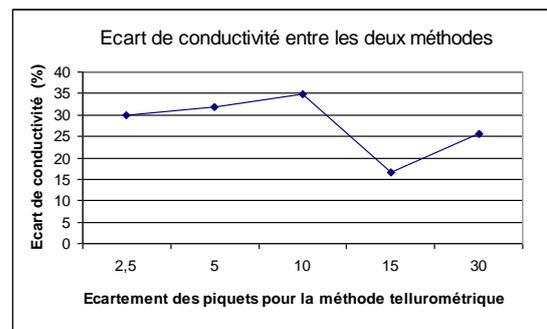
Figure 24 : écart entre méthode conductimètre et différents écartement telluromètre

On constate toujours d'après la

Figure 24, que la méthode 15 m du telluromètre est la plus proche de la méthode H10 du conductivimètre. Ce résultat peut être expliqué de la manière suivante :

L'écartement des piquets est de 15 mètres, or la profondeur d'investigation est de 75% distance entre piquets soit 11,25 mètres. On calcul donc la conductivité à 11 m de profondeur.

Avec la méthode H10 du conductivimètre, nous écartons les bobines de 10 mètres et nous mesurons donc la conductivité à 10 mètres de profondeur.



Graphique 1 : Ecart de conductivité entre telluromètre et conductivimètre

Pour des profondeurs similaires (10 à 11 mètres) nous obtenons la même valeur de conductivité avec deux méthodes différentes. La méthode conductivimétrique reste donc valable par rapport à la méthode tellurométrique, pour la profondeur de 10 mètres.

E. Résultats et Critiques de la campagne de mesure

L'utilisation du conductivimètre/GPS s'est faite au niveau d'une exploitation fermière en Normandie. Nous avons utilisé la méthode H10 Les résultats ont été les suivants :

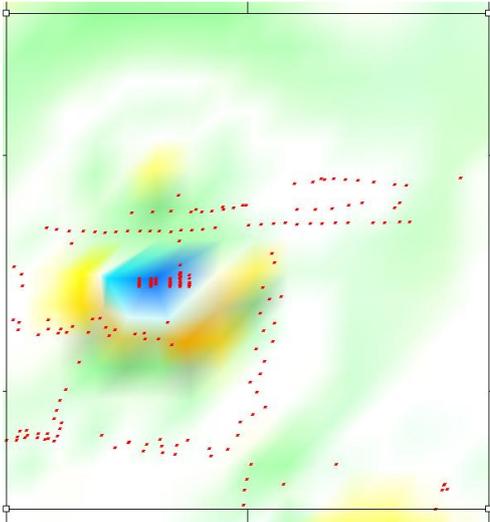


Figure 25 : Conductivité (bleu : forte ; jaune : moyenne, vert : faible.)

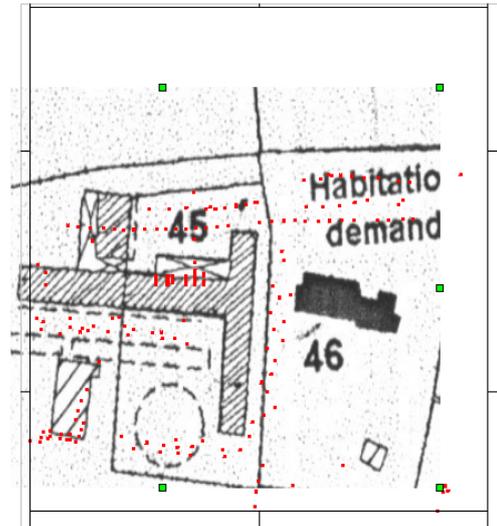


Figure 26 : Point de mesure effectué sur une zone de ferme (point en rouge : point de mesure)

La profondeur d'investigation est de 10 à 15 mètres pour la méthode H10, selon le manuel d'utilisation du conductivimètre. La surface cartographiée ne nous permet pas de visualiser une traînée de conductivité, mais seulement un dôme, visible en bleu sur la Figure 25. Nous pouvons corréler ces informations aux observations de l'exploitant qui affirme que dans les zones pathogènes (zone bleue sur la figure ci-dessus), les animaux ont un comportement particulier (refus de dormir, stress etc...)

II. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

A. Conclusions

Lors de cette prestation sol, nous avons donc choisis de mesurer la conductivité du sol. Ceci a permis de déterminer d'un point de vu environnemental la qualité d'un sol par la présence d'éléments métalliques et de zone humides.

Deux méthodes ont permis d'effectuer ces mesures :

- La méthode tellurométrique permettant une analyse fine et indépendante du champ électromagnétique.
- La méthode conductivimétrique permettant de cartographier une grande surface de terrain.

Nous trouvons des résultats similaires pour ces deux instrumentations qui ne sont pas basées sur le même principe (injection de courant pour la première, méthode magnétique pour la seconde).

B. Perspectives : Mesurer de nouveaux polluants dans le sol

Le sol peut être la source de pollution. Ses caractéristiques (type de sol, structure, etc.) vont influencer un type de pollution plutôt qu'un autre.

Pour procéder à une analyse complète du sol, tant biologique que chimique ; diverses instrumentations sont disponibles. Cependant, nous privilégierons un matériel portable. Nous proposons ainsi la trousse ECO-TOX qui permet de déterminer :

- le type de sol (calcaire, sableux),
- sa structure (sédimentaire, sableux, granulométrie),
- paramètres chimiques (pH, phosphate, potassium, nitrates, nitrites, ammonium).

Le prix d'achat est de 970 €.

- **Travaux annexes**

I. CONTEXTE

Le chapitre « Travaux annexes » présente les travaux annexes au stage. Travaux qui s'intègrent parfaitement dans la démarche GPSE.

II. QUESTIONNAIRE ET TABLEAU D'INVESTIGATION

A. Questionnaire

Le questionnaire ne doit pas être ciblé sur une source de problème présumé. Ceci pour deux raisons : éviter de chercher le problème là où il n'y serait pas et étant donné que le questionnaire sera soumis à l'exploitant, éviter de l'emmener vers un type de réponse souhaitée. Dans ce souci de transparence, l'idéal serait que les questions soient posées par une tierce personne.

Un questionnaire de sensibilité environnementale sera à intégrer dans le questionnaire général du protocole GPSE.

De cette enquête préliminaire sur les problèmes constatés, chaque partie essaiera de tirer des informations qu'il lui paraisse important en dégagant par exemple des effets redondants afin de trouver des relations probables entre causes et effets.

Le questionnaire disponible en ANNEXE V n'est pas la version définitive qui sera intégré dans le questionnaire GPSE.

B. Tableau d'investigation

Le but du Tableau 1 est de déterminer le plus rapidement possible les causes possibles en fonctions des symptômes constatés.

	Biologique	Zooteknique	Electrique	Environnemental
Causes probables →	E. Coli Salmonelle BLVD pas d'alimentation Installation de traite inadéquate défaut de ventilation excès de ventilation pas d'hygiène excès d'humidité dureté, abrasivité du sol casse trop peuplée volume d'air viable excessif		Equipement du bâtiment Défaut d'isolement cléture électrique ligne moyenne basse tension Effet de pile orage foudre	pollution de l'eau odeur température de l'eau pH trop bas. Th. Trop bas Ph. bas, corrosion Qualité microbiologique Excès de Mo excès de Mg, Zn sulfates
L'Animal				
Etat général				
poil piqué		x		
fièvre	x	x		
Diminution de la rumination maigreur (perte d'appétit)	x	x		
Pathologie respiratoire				
Détresse respiratoire	x	x	x	
Toux		x		
Jetage nasal		x		
Respiration accélérée				
Pneumonie	x	x		
Pathologie visuelle				
yeux qui coule			x	
yeux vitreux			x	
Pathologie nasale				
érosion du mufle		x		
érosion des gencives		x		

Tableau 1 : Relation Causes probables et symptômes

On peut voir sur le Tableau 1, les symptômes de la vache répertoriés dans la colonne animale. Les causes probables issues des quatre domaines d'investigation présents dans le GPSE y sont aussi répertoriées. S'il existe une relation entre cause et symptôme, ceci est indiqué par le symbole X.

III. GEOBIOLOGIE ET RADIESTHESIE

Le dossier géobiologie et radiologie se trouve dans un dossier annexe intitulé « Radiesthésie et Géobiologie ». Un bilan au niveau national de ce qui est fait au niveau pratique en géobiologie et radiesthésie y est disponible.

Conclusions

En intégrant le domaine environnemental au protocole GPSE, j'ai volontairement orienté mon domaine d'investigation vers les trois milieux classiques environnementaux que sont l'eau, l'air et le sol.

Le stage s'est articulé selon trois axes.

Le premier axe a été le choix des mesurandes qui fut très important car il a finalement réduit le domaine de recherche à certains paramètres, et déterminer le type d'appareillage à adopter.

Les investigations, les recherches et les normes déjà existantes n'ont pas le même état d'avancement suivant le milieu étudié. La plupart de ces travaux (identifications de constituants, mise en place de normes et de réglementations) ont été axés majoritairement autour de la « qualité de vie » de l'homme. Aujourd'hui, il existe quelques recommandations, mais surtout beaucoup de conseils concernant les qualités environnementales axés sur les animaux fermiers. La pauvreté bibliographique constitua la principale difficulté.

Les paramètres ont été choisis suivants trois critères.

Ils sont soumis à un minimum de réglementations (cas des recommandations pour les paramètres pour l'eau d'abreuvement).

Ils sont susceptibles d'apporter des éléments de réponses pour répondre à des questions électriques tout en ayant une incidence sur l'environnement (cas de la mesure de la conductivité du sol).

La facilité pour les mesurer, leur pertinence par rapport aux conclusions qu'ils pourront apporter (cas des paramètres choisis pour la station météo).

Le second axe fut la sélection de l'instrumentation pour chacun de ces trois milieux.

Le choix a été fonction de l'étendue de mesure et de la précision désirée. Un budget de départ étant fixé, il a fallu aussi tenir compte du prix qui est conditionné par les deux critères de qualité cités avant.

Le troisième axe a été l'essai du matériel et son adaptation au contexte du stage qui est la mesure de la qualité environnementale pour les animaux fermiers.

Pour certaines instrumentations, l'utilisation était nouvelle et la documentation liée souvent mal expliquée. Il a donc fallu re-rédiger divers modes opératoires, pour une meilleure compréhension, afin que tout personne s'intéressant à la partie environnementale du protocole GPSE et ne disposant pas forcément des connaissances requises, puisse faire les mesures de manières justes.

Toutes ces premières démarches entreprises lors du stage consistent en la bonne intégration du domaine environnemental dans le protocole GPSE.

- **Annexes**

ANNEXE A :

Corrélation entre signes cliniques et médicales et qualité de l'eau

Signes cliniques en rapport avec une mauvaise qualité de l'eau		
Signes cliniques	Paramètres mis en cause	Limite dangereuse
Chute de production	Odeur et goût : augmentation des sulfures, présence d'algues (Cyanophycées)	/
	Goût : pH trop bas corrosions des conduites	/
	Teneur en substances dissoutes	4999ppm
	NaCl	2500mg/l
Diminution de la rumination	Température de l'eau	/
Troubles digestifs (gastro entérites, douleurs abdominales)	NaCl (intoxication chronique)	5000mg/l
Troubles nerveux	NaCl (intoxication aigue)	5000mg/l
Diarrée	Qualité microbiologique	1 coliforme/ 100ml chez le veau 15 à 25 coliformes/ 100 ml chez l'adulte
	Teneur en substances dissoutes	2999ppm
	Sulfate de Mg	250mg/l vache laitière 400mg/l vache à viande
	Sulfates	1000mg/l bovin 500mg/l chez le veau
	Salmonelles	0
Mauvaises digestion	Excès de minéraux	/
Affections multifactorielles Mammite, métrites, avortement, boiteries infertilités	Qualité microbiologique	/
	Nitrates	25mg NO3/ l
	PH trop bas	/
Carences en oligo-élément	Excès de fer, Mn	0,1 mg/l
Intoxication hémolytique	Cu (mouton) Mo (Bovins)	Cu = 0,6 mg/ l (ovins)

Tableau 2 : Corrélation signes cliniques et qualité de l'eau⁹

ANNEXE B

Règlementation actuelle pour l'eau d'abreuvement animal

⁹ Tiré du mensuel « Le Point Vétérinaire »

Normes et concentrations dangereuses des paramètres de l'eau de boisson pour les bovins		
Constituant	Concentrations autorisées (mg/l)	Concentrations potentiellement dangereuses
pH	6,8 à 7,5	< 5,5 ou >8,5
Solides dissous	500 ou moins	>3000
Chlorures	0 à 250	>250
Sulfates	0 à 250	>2000.
Phosphates	0 à 1	>5
Dureté Totale	0 à 180	>200
Calcium	0 à 43	> 500
Magnésium	0 à 29	> 125
Sodium	0 à 3	> 125
Fer	0 à 0,03	> 0,3 (problème de goût)
Manganèse	0 à 0,05	>0,05 (problème de goût)
Cuivre	0 à 0,6	>0,6 (ovins) ; > 1 (bovins)
Arsenic	0,05	>0,20
Cadmium	0 à 0,01	>0,05
Mercure	0 à 0,005	>0,01
Plomb	0 à 0,05	>0,1
Baryum	0 à 1	>10
Nb totale de Bactérie/ 100ml	<200	>1 million
Nombres total de coliformes /100ml	<1	>1 (veaux) >15 (vaches)

Tableau 3 : Recommandations pour l'eau d'abreuvement¹⁰

ANNEXE C

Bactéries et corrosion

Electricité et bactéries.

Hypothèse sur l'origine bactérienne dans un réseau d'eau

Les canalisations d'eau sont faites en cuivre, cependant certains raccords sont en acier galvanisé. L'association de **différentes parties métalliques**, par exemple le cuivre - acier galvanisé, **au contact d'un courant et d'eau** peut causer un **phénomène de corrosion**.

Certaines bactéries responsables de maladies infectieuses chez la vache (E.Coli, staphylococcus) profitent de cette corrosion pour se multiplier beaucoup plus facilement.

Une fois arrivé au stade final de croissance les bactéries se disséminent dans l'eau. L'animal peut être alors infecté par ces bactéries pathogènes en buvant l'eau.

Il faut savoir que l'absence totale des bactéries citées plus haut pour une eau de consommation animale ou même humaine n'existe pas. Ces **bactéries sont donc toujours**

¹⁰ Tiré du mensuel « Le Point Vétérinaire »

présentes, même en infimes quantités avec ou sans phénomène de corrosion. Pour éliminer définitivement ces bactéries, il faudrait traiter l'eau très proche du lieu de consommation.

Scénarios possibles sur l'origine de la corrosion :

Scénario n°1 :

Supposons qu'un abreuvoir isolé du sol se trouve à proximité d'une ligne Haute Tension. Il risque d'y avoir l'apparition d'un **couplage capacitif entre la ligne et l'abreuvoir**. Ceci va créer une **différence de potentiel entre l'abreuvoir et le sol**. Cette différence de potentiel peut être à **l'origine du phénomène de corrosion**.

Scénario n°2 :

Si le courant vagabond est présent dans la terre, il apparaît une tension de pas entre les pieds métalliques de l'abreuvoir circulant tout au long de l'abreuvoir. S'il y a association de différentes parties métalliques, il résultera alors un phénomène de corrosion.

Questions posées :

Existe-t-il des travaux ou études déjà effectuées sur ce phénomène de contamination par corrosion « électrique » ?

Existe-t-il des travaux menés sur les bactéries et la corrosion ?

Mode opératoire pour le prélèvement de l'eau

Préparation :

Déterminer le nombre et la localisation des points de prélèvement.

Prélever au plus près du lieu de consommation de l'animal (Robinet alimentant un abreuvoir).

Matériel nécessaire :

Thermomètre, gants, canne télescopique, papier dosage chlore, chalumeau.

Le flaconnage est déterminé en fonction de ce qui est recherché.

Prélèvement :

Pour analyse bactériologique :

Stériliser le robinet par flambage

Faire couler 5 à 10 secondes avec un débit maximal, puis laisser couler 2 minutes au moins à débit moyen. Enfin, recueillir 1 litre d'eau dans des flacons stériles emballés pour éviter toute contamination.

Maintenir le flacon stérile dans un rayon de 20 cm de la flamme du brûleur à gaz.

Remplir et prévoir un vide d'air.

Si utilisation de la canne de prélèvement nécessaire, flamber la partie de la canne en contact avec l'eau (environ 50 cm) sinon utiliser des gants stériles.

Mesurer la température.

Pour analyse physico-chimique :

Rincer le flacon 3 fois avec l'eau à analyser. De même pour le bouchon. Remplir le flacon jusqu'au trait 5 ml.

Transport des échantillons :

Transporter dans une glacière à une température inférieure à 5°C. Glacière équipée d'un thermomètre mini/maxi à sonde immergée dans un flacon.

Noter pour le premier flacon les paramètres température lors du stockage et lors du retour au laboratoire

Compléter la fiche de prélèvement.

ANNEXE E : Fiche de prélèvement

Cisteme Centre d'ingénierie des Systèmes en Télécommunication, ElectroMagnétisme et Electronique	Cisteme ESTER Technopole B.P n° 6913 87069 Limoges Cedex
---	---

ANALYSE	<input type="checkbox"/> BACTERIOLOGIQUE	<input type="checkbox"/> CHIMIQUE
----------------	---	--

FICHE DE PRELEVEMENT POUR RECHERCHE DE

NOM ET ADRESSE du PAYEUR	NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR

<p align="center">RENSEIGNEMENTS (à compléter par exemplaire d'échantillon)</p> <p>PRELEVEMENT EFFECTUE PAR :</p> <p>Date : Heure :</p> <p>LIEU DE PRELEVEMENT : Commune :</p> <p>Description du Lieu de prélèvement :</p> <p>Personne accompagnant le préleveur :</p>

IMPORTANT (à lire avant de faire le prélèvement) :

- Prévoir la date de prélèvement en accord avec le laboratoire d'analyse pour analyses microbiologiques uniquement.
- Demander un flacon de 500 ml stérile avec 0,5% de thiosulfate, lorsque l'eau prélevée est traitée par un biocide oxydant.
- Les prélèvements sont amenés le plus rapidement au laboratoire avec un délai de 12H maximum, dans un emballage réfrigéré (conserver l'échantillon entre 2°C et 5°C, éviter la congélation).

ANNEXE F : Proposition de matériel pour analyse bactériologique de l'eau

La méthode de l'ensemencement verticale consiste à tremper une lame gélosée dans un récipient contenant l'eau à analyser. Le trempage doit se faire de manière verticale afin que les deux parois de la lame gélosée soient totalement en contact avec le liquide.

La méthode par écouvillonnage consiste à récupérer les bactéries sur une surface solide ou un liquide. Il faut simplement passer l'écouvillon (sorte de grand coton tige) sur une surface ou le tremper dans le liquide. Une fois cette opération effectuée, passer l'écouvillon sur la lame gélosée avec la partie cotonnée absorbante de l'écouvillon.

Une fois l'écouvillonnage ou l'ensemencement fini, les lames gélosées doivent être placées dans une étuve thermostatée pendant 24H.

KITS BACTERIOLOGIQUES BACTERIOLOGICAL KITS

Il s'agit de kits recevant 10 lames gélosées très simples d'utilisation permettant le contrôle bactériologique du milieu ambiant.
The kit contains 10 gelsed slides. These slides, easy method, allow the bacteriological control of the environment.

Date de péremption : 6 mois
Expiration : 6 months

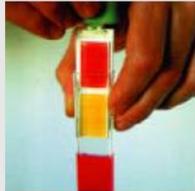
Stockage : température ambiante (max 25°C)
Storage : ambient temperature (25°C max)

PRINCIPE / PRINCIPLE

Chaque lame présente 2 faces de milieu de culture, différents :
face A et face B
Each slide has 2 different faces of culture medium : face A and face B

ENSEMENCEMENT / SEEDING

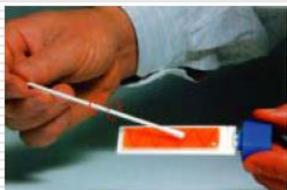
Par immersion
By immersion



Par contact direct
By direct contact



Par écouvillonnage
By sponging out

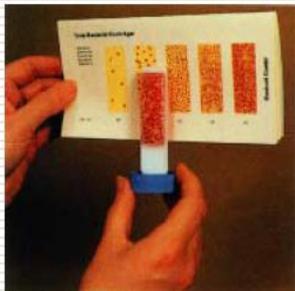
INCUBATION

Mini- incubateur portable
Portable mini-incubator
Réf. 14MI03



LECTURE DES RESULTATS PAR COMPTAGE DES COLONIES
RESULTS READING BY COLONIES COUNTING

CODE	UTILISATION/CONTROLE UTILIZATION/CONTROL	Nombre d'essais Realizable tests
14ME05	Face A : Lévure moisissures / yeast and mould Face B : Pseudomonas aeruginosa	10



+33 1 55 09 10 39 www.orchidis.fr

Les Résultats :

Après 24H d'étuve, la concentration en bactérie peut être déterminée avec des échelles de comparaison prévues à cet effet.

ORCHIDIS Laboratoire www.orchidis.fr

Analyse de l'eau : Réactifs, Mallettes d'analyse, Equipement de laboratoire

90 rue du Professeur Paul MILLIEZ N° Siret : 40137814600039 N.A.F. : 246L
94506 Champigny/Seine CEDEX FRANCE N°VAT : FR21401378146

Service commercial : **tel/fax :** 01 55 09 10 10 / 10 39
France : Mme Yolène MARIE LOUISE **e-mail :** france@orchidis.fr

Devis 060574

Mode exp. : ENVOIS POSTAUX **Conditions :** DEPART USINE **Livraison :**
Numéro : 060574 **Réf. client :** tel **Date :** 02/06/06

Dépôt de livraison	CLIENT
CISTEME ESTER TECHNOPOLE BP 6913 87069 LIMOGES	CISTEME ESTER TECHNOPOLE BP 6913 87069 LIMOGES

Référence	Désignation	Qté	P.U.:	Rem.	TVA	Total
14ME05	MINIKIT PSEUDOMONAS/LEVURES ET MOISSISURES BTE.10 --N	1	25,00 €		19,8	25,00 €
14MS11	MINIKIT STREPTOCOQUES /COLIFORMES -BTE 10 U -N	1	25,00 €		19,8	25,00 €
14MC08	MINIKIT FLORE TOTALE/ENTEROBACTERIES -BTE.DE10 --N	1	25,00 €		19,8	25,00 €
14MF14	MICROKIT FLORE TOTALE/COLIFORMES BTE DE 10U + Mode opérat orch --N	1	25,00 €		19,8	25,00 €
14MF37	MICROKIT FLORE TOTALE/STAPHYLOCOQUES BTE DE 10U --N	1	25,00 €		19,8	25,00 €
14MB04	BACTERIES ANAEROBIES SULFATO REDUCTRICES 18U	1	140,00 €		19,8	140,00 €
14MI03	MINI INCUBATEUR --R	1	482,22 €		19,8	482,22 €
14FP17	FRAIS FORF.PORT & EMBALLAGE TRAITEMENT DE COMMANDE < 10kg	1	16,77 €		19,8	16,77 €

page 1 TVA 149,74 € HT 763,99 € TOTAL 913,73 €

Mode de règlement : CHEQUE SUR FACTURE Conditions : 30 Jours fin mois le

réglé à : ORCHIDIS Laboratoire, 90 rue du Pr Paul MILLIEZ, ZI des Nations, 94506 CHAMPIGNY/MARNE CEDEX FRANCE
SOCIETE GENERALE Levallois Perret agence: 30003 guichet: 03877 compte: 00020704712/02

références à rappeler :
Code Client: CISTEME N° document : 060574

Nous sommes à votre disposition pour tout complément d'informations, et vous prions d'agréer, Cher Client, nos sincères salutations.

ANNEXE G : Résultats analyses de l'eau

La première série d'analyses permet de vérifier le matériel et par la même occasion voir si l'eau de ville respecte bien les normes de potabilités imposées. L'échantillon d'eau provient d'un robinet d'une salle de bain, située chez un particulier dans le département de la dordogne.

MESURE SUR UNE EAU POTABLE		
Constituant	Concentrations autorisées (mg/l)	Concentration trouvée dans l'eau testée
pH	6,8 à 7,5	7,1
Chlorures	0 à 250	210
Sulfate	0 à 250	236
Phosphate	0 à 1	0
Dureté Totale	0 à 180	190
Fer	0 à 0,03	Inférieur à 0,2
Cuivre	0 à 0,6	Inférieur à 0,2

Tableau 4 : Concentrations de divers constituant d'une eau potable

La seconde série d'analyses permet de vérifier si les recommandations pour une eau d'abreuvement sont bien respectées. L'échantillon est prélevé sur un abreuvoir pour bovins dans une exploitation fermière dans le département de la dordogne.

Constituant	Concentrations potentiellement dangereuses (mg/l)	Concentration Dans eau d'abreuvement
pH	< 5,5 ou >8,5	5,8
Chlorures	>250	230
Sulfate	>2000.	490
Phosphate	>5	0,5
Dureté Totale	>200	143
Fer	> 0,3 (problème de goût)	0,5
Cuivre	;> 1 (bovins)	0,6
Nb total d'enterocoques / 100ml	>1 million	PAS D'ANALYSES
Nb total de coliformes /100ml	>1 (veaux) >15 (vaches)	PAS D'ANALYSES

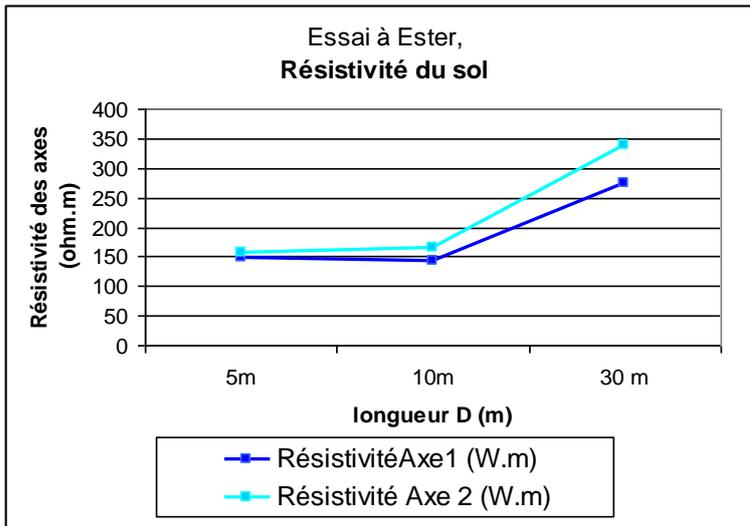
Tableau 5 : Analyse d'eau située sur un abreuvoir alimenté par l'eau de ville

Commentaires :

Pour l'eau de consommation humaine (eau potable), seules les duretés totales dépassent les limites autorisées. Cette forte concentration peut s'expliquer par le fait que l'eau de cette région est très calcaire.

Pour l'eau d'abreuvement pompée depuis la rivière située à proximité, seule la concentration en fer dépasse les concentrations potentiellement dangereuses. Afin de déterminer l'origine de cet excès en fer, j'ai observé le réseau d'adduction de l'eau (abreuvoir jusqu'à pompe dans la rivière). J'ai constaté de forts dépôts de rouille sur les raccords tuyaux à tuyaux. Je n'ai pas su déterminer l'origine de ces dépôts.

ANNEXE H: Essai résistivité Telluromètre



Ecartement des électrodes D	5m	10m	30 m
Résistance Axe 1(Ω)	4,73	2,26	1,45
Résistivité Axe1 ($\Omega.m$)	148,6	142	273,3
Résistance Axe 2(Ω)	5	2,64	1,79
Résistivité Axe 2 ($\Omega.m$)	148,6	142	273,3

Figure 27 : Courbe et tableau associé. Résistivité d'un terrain proche Technopole

nature du terrain	résistivité moyenne
sol marécageux	3 -30
limon	20-100
humus	10-150
argile plastique	50
marnes et argiles compactes	100-200
marnes du jurassique	30-40
sable argileux	50-500
sable siliceux	200-3000
sol pierreux	1500-3000
sol pierreux et gazon	300-500
sol calcaire tendre	100-500
sol calcaire compact	1000-5000
schiste	50-300
micaschiste	800
granit et grès	1500-10000
granit et grès altérés	100-600

Figure 28 : Correspondance type de terrain et résistivité
(Source : <http://etronics.free.fr/dossiers/elec/elec06/terre.htm>)

La profondeur d'investigation dépend de l'écartement A des piquets du telluromètre. La profondeur d'investigation équivaut à 75% environ de l'écartement des électrodes.

Commentaires :

La courbe de résistivité de l'Axe 1 est quasi identique à celle de l'Axe 2. Ceci indique la bonne qualité du mesurage.

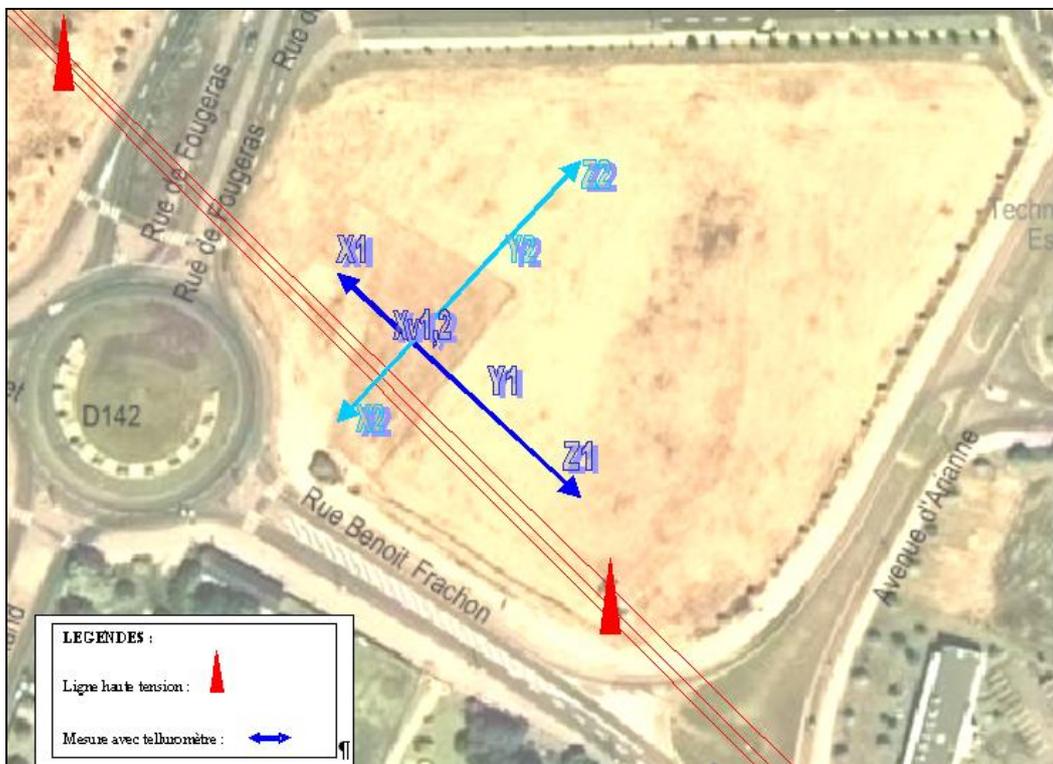
La résistivité augmente lors du passage de D de 10 m à 30 m. Afin de confirmer cette évolution il aurait été intéressant de mesurer la résistivité avec D = 20m

D'après le tableau, plusieurs types de sol conviennent au domaine de résistivité trouvé.

Un sondage géologique (carottage) permettrait de déterminer précisément la nature du type de sol et permettre ainsi une corrélation avec les mesures de résistivité.

ANNEXE I : Comparaison telluromètre/ conductivimètre

	Mesure telluromètre	Mesure Conductivimètre
Lieu	ester, champ proche ligne HT	
Jour	jeudi 20 avril 2006-	jeudi 25 avril 2006-
Opérateurs	Messieurs Sahuguède S, Collet Y, Fougeyrollas J, Diallho A.	Messieurs Sahuguède, Fougeyrollas J
Temps	Beau, ensoleillé, quelques nuages	Pluvieux et orageux
Température	19°C	16°C
Heure	10 h 10 à 11 h20	16h à 18 h
Type de terrain		
Partie sombre sur la photo	Terrain retravaillé (remblais, gravier grossier en surface, quelques plantes)	
Partie plus claire sur la photo	Herbes hautes	



Le telluromètre « TERCA Chauvin Arnoux™ » est placé au point Xv. de ce point nous plantons un premier piquet (ou électrode) Xv. De part et d'autre de ce point, nous enfonçons trois autres électrodes (X1 gauche, Y1 et Z1 à droite). Les électrodes ont toutes un écartement identique A. Lors de chaque écartement nous injectons différents courants (2 à 5 A) dans les électrodes émettrices (Xv et Y) et nous récupérons le courant tellurique dans les deux autres électrodes (X et V). La valeur fournie par l'appareil est la résistance en ohm (Ω).

Deux séries de mesures ont été réalisées pour chaque type d'écartements (5 m, 10m, 30m). La première série (indiquée 1) étant perpendiculaire à la seconde (indiquée 2). Cette méthode étant préconisée par RTE, détenteur de l'appareil.

L'écartement des électrodes A est fonction de la profondeur d'investigation. Ainsi plus on augmente A, plus on mesure en profondeur la résistivité.

ANNEXE J : Comparaison telluromètre/ conductivimètre (suite)

A limoges:

Nombre de mesures	Avec conductivimètre (méthode H10)	
	Conductivité C mesurée mS	Résistivité Calculée $\Omega.m$
1	4,72	211,86
2	4,39	227,79
3	4,68	213,68
moyenne	4,6	217,8

Tableau 6 : Mesure de la conductivité et calcul de la résistivité pour la méthode conductivimétrique

Ecartement A	Avec telluromètre		
	Résistivité Calculée $\Omega.m$		
	5m	10m	30 m
Msr n°1	148,6	142	273,3
Msr n°2	148,6	142	273,3
moyenne	148,6	142	273,3

Tableau 7 : Mesure de la résistivité pour la méthode tellurométrique

La résistivité du conductivimètre (voir Tableau 6) a été calculée d'après la conductivité mesurée selon l'Équation 1. Une moyenne des mesures a été calculée pour chaque méthode. L'écart entre la méthode conductivimètre et la méthode telluromètre avec différents écartements a été calculé selon l'Équation 2. Les résultats sont exposés dans le Tableau 8.

Ecartement Telluromètre	Ecart de résistivité avec le conductivimètre
5m	31,8
10m	34,8
30m	25,5

Tableau 8 : écart entre méthode conductivimètre et différents écartement telluromètre

$$C_{\text{conductivité}}(\text{mS}) = \frac{1}{R_{\text{résistivité}}(\text{m}\Omega.m)}$$

Équation 1 : Relation entre conductivité et résistivité

$$\text{écart} (\%) = \frac{R_{\text{moy}}_{\text{telluromètre}}(\text{écartement X}) - R_{\text{moy}}_{\text{conductivimètre}}}{R_{\text{moy}}_{\text{telluromètre}}(\text{écartement X})}$$

Équation 2 : Calcul de l'écart entre conductivimètre et les telluromètres avec différents écartements

En Normandie, champs proches d'une ferme :

Ecartement électrodes telluromètre (m)	2,5	5	15
Résistivité Calculée ($\Omega.m$)	200	210	310
Conductivimètre (écartement bobines 10m, bobines placées verticalement)			
Résistivité Calculée ($\Omega.m$)	260		
Ecartement électrodes telluromètre (m)	2,5	5	15
Ecart de résistivité avec le conductivimètre	37,5	23,8	11,3

Tableau 9 : Ecart entre méthode conductivimétrique et tellurométrique (avec 3 écartements différents)

Commentaire :

Les écarts calculés (selon l'Équation 2) ne sont pas supérieurs à 40%.

L'écart de résistivité est le plus faible entre le conductivimètre (méthode horizontale : bobines placées à la verticale et écartement 10 mètres entre bobines) et le telluromètre, avec écartement des piquets de 15m.

ANNEXE K : Connexions du module Conductivimètre

1. INSTALLATION INITIALE

Au début du chantier choisissez un secteur sans conducteurs artificiels comme des tuyaux enterrés, des constructions, des lignes à haute tension, du béton armé d'acier, etc...

- 1.1 Ayant déterminé la séparation de bobine à employer pour l'investigation. Connectez le câble de référence (10, 20 ou 40 mètres) au connecteur 8 contacts sur la bobine de l'émetteur (TX) et au connecteur "**RÉFÉRENCE**" sur la console du récepteur. Voir la Figure 30 pour l'utilisation des crochets et des boucles sur le câble.
- 1.2 Connectez la console émettrice à la bobine émettrice en employant le câble (3 contacts) court approprié.
- 1.3 Mettez l'interrupteur "**LEVEL**" de la console émettrice à la Position "**NORMAL**".
- 1.4 Mettez la bobine réceptrice et la bobine émettrice au niveau de la séparation choisie avec les cercles rouges des bobines dans la même direction (au-dessus).
- 1.5 Réglez le commutateur "**SÉPARATION**" à la valeur choisie et allumez l'émetteur (le commutateur "**POWER/ON**" sur la position "**ON**").
- 1.6 Vérifiez la position du vumètre (test des piles), l'aiguille doit être dans la partie noire.
- 1.7 Si l'aiguille n'est pas positionnée dans la partie noire, les batteries doivent être trop faibles ou ne font pas contact avec les supports de piles. Pendant la vérification des piles de l'émetteur, la bobine émettrice doit être éloignée d'objets en métalliques (également d'une dalle en béton).
- 1.8 Vérifiez le niveau des batteries (piles) du récepteur en faisant tourner le commutateur "**SÉPARATION**" à la position "**BATT**" avec le commutateur "**POWER/ON**" dans la position "**POWER/OFF**".
- 1.9 Mettez le commutateur "**SÉPARATION**" du récepteur à la valeur choisie.

2. ZERO ELECTRONIQUE

- 2.1 Gardez le récepteur et l'émetteur dans la même configuration que dans le chapitre 1.
- 2.2 Avant d'allumer le récepteur, vérifiez le zéro des vumètres. S'ils n'y sont pas, ajustez le zéro du vumètre avec la vis placée sur les vumètres. (Ne concerne pas les afficheurs LCD).
- 2.3 Allumez le récepteur (le commutateur "**POWER/ON**" sur la position "**ON**").
- 2.4 Avec la bobine réceptrice débranchée, appuyez sur le bouton "**NULL**". Les aiguilles des deux vumètres doivent aller au zéro.
- 2.5 Si la lecture de l'une ou l'autre aiguille n'est pas zéro, desserrez l'écrou de blocage du potentiomètre "**NULL**", en le tournant dans le sens inverse des aiguilles d'une montre. En tenant du commutateur "**NULL**" appuyé, ajustez le potentiomètre "**NULL**" pour mettre le vumètre à zéro.
- 2.6 Bloquez l'écrou du potentiomètre modérément.
- 2.7 Connectez la bobine réceptrice au connecteur "**COIL**" de la console réceptrice avec le câble court approprié.

3. COMPENSATION DU RÉCEPTEUR ET CONTRÔLE DU GAIN

- 3.1. En maintenant la bobine du récepteur et de l'émetteur dans le même plan, ajustez la séparation des bobines pour obtenir la lecture du zéro (le centre de secteur vert) sur le vumètre "**SEPARATION**". Assurez que les cercles rouges sur les bobines sont dans la même direction. La séparation de bobine doit correspondre la valeur choisie.

- 3.2. Avec le commutateur "SENSIVITY RANGE" sur la position 300 mS/m, déplacez la bobine réceptrice vers l'avant jusqu'à faire dévier le vumètre "SEPARATION" à la marque de pleine échelle.
- 3.3. Mesurez le déplacement de la bobine réceptrice. Cette distance doit être 10.4 % de l'espacement d'inter bobine.

4. LES CONTRÔLES JOURNALIERS ET PÉRIODIQUES

- 4.1. Mise à Zéro : S'assurer que toute dérive possible est gardée sous contrôle, nous suggérons que vous répétiez la procédure de la mise à zéro électronique (section 2.1 à 2.6) au moins une fois par jour pendant l'étude.
- 4.2. Les Piles du récepteur: Le test des piles du récepteur est fait, en changeant simplement l'interrupteur "SEPARATION " sur la position " BATT " et l'interrupteur de mise en route sur la position "POWER/OFF». Les vumètres indiqueront la condition des deux séries de piles du récepteur. Si l'indicateur est en dessous des marquages, vérifiez que les contacts des piles sont propres et rigides, ou changer les piles. Avec de nouvelles piles, la lecture du vumètre doit être sur la limite supérieure de l'échelle.
- 4.3. Les Piles de l'émetteur EM34-3: Avec la bobine TX connectée et l'interrupteur "LEVEL" dans la position "NORMAL" , l'aiguille du vumètre du moniteur de pile doit être dans la région noire de l'échelle. Garder les piles du transmetteur au chaud par temps froid pour améliorer la vie des piles.
- 4.4. Les Piles de l'émetteur EM34-3XL: Avec la bobine TX connectée et l'interrupteur "LEVEL" dans la position "NORMAL", l'aiguille du vumètre du moniteur de la pile doit être dans la région noire de l'échelle. Cette procédure est bonne pour un fonctionnement à puissance forte à 10 m, 20 m et un fonctionnement à puissance normale à 40 m. A 40 m pour un fonctionnement à haute puissance, l'interrupteur "LEVEL" doit être dans la position "HIGH". Garder les piles l'émetteur au chaud par temps froid pour améliorer la vie des piles. **(La position "HIGH" fonctionne uniquement pour une séparation de 40 m avec la bobine XL).**

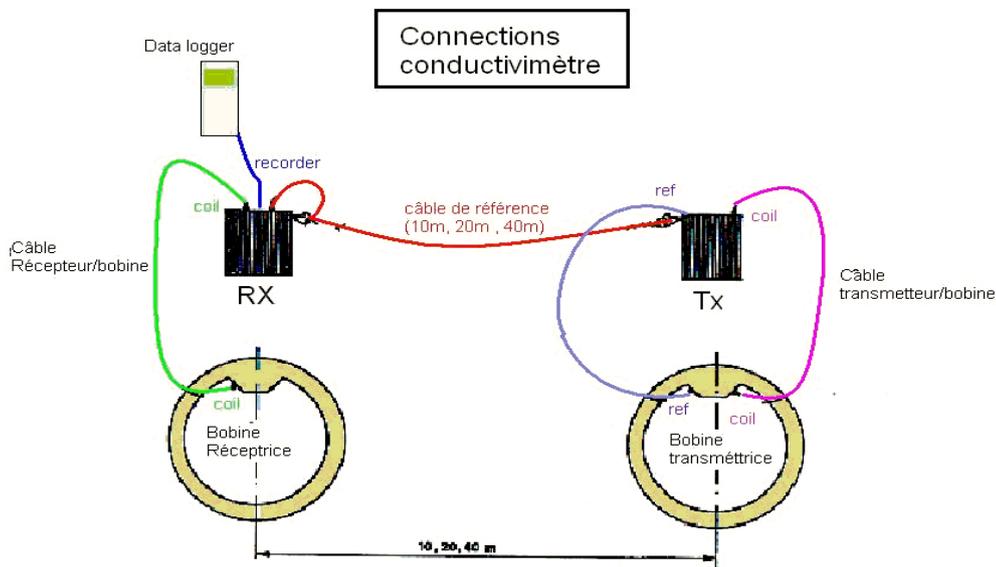


Figure 29 : branchement sur module conductivimètre

ANNEXE L : Connexions du module GPS

1. INSTALLATION INITIALE

Au début du chantier choisissez un secteur non abrité. Le GPS localisera plus facilement les satellites.

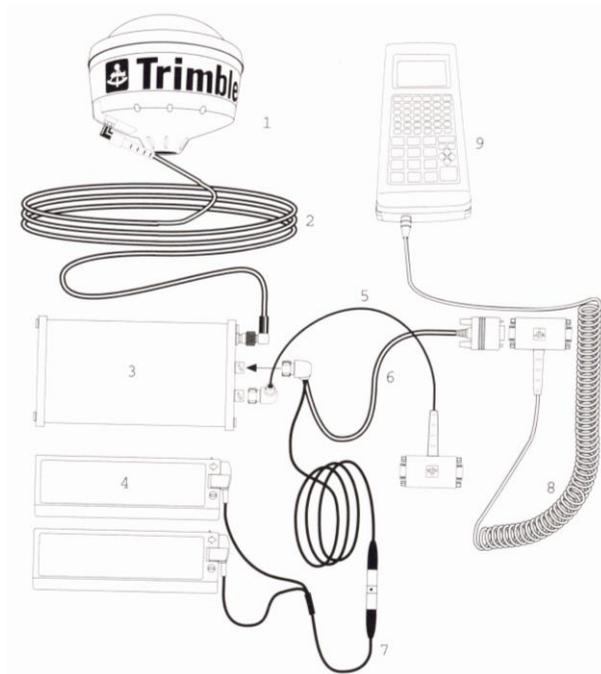


Figure 30 : branchements sur module GPS

- 1.1 Connectez l'antenne satellite (1) au câble antenne (2)
- 1.2 Connectez le câble antenne (2) au module de réception 12-Channel PRO XRS receiver (3), **zone Ant.**
- 1.3 Connecter le collecteur de données (9) au câble TDC1 data /ESP (8)
- 1.4 Connectez la sortie série du câble TDC1 data /ESP (8) à l'entrée série du câble d'alimentation (6)
- 1.5 Connecter la sortie du câble d'alimentation (6) au module de réception 12 -Channel PRO XRS receiver (3), **zone port B.**
- 1.6 Connecter le câble d'alimentation (6) au câble dual de batteries (7)
- 1.7 Connecter le câble dual de batteries (7) aux batteries (4)
- 1.8 Connecter le cable NMEA/RTCM sur le module de réception 12 -Channel PRO XRS receiver (3), **zone port A.**

2. CONFIGURATION DE LA MESURE

- 2.1 Pour configurer l'intervalle et le nombre d'acquisition, les caractéristiques des mesures (linéaire, ponctuelle ou surfacique). Aller dans Menu **configuration, option mobile GPS, option d'enregistrement.**

3. RECEPTION DES DONNEES GPS

- 3.1 Aller dans le Menu **configuration, option réception mobile, option d'entrée RTCM.** Mettre **mode RTCM, version RTCM, station RTCM** en automatique. **Temps d'avis** à 20s. **Vitesse bauds** à 9600. **Bits donn.** à 8 et **bit stop** à 1.

ANNEXE M: Interconnexions du module Conductivimètre et du module GPS

1. INSTALLATION INITIALE

- 1.1 Prendre chacun des deux modules (GPS et conductivimètre) en ayant suivi au préalable leur mode opératoire respectif dans l'ANNEXE K et l'ANNEXE L.
- 1.2 Sur le module GPS, connecter le câble NMEA/RTCM au **port com2** du collecteur de données du conductivimètre (module conductivimètre).

2. COMMUNICATION DES DEUX MODULES

- 2.1 Sur le collecteur de données du conductivimètre, Aller dans le menu **Setup logger**. Choisir le **port com 1**.

```
EM34pro V1.04
for Pro4000 Field PC
Geonics Limited

Monitoring
Acquiring Data
Setup Logger
Set Port for GPS
Upload Files
View Files
Delete Files
Exit

F1Select F2Execute
```

```
Logger Setup Menu
Date : 01-20-2002
Time : 18:34:56
Units : meters
COM Port : COM1
Audio : No
Pause key: Any key
Display : Text

F1Select F2Edit
F1OK F2Cancel
```

- 2.2 Sur le collecteur de données du conductivimètre, Aller dans le menu **Setup Port for GPS**, Choisir le **port com 2**. **Baud speed : 9600 ; data baud : 8, stop baud : 1**

```
EM34pro V1.04
for Pro4000 Field PC
Geonics Limited

Monitoring
Acquiring Data
Setup Logger
Set Port for GPS
Upload Files
View Files
Delete Files
Exit

F1Select F2Execute
```

```
Set Port for GPS

GPS Input: Enabled
COM Port : COM2
Baud Rate: 9600
Parity : No
Data Bits: 8
Stop Bits: 1

F1Select F2Edit
F1OK F2Cancel
F3Terminal
```

- 2.3 Sur le collecteur de données du conductivimètre, Revenir au **menu général**, aller dans **Setup Port For GPS**. Puis appuyer sur **F2 Send**. Appuyer sur **Enter**. Un flux de données GPS doit apparaître à l'écran. Pour revenir à l'écran précédent appuyer sur **F1 Stop**.

```
EM34pro V1.04
for Pro4000 Field PC
Geonics Limited

Monitoring
Acquiring Data
Setup Logger
Set Port for GPS
Upload Files
View Files
Delete Files
Exit

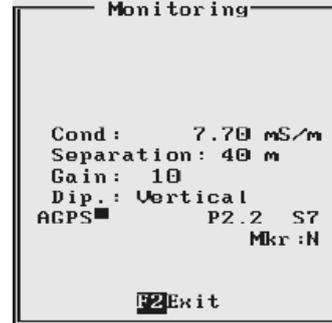
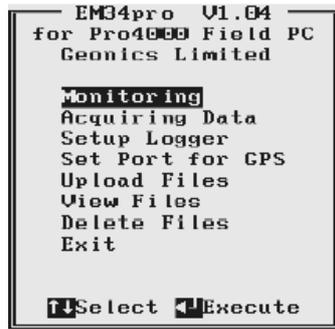
F1Select F2Execute
```

```
Receive GPS Data

$GPGGA,234417.00,4336.
$GPGSA,A,3,30,,13,24,1
$GPGGA,234418.00,4336.
$GPGSA,A,3,30,,13,24,1
$GPGGA,234419.00,4336.
$GPGSA,A,3,30,,13,24,1
-----
NMEA Command
-----

F1Stop F2Send F3Exit
```

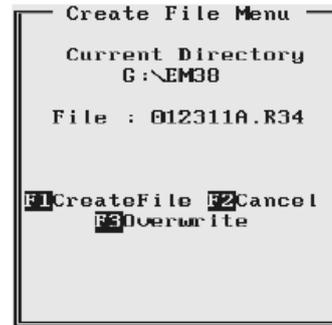
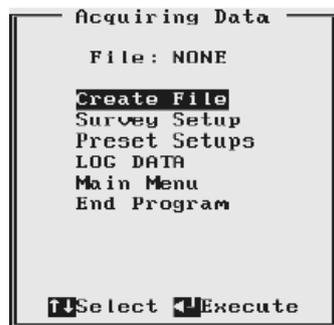
- 2.4 Sur le data logger du conductivimètre, Revenir au **menu général**. Aller sur **Monitoring**. Sur cet écran figure toutes les données prises en temps réelles. Conductivité, choix distance bobines, précision voulue, méthode utilisée et données spatiales GPS.



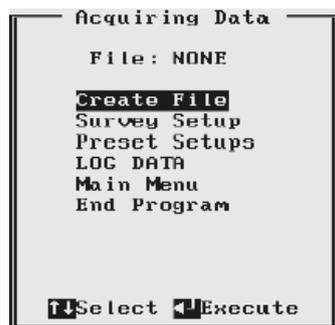
3. ACQUISITION DES MESURES

- L'instrument est maintenant opérationnel, Vous lisez la conductibilité apparente du terrain directement en mS/m dans mode de dipôle horizontal ou vertical.

- 3.1 Avant de faire toute acquisition, il faut créer un fichier dans lequel les données vont être stockées. Aller dans le menu **Create Files**. Un fichier d'enregistrement va être automatiquement mis en place. Appuyer sur **F1>Create Files**.

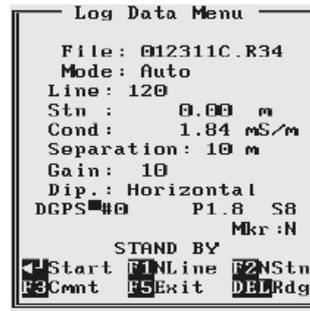
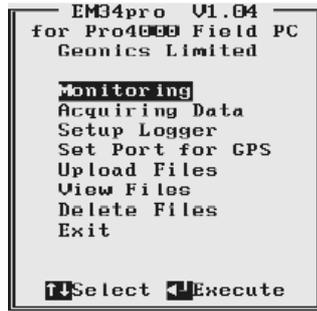


- 3.2 Afin de configurer la méthode employée (10m, 20m ou 40m ; mode point par point ou durée d'acquisition), Revenir au **menu général**. Aller sur **Survey Setup**.



Dans ce menu, vous pourrez configurer votre type d'acquisition (manuelle ou automatique) avec **EM-34 Mode**. Si vous êtes en mode auto, la durée d'acquisition (**Reading/s**). La longueur de câble séparant les deux bobines (**Config**). Le déplacement des deux opérateurs à chaque point de mesure (**Line Incr.**). A noter que les autres paramètres configurer par défaut doivent rester comme indiqués sur la capture d'écran plus haut.

3.3 Sur le collecteur de données du conductivimètre, Revenir au **menu général**. Aller sur **Acquiring data**. Appuyer sur **Start**. A la fin de la mesure appuyer sur **Enter**.



3.4 Le commutateur "SENSITIVITY RANGE" doit être réglé pour que l'aiguille du vumètre "CONDUCTIVITY" soit dans la partie supérieure de l'échelle (70%). La lecture du vumètre est faite directement en mS/m. La position du commutateur "SENSITIVITY RANGE" indique la valeur pleine échelle du vumètre (voir Figure 31).



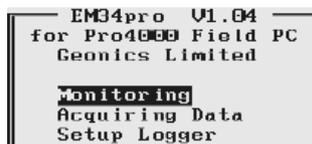
Figure 31: face avant récepteur conductivimètre.

A chaque position de mesure, l'opérateur de l'émetteur reste stationnaire. L'opérateur du récepteur doit placer la bobine réceptrice pour que le vumètre "SEPARATION" soit dans le secteur vert.

4. CONSULTATION DES MESURES

- Afin de revoir certaines mesures, avec l'unique possibilité de mettre des annotations.

4.1 Sur le collecteur de données du conductivimètre, Revenir au **menu général**. Aller sur **View Files**. Sélectionnez votre fichier et appuyer sur **Start**. Faites défiler les mesures avec les touches droite et gauche.



**PHOTOMETRE
MULTITESTS ORCHIDIS**

I - REACTIFS POUR PHOTOMETRE

Recommandations techniques et de sécurité :

Prendre les précautions habituellement requises lors des manipulations de produits chimiques.

- Les flacons de réactifs doivent toujours être rangés fermés.
- Abstenez vous impérativement de manger, boire et fumer pendant les travaux avec la mallette d'analyses.
- Si les réactifs sont entrés en contact avec la peau, la rincer immédiatement avec de l'eau.
- Respectez impérativement les consignes de sécurité énoncées sur chaque étiquette.

II - ANALYSE PHOTOMETRIQUE

- Avant toute analyse, veuillez rincer les tubes à essai avec un échantillon d'eau à analyser. Après usage, un rinçage bref avec de l'eau de dilution suffit.
- La température des échantillons d'eau doit être comprise entre 15°C et 25°C.
- Le photomètre MULTITEST 1 est équipé de diodes luminescentes. Le calage du zéro en présence d'un échantillon d'eau a lieu par simple pression sur les touches respectives. Le respect des conseils suivants vous garantira des manipulations sans problèmes.
- Une fois le paramètre d'essai sélectionné au moyen des touches fléchées, le choix de la diode lumineuse correspondante a lieu automatiquement.
- Si la plage de mesure en mémoire a été dépassée (mention « *Extinction excessive* ») il faut préalablement à la mesure étendre l'échantillon d'eau avec de l'eau de dilution (ex : dans les proportions 1 :10). Ensuite, multiplier la concentration par le facteur de dilution.
- Les surfaces extérieures des tubes photométriques pleins doivent être propres et sèches.
- Les mesures ont toujours lieu cache noir protecteur coiffé sur le tube photométrique.
- Le photomètre est équipé de LED.
- Remplacez la pile lorsque la mention « *lobat* » s'affiche.

III – MISE EN PLACE DU PHOTOMETRE

LE MULTITEST 1 PEUT ETRE UTILISE:

- Avec 4 piles LR 6 - 1,5 V - introduites dans le compartiment situé sous l'appareil.
- Avec le chargeur livré avec l'appareil.

Mise en service :

- Appuyer sur la touche ON/OFF
- Sélectionner l'analyse désirée en actionnant la touche ? où ? (Pour obtenir un défilement rapide des analyses, exercer une pression continue).
- Après sélection de l'analyse faire de blanc, le message « *ANALYSE A BLANC* » apparaît, pour cela :
 - Remplir à moitié une cuve photométrique d'eau à analyser.

- Visser le bouchon et introduire la cuve dans le logement du photomètre puis coiffez-la du cache noir protecteur.
- Appuyez sur la touche **0,0** et attendre la mention « **OK** » 0,000.
- Enlever la cuve.
- Le message « **ANAL DE MESURE** » indique que l'appareil est pris à recevoir la cuve contenant l'eau additionnée de réactifs.
- Après introduction de cette dernière, poser le cache noir et appuyez sur la touche de lecture mg/l.

RESULTATS EXPRIMES EN MG/L

Attention

Si le cache noir est omis, le message « **PROTECT. LUMIERE** » apparaît, et l'appareil refuse de poursuivre l'analyse.

ATTENTION

IL EST FONDAMENTAL DE SELECTIONNER UNIQUEMENT LES ANALYSES PRECEDEES DU SIGNE ^x

SULFATE	MAUVAIS PROGRAMME
^xSULFATE	BON PROGRAMME

TA: 0 à 50 °F

REACTIFS NECESSAIRES ET ACCESSOIRES

Pilules Alkaphot

Tube plastique gradué et Cuve Photométrique Multitest 1.

MODE OPERATOIRE

Mise en service :

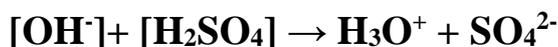
- Appuyer sur la touche ON / OFF
- Sélectionner l'analyse « -^XTA °F », en actionnant la touche ? ou ?.

Faire le blanc

- Après sélection de l'analyse faire le blanc, le message « *ANALYSE A BLANC* » apparaît, pour cela :
- Remplir à moitié une cuve photométrique d'eau à analyser.
- Visser le bouchon et introduire la cuve dans le logement du photomètre puis coiffez-la du cache noir protecteur.
- Appuyez sur la touche 0,0 et attendre la mention « *OK* » 0,000
- Enlever la cuve.
- Le message « *ANAL DE MESURE* » indique que l'appareil est prêt à recevoir la cuve contenant l'eau additionnée de réactifs.

Prélèvement :

- Prélever 10 ml d'eau à analyser dans le tube plastique gradué.
- Ajouter 1 pilule ALKAPHOT P, l'écraser à l'aide de l'agitateur plastique et mélanger pour dissoudre.



- Remplir à moitié une cuve photométrique en verre avec cette préparation en utilisant l'entonnoir plastique puis boucher la cuve.

Après introduction de cette dernière, poser le cache noir et appuyez sur la touche de lecture mg/l.

**LES RESULTATS EXPRIMES EN DEGRES FRANCAIS (°F) DE TA
ET NON PAS EN MG/L COMME L'INDIQUE L'APPAREIL**

Exemple :

Valeur lue: 20 mg/L, en fait il faut lire 20 DEGRES Français. Si le cache noir est omis, le message « *PROTECT. LUMIERE* » apparaît et l'appareil refuse de poursuivre l'analyse.

TAC (ou HCO₃⁻) 0 à 50 °F

REACTIFS NECESSAIRES ET ACCESSOIRES :

Pilules Alkaphot

Tube plastique gradué et Cuve Photométrique Multitest 1

MODE OPERATOIRE :

Mise en service :

- Appuyer sur la touche ON / OFF
- Sélectionner l'analyse « -^XTAC °F », en actionnant la touche ? ou ?.

Faire le blanc :

- Après sélection de l'analyse faire le blanc, le message « *ANALYSE A BLANC* » apparaît, pour cela :
- Remplir à moitié une cuve photométrique d'eau à analyser.
- Visser le bouchon et introduire la cuve dans le logement du photomètre puis coiffez-la du cache noir protecteur.
- Appuyez sur la touche 0,0 et attendre la mention « **OK** » 0,000
- Enlever la cuve.

Le message « *ANAL DE MESURE* » indique que l'appareil est prêt à recevoir la cuve contenant l'eau additionnée de réactifs.

Prélèvement:

- Prélever 10 ml d'eau à analyser dans le tube plastique gradué.
- Ajouter 1 pilule ALKAPHOT M, l'écraser à l'aide de l'agitateur plastique et mélanger pour dissoudre.



- Remplir à moitié une cuve photométrique en verre avec cette préparation en utilisant l'entonnoir plastique puis boucher la cuve.
- Après introduction de cette dernière, poser le cache noir et appuyez sur la touche de lecture mg/ l.

Exemple :

Valeur lue : 20 mg/ l, en fait il faut lire 20 DEGRES Français

Si le cache noir est omis, le message « *PROTECT. LUMIERE* » apparaît et l'appareil refuse de poursuivre l'analyse.

**RESULTATS EXPRIMES EN DEGRES FRANCAIS (°F) DE TAC ET NON PAS EN MG/L
COMME L'INDIQUE L'APPAREIL**

¹¹ Le vert de Bromo Crésol Rodamine a pour formule C₂₁H₁₄Br₄O₅S. C'est un indicateur coloré.

TH TOTAL 0 à 40° F

DURETE TOTALE 0 à 40° F

REACTIFS NECESSAIRES ET ACCESSOIRES

Pilules HARDICOL N°1 et N°4

Tube plastique gradué et Cuve photométrique Multitest

MODE OPERATOIRE :

Mise en service :

- Appuyer sur la touche ON/OFF
- Sélectionner l'analyse « -^XDURETE °F » en actionnant la touche ? ou ?.

Blanc :

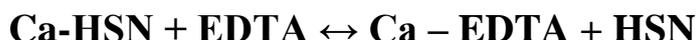
- Après sélection de l'analyse faire le blanc, le message « *ANALYSE A BLANC* » apparaît, pour cela :
- Remplir à moitié une cuve photométrique d'eau à analyser.
- Visser le bouchon et introduire la cuve dans le logement du photomètre puis coiffez-la du cache noir protecteur.
- Appuyez sur la touche 0,0 et attendre la mention « *OK* » 0,000.
- Enlever la cuve.

Prélèvement :

- Prélever 10 ml d'eau à analyser dans le tube plastique gradué.
- Ajouter 1 pilule HARDICOL n°1. L'écraser à l'aide de l'agitateur plastique et mélanger pour dissoudre.



- Ajouter 1 pilule HARDICOL n°2. L'écraser à l'aide de l'agitateur plastique et mélanger pour dissoudre. Veiller à ce que toutes les pilules soient dissoutes.



- Attendre 2 minutes
- Remplir à moitié une cuve photométrique en verre avec cette préparation en utilisant l'entonnoir plastique puis boucher la cuve.
- Après introduction de cette dernière, poser le cache noir et appuyez sur la touche de lecture mg/ l.

LES RESULTATS SONT EXPRIMES EN DEGRES FRANCAIS (°F) DE DURETE TOTALE ET NON PAS EN Mg / L COMME L'INDIQUE L'APPAREIL.

¹² Le HSN ou d'acide calcone carboxylique de formule brute C₂₁H₁₄N₂O₇S, 3H₂O ou encore murexide

ZINC 0,00 à 4,00 mg/ l - Zn

REACTIFS NECESSAIRES ET ACCESSOIRES

Pack zinc

Tube plastique gradué et Agitateur plastique.

MODE OPERATOIRE:

Mise en service:

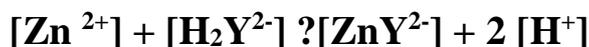
- Appuyer sur la touche ON/OFF.
- Sélectionner l'analyse « -^XDURETE °F » en actionnant la touche ? ou ?.

Blanc:

- Après sélection de l'analyse faire le blanc, le message « *ANALYSE A BLANC* » apparaît, pour cela :
- Remplir à moitié une cuve photométrique d'eau à analyser.
- Visser le bouchon et introduire la cuve dans le logement du photomètre puis coiffez-la du cache noir.
- Appuyez sur la touche 0,0 et attendre la mention « *OK* » 0,000.
- Enlever la cuve.

Prélèvement:

- Prélever 10 ml d'eau à analyser dans le tube plastique gradué.
- Ajouter 1 pilule zinc (cristaux d' EDTA), écraser avec l'agitateur plastique puis mélanger jusqu'à dissolution totale.



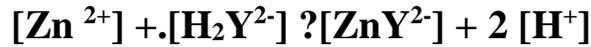
- Attendre 5 minutes.
- Remplir à moitié une cuve photométrique en verre avec cette préparation en utilisant l'entonnoir plastique puis boucher la cuve.

RESULTATS EN MG/L DE ZN

Eau exempte de Cuivre et de Chlore

- Appuyer sur le touche ON/ OFF.
- Sélectionner l'analyse « ^XZINC-Zn » en actionnant la touche ? ou ?.

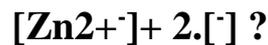
- Le message « *ANAL DE MESURE* » indique que l'appareil est prêt à recevoir la cuve contenant l'eau additionnée de réactifs
- Après introduction de cette dernière, poser le cache noir et appuyez sur la touche de lecture mg/ L.



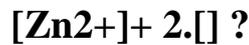
RESULTATS EN MG/L DE ZN

Eau en présence de Chlore

- Prélever 10 ml d'eau à analyser dans le tube plastique gradué.
- Introduire 1 pilule zinc Dechlor



- Après dissolution complète, introduire 1 pilule zinc



- Dissoudre complètement cette dernière et continuer la procédure normalement.
- Attendre 5 minutes.
- Remplir à moitié une cuve photométrique en verre avec cette préparation en utilisant l'entonnoir plastique puis boucher la cuve.
- Effectuer la mesure comme précédemment.

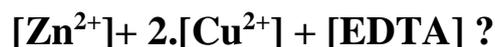
RESULTATS EN MG/L DE ZN

Eau en présence de Cuivre

- Suivre le mode opératoire normalement jusqu'au relevé de lecture -XZINC - Zn du photomètre (comme s'il n'y avait pas de cuivre dans l'eau).



- Vider le contenu de la cuve photométrique dans le tube plastique gradué.
- Ajouter 1 pilule EDTA, écraser et agiter jusqu'à dissolution complète. (La coloration due au zinc disparaît)



- Verser le contenu du tube plastique dans une cuve photométrique en utilisant l'entonnoir plastique puis boucher la cuve.
- Effectuer la mesure comme précédemment.

RESULTAT : CONCENTRATION EN Cu
LA DIFFERENCE DES DEUX LECTURES DONNE LA TENEUR EN Zn.

FER 0,00 à 1,00 mg/l-

Fe 2+, Fe 3+

REACTIFS NECESSAIRES ET ACCESSOIRES:

REACTIF FER 1, 2 et 3

Tube Plastique gradué et Jauge

MODE OPERATOIRE:

Mise en service :

- Appuyer sur la touche ON/ OFF
- Sélectionner l'analyse « - *FER Fe »
- B en actionnant la touche ? ou ?.
- Enlever la cuve.
- Le message « ANAL DE MESURE » indique que l'appareil est prêt à recevoir la cuve contenant l'eau additionnée

Blanc:

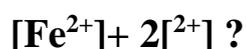
Après sélection de l'analyse faire le blanc, le message « ANALYSE A BLANC » apparaît, pour cela :

- Remplir à moitié une cuve photométrique d'eau à analyser.
- Visser le bouchon et introduire la cuve dans le logement du photomètre puis coiffez-la du cache noir protecteur. Appuyez sur la touche 0,0 et attendre la mention « OK » 0,000.
- Après introduction de cette dernière, poser le cache noir et appuyez sur la touche de lecture mg/l.

Prélèvement :

MESURE DES IONS FER (II et III)

- Introduire 20ml d'eau à analyser dont le pH sera compris entre 3 et 9 (température entre 15 et 25°C) dans le tube plastique gradué
- Ajouter 10 gouttes de REACTIF FER 1 puis mélanger



- Ajouter 1 jauge de REACTIF FER 2 puis agiter jusqu'à dissolution complète.



- Ajouter 10 gouttes de REACTIF FER 3 puis mélanger



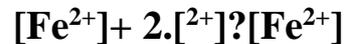
- Attendre 10 minutes.
- Remplir à moitié une cuve photométrique en verre avec cette préparation en utilisant l'entonnoir plastique puis boucher la cuve.

RESULTATS EXPRIMES EN MG/L DE FER ? ou ?(Fe²⁺ et Fe³⁺)

Si le cache noir est omis, le message " PROTECT. LUMIERE " apparaît, et l'appareil refuse de poursuivre l'analyse.

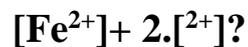
MESURE DES IONS FER (II)

- Procéder comme pour la mesure du FER (II + III) mais sans ajouter le REACTIF FER 2



RESULTATS EXPRIMES EN MG/ L DE FER (Fe²⁺)

MESURE DES IONS FER (III)



- Faire la différence entre la lecture effectuée entre la mesure du FER (II + III) et celle effectuée du FER (II).

NOTA:

La méthode est applicable à l'analyse de l'eau de mer.

INTERFERENCES

Les oxydants (H₂O₂, Cl₂, CrO₄) gênent s'ils sont présents en concentration supérieure à 15 mmol/l. Ils peuvent être masqués par le sulfite de sodium ou l'acide ascorbique.

NITRATES 0 à 200 mg/1 NO₃⁻

REACTIFS NECESSAIRES ET ACCESSOIRES

Réactif compensateur et Réactifs nitrates

Tube plastique gradué, Tube A/B et Cuve photométrique Multitest 1.

MODE OPERATOIRE :

Mise en service :

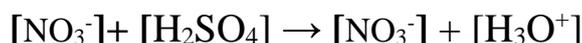
- Appuyer sur la touche ON / OFF
- Sélectionner l'analyse « - ^xNITRATES No3- », en actionnant la touche ? ou ?.

Faire le blanc

- Après sélection de l'analyse faire le blanc, le message « *ANALYSE A BLANC* » apparaît, pour cela :
- Remplir à moitié une cuve photométrique d'eau à analyser.
- Visser le bouchon et introduire la cuve dans le logement du photomètre puis coiffez-la du cache noir protecteur.
- Appuyez sur la touche 0,0 et attendre la mention « *OK* » 0,000
- Enlever la cuve.
- Le message « *ANAL DE MESURE* » indique que l'appareil est prêt à recevoir la cuve contenant l'eau additionnée de réactifs.

Prélèvement :

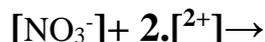
- Prélever 10 ml d'eau à analyser dans le tube plastique gradué.
- Ajouter 10 gouttes de Réactif compensateur et mélanger.



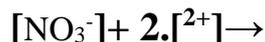
- Ajouter 1 pilule nitrates n°1. Boucher le tube et secouer afin de dissoudre complètement le réactif.



- Ajouter 1 pilule nitrates n°2. Boucher le tube et agiter énergiquement pendant 1 minute.



- Déboucher puis attendre 5 minutes.
- Verser la partie supérieure du contenu du **tube dans une cuvette** A/B jusqu'au trait A, sans entraîner de particules. Attendre 5 minutes.



- Remplir à moitié une cuve photométrique en verre avec cette préparation en utilisant l'entonnoir plastique puis boucher la cuve.

RESULTATS EXPRIMES EN MG/L de N

Nota : Nitrates en mg/ L de N = Lecture x 0.226

PHOSPHATES ECS 0 à 10 mg/l PO₄³⁻ (ORTHOPHOSPHATES)

REACTIFS NECESSAIRES ET ACCESSOIRES

Réactifs Phosphate 1 et 2.

Tube plastique gradué et Cuve photométrique Multitest 1

MODE OPERATOIRE :

Mise en service :

- Appuyer sur la touche ON / OFF
- Sélectionner l'analyse « **PHOSPHATE ECS P₂O₅** », en actionnant la touche ? ou ?.

Faire le blanc :

- Après sélection de l'analyse faire le blanc, le message « *ANALYSE A BLANC* » apparaît, pour cela :
- Remplir à moitié une cuve photométrique d'eau à analyser.
- Visser le bouchon et introduire la cuve dans le logement du photomètre puis coiffez-la du cache noir protecteur.
- Appuyez sur la touche 0,0 et attendre la mention « *OK* » 0,000
- Enlever la cuve.
- Le message « *ANAL DE MESURE* » indique que l'appareil est prêt à recevoir la cuve contenant l'eau additionnée de réactifs.

Prélèvement:

- Prélever 12,5 ml d'eau à analyser dans le tube plastique gradué.
- Ajouter 10 gouttes de Réactif Phosphate 1 et mélanger.



- Ajouter 10 gouttes de Réactif Phosphate 2 et mélanger.



- Attendre 10 minutes.
- Remplir à moitié une cuve photométrique en verre avec cette préparation en utilisant l'entonnoir plastique puis boucher la cuve.

RESULTATS EXPRIMES EN MG/L D'ORTHOPHOSPHATES

INTERFERENCES

- Les ions silicates en concentration supérieure à 15 mg/l réagissent également avec les réactifs en donnant une coloration bleue, d'où une surestimation du résultat par rapport à sa valeur réelle.
- L'Arsenic As interfère.

¹³ Cette formule est la formule brute du molybdate d'ammonium. La réaction donne un précipité jaune de phosphomolybdate d'ammonium (NH₄)₃PO₄(MoO₃)₂

CHLORURE 0 à 500 mg/L – Cl₂⁻

REACTIFS NECESSAIRES ET ACCESSOIRES

Réactif chlorure N°1 et n°2

Tube Plastique gradué et Cuve photométrique MULTITEST 1

Pipette seringue 1 ml

MODE OPERATOIRE:

Mise en service :

- Appuyer sur la touche ON / OFF
- Sélectionner l'analyse « -^x chlorure Cl⁻ », en actionnant la touche ? ou ?.

Faire le blanc :

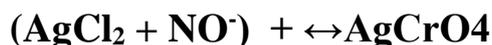
- Après sélection de l'analyse faire le blanc, le message « *ANALYSE A BLANC* » apparaît, pour cela :
- Remplir à moitié une cuve photométrique d'eau à analyser.
- Visser le bouchon et introduire la cuve dans le logement du photomètre puis coiffez-la du cache noir protecteur.
- Appuyez sur la touche 0,0 et attendre la mention « *OK* » 0,000
- Enlever la cuve.
- Le message « *ANAL DE MESURE* » indique que l'appareil est pris à recevoir la cuve contenant l'eau additionnée de réactifs.

Prélèvement :

- Prélever 1 ml d'eau à analyser à l'aide de la pipette seringue et compléter à 20 ml avec de l'eau déminéralisée.
- Mélanger.
- Ajouter 16 gouttes de REACTIF CHLORURE N°1 puis mélanger



- Ajouter 16 gouttes de REACTIF CHLORURE N°2 puis mélanger Attendre 5 minutes.



- Remplir à moitié une cuve photométrique en verre avec cette préparation en utilisant l'entonnoir plastique puis boucher la cuve.

EXPRIMES EN MG/L DE CHLORURE CL
CHLORURE exprimé en degré français (°F) = lecture x 0.14 RESULTATS

Attention

Si le cache noir est omis, le message « **PROTECT. LUMIERE** » apparaît, et l'appareil refuse de poursuivre l'analyse.

CUIVRE LIBRE - TOTAL et CUIVRE de 0 à 5 mg/L – Cu²⁺

REACTIFS NECESSAIRES ET ACCESSOIRES

Pilules Cuivre

Tube plastique gradué, Cuve photométrique Multitest 1 et Agitateur plastique

MODE OPERATOIRE:

Mise en service :

- Appuyer sur la touche ON / OFF
- Sélectionner l'analyse « ^x- Cuivre », en actionnant la touche ? ou ?.

Faire le blanc :

- Après sélection de l'analyse faire le blanc, le message « *ANALYSE A BLANC* » apparaît, pour cela :
- Remplir à moitié une cuve photométrique d'eau à analyser.
- Visser le bouchon et introduire la cuve dans le logement du photomètre puis coiffez-la du cache noir protecteur.
- Appuyez sur la touche 0,0 et attendre la mention « *OK* » 0,000
- Enlever la cuve.
- Le message « *ANAL DE MESURE* » indique que l'appareil est prêt à recevoir la cuve contenant l'eau additionnée de réactifs.

Prélèvement :

CUIVRE LIBRE

- Prélever 10 ml d'eau à analyser dans le tube plastique gradué.
- Ajouter 1 pilule cuivre n°1. L'écraser à l'aide de l'agitateur plastique et mélanger afin de bien dissoudre.

Cl₂⁻ + -X?

- Remplir à moitié une cuve photométrique en verre avec cette préparation en utilisant l'entonnoir plastique puis boucher la cuve.
- Effectuer la mesure: " se reporter *au paragraphe - Mise en service -*"

CUIVRE TOTAL

- Transvaser le contenu de la cuve photométrique dans le tube plastique gradué.
- Ajouter 1 pilule Cuivre n°2. L'écraser à l'aide de l'agitateur plastique et mélanger afin de bien dissoudre.

Cl₂⁻ + -X?

- Remplir à moitié une cuve photométrique en verre avec cette préparation en utilisant l'entonnoir plastique puis boucher la cuve.

RESULTATS EXPRIMES EN MG/L CU LIBRE OU CU TOTAL
Cuivre Chélate = Cuivre total - Cuivre libre



ORCHIDIS *Laboratoire*



ANALYSE DE L'EAU
Réactifs, Equipements de laboratoire

Dépôt de livraison
CISTEME
ESTER TECHNOPOLE
BP 6913
87069 LIMOGES

Bon de livraison
CLIENT
CISTEME
ESTER TECHNOPOLE
BP 6913
87069 LIMOGES

N° intracommunautaire : FR86403034572
90 RUE DU PR MILLIEZ
94506 CHAMPIGNY/MARNE CEDEX
N° Siret : 40137814600039
N.A.F. : 246L
N° intracommunautaire : FR21401378146
tel / fax : 01 55 09 10 10 / 10 39
Service commercial :
France : Mme Yolène MARIE LOUISE
tel/fax : 01 55 09 10 10 / 10 39
e-mail : france@orchidis.fr

Numéro :	Date	Départ le
BL045877	18/05/06	

☒ **Référence : 48**
BC : BC041252 **Conditions : DEPART USINE**
BL : **Mode expédition : ENVOIS POSTAUX**



VISITER
www.orchidis.fr **F.D.S sur demande à**
product@orchidis.fr



Référence	Désignation	Qté
1MT026	MODULE TEST NITRATES -100 TESTS -N ● ✕	1
1MT017	MODULE TEST FER --N ● ✕ UN 1780, LIQUIDE CORROSIF, N.S.A, ACIDE ACETIQUE	1
1MT030	MODULE TEST ORTHOPHOSPHATE 0.20/40 MG/L PO4-0.07/13 MG/L P -N 8, II LQ 22/2 ● ✕	1
1MT043	MODULE TEST ZINC 0 A 4 MG/L --N ● ✕	1
1MT044	MODULE TEST CHLORURES 0 A 500 MG/L -100 TESTS -N ● ✕	1
1MT045	MODULE TEST TA -250 TESTS --N ● ✕	1
1MT046	MODULE TEST ALCALINITE TAC -250 TESTS ● ✕ -N	1
1MT047	MODULE TEST DURETE TH -250 TESTS -N ● ✕	1
1MT011	MODULE TEST CUIVRE 0.0 A 5 MG/L --N ● ✕	1
14FP17	FRAIS FORF.PORT & EMBALLAGE TRAITEMENT DE COMMANDE < 10kg ***** A GROUPEUR AVEC COMMANDE BC041253	1

Code Client: CISTEME BL045877 page 1





RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
CONSEIL GÉNÉRAL DE LA HAUTE-VIENNE

**LABORATOIRE DÉPARTEMENTAL D'ANALYSES ET DE RECHERCHES
DE LA HAUTE-VIENNE**

Avenue du Professeur Joseph de Léobardy
BP 50165
87005 LIMOGES Cedex
Tel : 05 55 34 40 12
Fax : 05 55 33 78 15
Mail : labo@cg87.fr

DEVIS

Limoges le, 5 avril 2006

Société CISTEME
ESTER Technopole
BP 6912
87069 LIMOGES CEDEX

A l'attention de M. Julien FOUGEYROLLAS

Suite à votre demande veuillez trouver ci-joint les tarifs 2006 du Laboratoire Départemental de la Haute-Vienne des analyses demandées :

Eau d'abreuvement 42,02 € HT

Eau pour la consommation humaine..... 83,52 € HT

La TVA applicable est à 19,60 % pour les eaux d'abreuvement et à 5,50 % pour les eaux destinées à la consommation humaine.

En fonction du nombre d'analyses que vous serez susceptible de nous confier, une remise pourra vous être consentie.

Le Directeur,

Claude-Yves COUQUET

ANNEXE Q : Devis Station météo LITTOCLIME

11 04 06 16:01

Contact : Mr ROUPSARD

0231531921

p.1

SARL LITTOCLIME
5, rue des Champs Bailly
14 280 SAINT CONTEST



Tél : 02.31.53.19.20
Fax : 02.31.53.19.21
Capital : 12 000 euros
R.C.S : CAEN B 421 107 434

Devis en EUR N° : DE1938

DATE	CLIENT	PAGE
11/04/2006	SOCIETE	1

N° TVA : FR37421107434
SIRET : 421 107 434 00027
APE : 748K
R.I.B. :
CRÉDIT AGRICOLE, AGENCE CAEN - SAINT PIERRE
14 000 CAEN - FRANCE
Code établissement : 11406
Code guichet : 05 112
Numéro de compte : 09365512700 Clé : 22
IBAN : FR76 1140 6051 1209 3655 1270 022
BIC : AGRIFRPP814

SOCIETE SYSTEME
ATTN. M. FOUGEYROLLAS
ESTER TECHNOPOLE
BP 6912
87069 LIMOGES cedex

Taux de l'Euro : 6.55957

MODE DE REGLEMENT
Chèque

ECHEANCE
11/04/2006

N/ld CEE :
V/ld CEE :

Références :

REFERENCE	DESIGNATION	QUANTITE	P.U. HT	% REM	REMISE HT	MONTANT HT	TVA
WMR928NX	Station météo WMR928NX <i>Nouvelle version, comprend :</i> 1 console d'affichage avec écran tactile rétroéclairé 1 adaptateur secteur 1 baro-thermo-hygromètre int. BTHR918 1 anémomètre girouette WG918 1 thermo-hygromètre extérieur BTHR918 1 pluviomètre PCR918 2 transmetteurs STR928N 1 transmetteur STR938 1 kit visserie 1 logiciel en anglais (notice FR) 1 câble de liaison série	1.000	325.255	3.00	9.76	315.50	1
USBCABLE	Adaptateur USB/SERIE	1.000	21.730	0.00	0.00	21.73	1
MIC928	Collecteur de données et logiciel V-Météo pour Windows	1.000	229.930	0.00	0.00	229.93	1
	FRANCO DE PORT DELAI DE LIVRAISON : 48h						

Remarque : fax : 055542605511

BASES HT	REMISE	MT TVA	% TVA	PORT	TOTAUX	EUROS	FRANCS
1	567.16 Tx: 0.00 0.00	111.16	19.60	0.00 0.00	H.T. : 567.16 T.V.A. : 111.16	678.32	4449.49
						TOTAL TTC NET A PAYER	678.32 4449.49

Guide d'achat

ANALYSE DE L'EAU

L'instrumentation portable

▼
Mesure de pH, redox, conductivité, oxygène, turbidité, mesures des nitrates, phosphates, chlore, fer, plomb... Tous les paramètres que les appareils de laboratoire ou les analyseurs en continu mesurent, les instruments portables peuvent aussi les mesurer. Ce sont le plus souvent les mêmes principes mais adaptés aux contraintes de portabilité et d'autonomie. Ensuite, c'est une question de besoin. L'instrumentation portable reste un marché modeste mais indispensable à de nombreux utilisateurs. Et elle doit suivre, elle aussi, les exigences des normes et des réglementations.

Tout est possible. Les mesures de contrôle de la qualité de l'eau, qu'elles soient physico-chimiques ou chimiques, se déclinent aussi bien en mesures de laboratoire, en mesures en continu sur site et en mesures ponctuelles par une instrumentation portable. Ensuite, c'est une question de besoin et d'habitude.

« Aux États-Unis, la surveillance se fait beaucoup sur

d'études qui étudient un site, là pour étudier une nappe phréatique, là pour installer un déversoir d'orage, là pour construire une station d'épuration... Il y a ensuite tous les

laboratoires mandatés pour réaliser des contrôles sur les eaux usées, potables, ou encore dans les milieux naturels (dans le cadre de l'autosurveillance définie par la loi

Il faut retenir

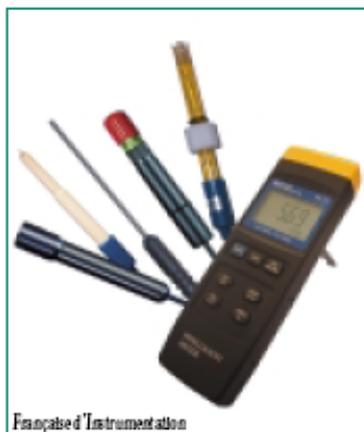
- Les mesures physico-chimiques sont les plus répandues. Les capteurs peuvent être regroupés dans des sondes multiparamètre
- Les tests visuels donnent une simple indication de la présence d'une substance. Ils restent très employés
- La photométrie permet la mesure de plus d'une centaine de paramètres ou substances chimiques
- Elle demande parfois une préparation de l'échantillon un peu longue pour une mesure sur le terrain

site par des équipements en poste fixe. En Europe et en France, les mesures en laboratoires l'emportent, après avoir prélevé des échantillons d'eau », explique Noël Grosard, directeur commercial Aqualyse.

Entre les deux, l'instrumentation portable se fait une petite place : « Un marché assez petit et très dispersé », souligne Bruno Sellem, directeur de Nantek (ex Martec Environnement), qui compte quatre grandes catégories d'utilisateurs. Tout d'abord, les bureaux



L'instrumentation portable, prise en sandwich entre l'analyse en ligne et l'analyse en laboratoire, reste un petit marché.



Française d'Instrumentation

La conductivité, la température et le pH... permettent de définir les caractéristiques fondamentales de l'eau. La recherche des différences de valeur de ces paramètres physico-chimiques entre différents points de mesure facilite la mise en évidence d'une zone de pollution. Les fournisseurs proposent des boîtiers acceptant tous les types de sondes ou d'électrodes.

sur l'eau, les mesures in situ réalisées par les industriels ou les exploitants doivent être régulièrement contrôlées par des laboratoires). Troisième marché : les unités techniques des grands groupes du domaine de l'eau : Veolia, Suez... Enfin, le quatrième marché, beaucoup plus diffus, regroupe les fédérations de pêche, les piscicultures ou les pépinières qui contrôlent la qualité de l'eau pour leur exploitation.

Selon Marc Viandon, directeur des ventes chez Hach Lange, le marché global s'élèverait à quelque 20 millions d'euros, tout confondu : mesures physico-chimiques (pH, redox, conductivité, oxygène, ions spécifiques), optiques (turbidité, matières en suspension, voile de boues dans les bacs de décantation), chimiques.

Il n'est cependant pas toujours facile de dissocier le marché du laboratoire et celui de l'instrumentation de terrain : les opérateurs peuvent utiliser le même équipement pour des mesures sur site ou en laboratoire sur les échantillons prélevés.

Autre particularité, l'instrumentation portable est au carrefour entre deux mondes : celui du laboratoire et celui du contrôle de process. De fait, ce marché réunit des fournisseurs d'horizons différents. Il y a ceux qui viennent du laboratoire, comme VWR International ou Fisher Bioblock Scientific, ceux qui viennent de l'instrumentation de process comme Endress + Hauser ou Juno. Il y a aussi ceux qui, spécialisés dans le domaine de l'eau comme Hach Lange, déclinent leur instrumentation aussi bien en postes fixes qu'en équipements portables. Enfin, ceux qui, comme Testo ou

Quelques paramètres

Paramètre	Mesure électrochimique (sonde in situ)	Mesure optique (in situ)	Tests visuels colorimétriques	Photométrie
pH	•		•	
Conductivité	•			
Redox	•			
Oxygène	•	•		
Turbidité		•		
MES		•		
Voile de boue		•		
Chlore	•		•	•
Phosphates	•		•	•
Sulfates			•	•
Nitrates	•		•	•
Nitrites			•	•
Ammonium	•		•	•
Fluorures	•		•	•
Fer			•	•
Manganèse			•	•
Silice			•	•
Chlore	•		•	•
Dureté	•		•	•

Cette palette de longue, large et précise le nombre de paramètres. Pour des mesures ponctuelles sur le terrain par une instrumentation portable, le nombre de paramètres est généralement beaucoup plus restreint.

Hanna Instruments, se sont faits de la mesure portable une spécialité. Ceux-ci proposent souvent des équipements de poche, plutôt entrée de gamme. « Mais question technique, il n'y a pas de grandes différences, reconnaît un fournisseur. Au niveau des prix, nous avons les mêmes tarifs à 5 ou 6 % près... Alors, tout est dans le marketing, la couleur et la forme de la mallette ».



Mettler Toledo

Tout est dans la mallette : sonde, boîtiers électroniques mais aussi solutions étalons, piles, petits flacons...

Il n'empêche que les fournisseurs doivent aussi savoir répondre aux exigences des nouvelles normes même si celles-ci ne touchent qu'un tout petit marché. Ainsi, depuis environ deux ans, les laboratoires chargés de réaliser des prélèvements d'échantillons doivent utiliser des préleveurs portables réfrigérés à 4 °C. « Il a fallu mettre au point des petits frigobalises pour un marché d'à peine cinq cents appareils », souligne M. Sellem (Nestek).

Les mesures physico-chimiques

Le marché le plus important reste celui des mesures physico-chimiques. Il est estimé par M. Sellem à quelque 3 000 appareils portables par an. Le pH, la conductivité, l'oxygène dissous, la température et la turbidité sont les paramètres les plus répandus. Ils permettent une première estimation de la qualité du milieu. Lors d'un prélèvement d'échantillon pour un contrôle, les normes stipulent au minimum une mesure de pH (associé à une mesure de température et de débit). Ce sont des mesures in situ dont les principes de mesure sont depuis longtemps connus. Une mesure optique pour la turbidité, de préférence dans le domaine de l'infrarouge (pour se plier... aux normes). Les électrodes pour le pH, la conductivité, le potentiel redox, l'oxygène dissous... A noter toutefois l'arrivée ces dernières années des

A quoi ça sert ?

- ▶ Le pH, la conductivité, l'oxygène dissous, la température et la turbidité sont mesurés in situ. Ils permettent une première estimation de la qualité du milieu.
- ▶ Lors d'un prélèvement pour un contrôle, les normes stipulent au minimum une mesure de pH, de température et de débit.
- ▶ Les phosphates, l'ammoniac, les nitrates et le fer permettent d'apprécier l'impact de rejets polluants.
- ▶ Dans les stations d'épuration, le suivi du cycle de l'azote (ammonium, nitrates, nitrites) permet de surveiller l'efficacité des bassins biologiques d'aération (traitement de l'azote). Idem pour le phosphore dans les traitements par floculation.
- ▶ Pour les autres paramètres, c'est un peu au cas par cas, selon les risques de pollutions potentiels : mesures des métaux lourds à la sortie d'une usine de traitement de surface.

sondes optiques de mesure d'oxygène par fluorescence. Sur le salon Pollutec en décembre, Hach Lange présentera pour la première fois la sonde optique en version portable et la société Aqualyse l'a glissée, quant à elle, dans sa sonde multiparamètre. Les mesures électrochimiques touchent aussi la mesure d'ions comme les fluorures, les nitrates, le sodium... les analyses faites par ionométrie, requérant l'emploi de sondes spécifiques, sont simples à mettre en oeuvre, mais elles peuvent être fragiles, de durée de vie limitée et relativement onéreuses. L'une des tendances de ses dernières années est de rassembler ces dif-

férentes mesures physico-chimiques dans une même sonde, appelée, du coup, multiparamètre. Là encore, un marché niche de quelques centaines d'équipements pour des applications souvent ponctuelles. Il faut avoir besoin de plusieurs mesures, au même endroit et en même temps. Cela peut être le cas pour la caractérisation d'un site lors de campagnes de mesure sur plusieurs jours, ou plusieurs semaines. Il peut être alors intéressant d'associer à la sonde des outils d'acqui-



Les photomètres peuvent être multiparamètres...

sition et de rapatriement des mesures. Le GSM pour interroger la sonde à distance et le GPS pour localiser le point de mesure sont les dernières tendances. Les fournisseurs ne manqueront pas de vous le proposer. « Le GPS permet de retrouver à 1 mètre près le point de mesure d'une précédente campagne. Cela est intéressant lorsque l'on veut reproduire les mesures exactement au même endroit dans un lac ou une rivière », précise M. Sellem (Neotek).

Les bandelettes

Avant de parler de mesures chimiques stricto sensu, on ne peut pas omettre les petites bandelettes réactives qui, de manière quasi instantanée, sans aucun appareillage, indiquent la présence de telle ou telle substance chimique. Ces bandelettes de papier sont imprégnées d'un réactif spécifique. Il suffit de les plonger dans l'eau et de regarder un éventuel changement de couleur. Ces tests visuels n'ont qu'une valeur d'indication mais ils restent très utilisés, aussi bien en laboratoire que

sur le terrain. Ils sont parfois sophistiqués à volonté par les fournisseurs. Les réactifs peuvent être conditionnés sous forme de pastilles, plus stables dans le temps. La lecture se fait alors dans des petites cellules et l'échantillon peut être comparé à des étalons pour s'affranchir de la couleur de l'eau ou de sa turbidité. On ne parle évidemment plus de bandelettes mais de comparateurs visuels.

Photomètres mono ou multi

Les mesures chimiques par photométrie relèvent du même principe, si ce n'est que l'œil est remplacé par un détecteur optique dans le visible.

On distingue les photomètres monoparamètre qui travaillent à une seule longueur d'onde et les multiparamètre, à plusieurs longueurs d'onde. Il existe aussi des spectrophotomètres qui balayent l'ensemble du spectre visible. « Avec huit longueurs d'onde, on peut doser plus de 80 paramètres », précise M. Viandon (Hach Lange). Question budget, le multiparamètre devient intéressant dès le troisième paramètre. Et, pour des raisons d'encombrement et de confort, il est plus pratique de transporter un seul appareil pour ceux qui doivent aller faire des mesures dans des lieux difficiles d'accès. Le principe par colorimétrie nécessite à chaque mesure de mettre l'échantillon au contact d'un réactif spécifique. C'est la raison pour laquelle les photomètres portables sont souvent conditionnés dans des petites malles avec des emplacements prévus pour les réactifs, les petits flacons...

En instrumentation portable, une dizaine de composants sont classiquement analysés. Dans le domaine de l'eau potable, on retrouve essentiellement la mesure de chlore ainsi que celle du plomb (pour les anciennes canalisations). Pour les eaux usées, le nitrate, le fer, sont les plus fréquemment contrôlés. Les

Un marché insaisissable...

...dans son entier. Il nous est impossible de recenser ici tous les fournisseurs d'appareils portables pour l'analyse de la qualité de l'eau. Qui ne vend pas une électrode de pH ? Une sonde d'oxygène dissous ? Il serait plus d'une cinquantaine. Nous citons dans le tableau ceux qui ont été répertoriés dans le catalogue Pollutec 2003. Et encore il ne s'agit que de ventes directes. Pour atteindre l'ensemble du marché, les fournisseurs passent par des distributeurs. Selon Bruno Sellem, directeur général de Neotek (ex-Martec), la moitié du marché de l'instrumentation portable passe par la distribution. Ils seraient, là encore, entre quarante à cinquante sociétés. Cela va du distributeur local qui offre une gamme assez large d'équipements mais couvre un domaine géographique très restreint, jusqu'à un distributeur national spécialisé sur un marché très ciblé comme l'instrumentation pour les piscicultures ou les mesures de nitrates pour l'horticulture.



... ou multiparamètre.



Hach Lange

Le capteur optique pour l'oxygène dissous existe aussi en version portable...

stations de traitement subvert régulièrement le cycle de l'azote (nitrates, nitrites, ammonium). Selon Bruno Sellem (Neotek), le parc de photomètres portables s'élève à environ 5 000 unités. Le marché actuel est un marché de renouvellement qui se situe entre 250 et 300 appareils par an que se partage une dizaine de fournisseurs.

Signalons aussi la photométrie UV, qui existe aussi en équipement de terrain. Elle a l'avantage de ne pas nécessiter de réactifs. En revanche, elle est limitée à un nombre beaucoup plus restreint de paramètres. Le fabricant français Secomam propose aussi cette technologie associée à une analyse chimométrique pour une évaluation de la qualité globale de l'échantillon.

Certaines mesures de laboratoires restent difficilement transposables en mesure sur site ; c'est le cas notamment de la DBO (demande biologique en oxygène) qui prend un certain temps (5 jours selon la méthode normalisée). Pour la DCO (demande chimique en oxygène), il existe des analyseurs en ligne depuis de nombreuses années déjà, qui n'ont

La fluorescence aussi



Fondis Electronic

Fondis Electronic présente le LuminoLux de Labi-Bell, le fluorimètre portable (1 kg, fonctionnant sur pile) à fluorescence permettant d'évaluer, en 10 minutes (les techniques de laboratoire demandent jusqu'à 72 heures), la concentration et l'indice de toxicité des effluents aqueux. Il est capable de détecter des molécules telles que les phénols, les sulfites, les furfures (triazoles, urées, amides...), les cations divalents (Hg, Cu, Cd, Zn, Pb...), les hydrocarbures aromatiques polycycliques, etc.

MESURES 769 - NOVEMBRE 2004

Les fournisseurs d'instrumentation portable

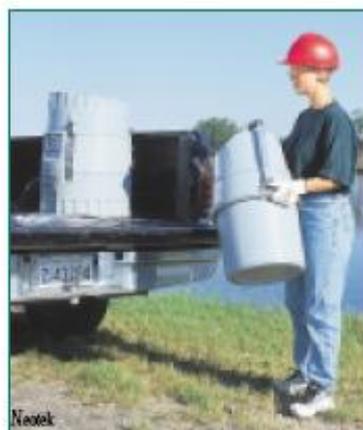
Fournisseurs	Leur offre produits*
AMR	Mesures de pH, conductivité, O ₂ , photomètres, acquisition
Aquacontrol	Mesures de pH, redox, O ₂ , chlore, conductivité, turbidité...
Aqualyse	Sondes/électrodes: pH, conductivité, O ₂ , turbidité... sondes multiparamètre, préleveurs
Cifec	pH-mètres, photomètres, comparateurs visuels, réactifs, étalons
Endress + Hauser	Préleveurs portables, mesures de pH, conductivité, O ₂ , turbidité...
Equipements Scientifiques	Mesures de pH, redox, O ₂ , conductivité...
Fisher Bioblock Scientific	Mesures de pH, redox, O ₂ , conductivité... tests colorimétriques, photomètres, préleveurs
Fondis Electronic	Mesure de CUV dans l'eau, mesures biologiques par fluorescence
Française d'Instrumentation	Mesures de pH, redox, O ₂ , conductivité...
Hach Lange (Dr Lange, Sigma, Bühler)	Mesures de pH, redox, O ₂ , conductivité, turbidité, photomètres, réactifs, préleveurs
Hanna Instruments	Mesures de pH, redox, O ₂ , conductivité, photomètres de poche
Heito	Mesures de pH, redox, conductivité, O ₂ , chlore
Heyl	Mesures de pH, conductivité, trousse de dosage de dureté, comparateur visuel
Horiba	Mesures de pH, conductivité, O ₂ , ionométrie, traces d'hydrocarbure, sondes multiparamètre
Jumo	Mesures de pH, conductivité, O ₂ , turbidité
Macherey Nagel	Tests visuels, photomètres, mesures microbiologiques
Mettler Toledo	Mesures de pH, conductivité, O ₂ , CO ₂ , turbidité
Neotek	Mesures de pH, redox, O ₂ , conductivité, turbidité, ionométrie, photomètres, préleveurs
Néréides	Mesures de pH, redox, O ₂ , conductivité, turbidité...
Orchidis	pHmètre, oxymètre, turbidimètre, tests visuels, comparateurs, photomètres, spectrophotomètres
OTT France (HydroLab)	Mesure de pH, redox, conductivité, O ₂ , turbidité... Photomètres, sondes multiparamètres,
Secomam	Analyseurs UV multiparamètres DCO, DBO, COT, MES, dosage de l'azote...
Swan	Mesures de pH, redox, conductivité, O ₂ , turbidité... photomètres
Testo	Mesures de pH, conductivité
TMR	Électrodes de pH, redox, conductivité
VWR International	Électrodes pH, redox, à ions spécifiques, tests visuels, photomètres, réactifs (Merck)
WTW	Mesures de pH, redox, O ₂ , conductivité, turbidité, photomètres

* Nous ne présentons ici que les produits des fournisseurs susceptibles d'être sur le terrain pour des analyses physico-chimiques ou chimiques de l'eau. Beaucoup des fournisseurs cités (il d'autres non cités) proposent d'autres équipements de terrain pour d'autres types de mesures : température, niveau, débit mais aussi des équipements plus spécifiques pour des mesures microbiologiques, d'écotoxicité...

eu de cesse de s'améliorer en termes de maintenance, préparation de l'échantillon, consommation des réactifs, rapidité. En instrumentation portable (ou en laboratoire). Depuis près d'un an et demi, une mesure de DCO par photométrie est autorisée pour le contrôle de stations de traitement d'eau. La méthode a été qualifiée selon la norme XPT 90-210 ("Protocole d'évaluation d'une méthode alternative d'analyse physico-chimique par rapport à une méthode de référence"). « Je n'ai jamais vu quelqu'un faire une mesure de DCO au bord d'un effluent avec un photomètre portable, reconnaît cependant Sylvain Bolot, responsable environnement chez VWR International. La mesure demande une préparation de l'échantillon avec une minéralisation qui peut prendre jusqu'à deux heures ». De quoi décourager. Il en va de même pour un bon nombre de paramètres chimiques qui peuvent être rapidement mesurés par photométrie mais qui demandent une mise en condition pas toujours facile à réaliser sur le terrain. C'est une raison

pour laquelle, finalement, le nombre de paramètres mesurés par une instrumentation portable reste généralement limité.

Marie-Pierre Vivarat-Perrin



Neotek

Pour les prélèvements d'échantillon, les portaveaux portables se doivent d'être refroidis à 4 °C. Une sorte de petit frigo miniature.

39

Diagnostic de pollution des sols, les mesures sur site restent très qualitatives

▼ Pour Norisko Environnement, il y a une forte demande pour des outils portatifs de mesure des pollutions des sites et sols. Les matériels disponibles n'apportent qu'une information qualitative, au mieux semi-quantitative. Pour détecter plus rapidement la présence de contaminants, pour mieux cibler les analyses ultérieures en laboratoire et réduire les coûts d'investigation, les professionnels aimeraient pouvoir faire sur le terrain des mesures plus fines, plus sélectives... Mais ils savent aussi que cette instrumentation-là a un coût.

La réglementation en ce domaine se limite actuellement à la réglementation des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE). Celle-ci impose un diagnostic des sols dans le cas de la vente ou de la cessation d'une activité pour les sites soumis à autorisation et à la loi n° 75-633 du 15 juillet 1975 relative à l'élimination des déchets et à la récupération des matériaux. Un diagnostic peut également

être demandé par le futur acquéreur d'un site. De manière ponctuelle, les *Diire* peuvent imposer à un industriel, par arrêté préfectoral, une Evaluation Simplifiée des Risques (ESR). Une ESR est une caractérisation plus poussée qu'un "simple" diagnostic et tient compte non seulement de la caractérisation des sols mais aussi des eaux souterraines.

Enfin, les décrets d'application de la loi "Bachelot" pourraient multiplier ces dia-

gnostics, notamment à chaque changement notable de l'activité d'un site. Cette loi passera-t-elle ou sera-t-elle même seulement applicable tant un diagnostic ou une ESR sont contraignants et coûteux?

Les diagnostics débutent toujours par une étude documentaire sur l'historique du site, une étude de vulnérabilité de l'environnement (étude du sol, des nappes, des usages de tel ou tel milieu, des cibles potentielles...). Ensuite, une campagne d'échan-



Le diagnostic d'un sol peut nécessiter le prélèvement d'échantillons jusqu'à 30 ou 40 mètres de profondeur.

Matériels utilisables pour les diagnostics rapides sur sites et sols pollués

Tube colorimétrique : identification des substances toxiques sous forme de gaz. L'air est pompé dans le tube et un changement de couleur confirme la présence de contaminants. Certains modèles indiquent la quantité approximative des contaminants (analyse semi-quantitative). Nécessite une pompe, des consommables (réactifs sous forme de cartouche).

Détecteur FID (flame ionisation detector) ou **PID** (photo ionisation detector) : détection des gaz toxiques (uniquement les composés organiques qui contiennent du carbone). Très fréquemment employé. Pas de consommable. Indication semi-quantitative quasi-instantanée. **Explosimètre :** mesure le degré d'explosivité (valeur limite d'explosivité), la concentration en oxygène et la concentration

de monoxyde de carbone (lors d'un déversement). Utilisé pour la sécurité du personnel intervenant. Donne aussi une information sur un potentiel polluant (épanchement d'hydrocarbures).

Kit d'analyse colorimétrique des hydrocarbures : dosage, directement dans les sols, des HC dès quelques ppm. Permet de faire des tests de pollution, notamment par les hydrocar-

bures (benzène, fuel, gasoil...). Chaque analyse dure 2 minutes environ. Très intéressant, car permet une mesure directe dans le sol. A titre expérimental.

Analyseur à fluorescence X de métaux : indication de la présence de métaux lourds dans les sols. Mesure qualitative. Reste cher. Peu utilisé en diagnostic (utilisé plus fréquemment en phase de dépollution).

Liste non exhaustive des techniques disponibles

tillonnage est établie. La phase d'investigation sur le terrain consiste à sonder le sol dans les différentes zones à risque du site identifiées (cuves enterrées, zone de dépôtage, activités à risques, stockages...). Sur des sites en activité, il s'agit d'être le moins destructif possible afin de perturber au minimum la production. Les sondeuses mécaniques permettent de réaliser des forages de 8 cm de diamètre. Les échantillons sont ensuite envoyés dans les laboratoires avec des méthodes de traitement et d'analyse souvent sophistiquées. S'il n'existe pas ou peu d'informations sur l'historique du site, l'investigation porte sur un très large nombre de polluants. Et le coût peut devenir exorbitant.

Dans le cadre d'audits d'achat/vente de site, il faut être très réactif et il est fréquent que le temps de réalisation d'une telle étude n'excède pas un mois.

D'où l'intérêt d'une instrumentation sur

site qui permette de réaliser des diagnostics rapides. Des kits portables existent aujourd'hui, qui alertent sur tel ou tel type de pollution. L'objectif serait de pouvoir limiter en amont le nombre des mesures en laboratoire ou de pouvoir prendre des mesures d'urgence si nécessaire. Nous n'en sommes pas encore là. Ces équipements de terrain sont aujourd'hui utilisés encore à titre expérimental. Ils apportent une information qualitative mais non quantitative. Et puis les mesures sur site sont chères, elles aussi. Le prix des consommables oblige à limiter les mesures (par exemple, pour les techniques colorimétriques, il faut une nouvelle cartouche de réactif à chaque échantillon).

A titre d'exemple, pour un analyseur à fluorescence X portable qui ne donnera qu'une information qualitative sur la présence de métaux lourds dans les sols, il faut compter environ 60 000 €.

C'est ainsi que l'intérêt suscité par l'évolution des techniques est contrebalancé par l'aspect économique. Il faudrait que les kits d'analyse colorimétrique des hydrocarbures soient plus sélectifs et apportent des informations probantes sur la nature des hydrocarbures : hydrocarbures lourds ou légers, benzène, fuel, gasoil. Mais qui dit mesures spécifiques dit extraction, dit coût... Le développement d'analyseurs portables comme par exemple des chromatographes couplés à un spectromètre de masse est tout aussi intéressant et apporte des mesures sélectives et quantitatives. On en arrive à de véritables laboratoires mobiles... et le coût de leur déplacement se répercute sur le prix de la mission.

Sébastien Roddier
Responsable Noriko
Environnement à Orléans

spécialisée entre autre dans
la caractérisation des sites et sols pollués.

ANNEXE T : *Dossier pollution de l'eau chez les animaux*

Mail envoyé à Monsieur Duprès expert au **Groupement de Défense Sanitaire de l'Isère**.

Bonjour,

>Je dois entre autres faire une approche méthodologique pour diagnostiquer la qualité d'une eau de consommation animale

Je ne sais pas quel niveau d'investissement vous souhaitez avoir sur le sujet ? En tout état de cause, la référence nationale en matière de qualité d'eau en élevage est le GDS de la Mayenne qui organise régulièrement des formations sur le sujet.

>Existe t il une réglementation stricte sur la qualité des eaux POUR l'animal ?

Non, il n'existe aucune norme REGLEMENTAIRE sur des critères qualité pour Une eau de boisson destinée aux animaux.

La seule obligation applicable à tous les producteurs est dans le paquet hygiène : lorsque l'eau d'abreuvement est distribuée en bâtiment et qu'il s'agit d'une eau de source, le producteur doit contrôler sa qualité au travers d'une analyse annuelle. Cependant aucune grille d'interprétation ou de conduite à tenir en fonction des résultats n'est donnée. Je pense que le législateur fait confiance à la responsabilité du producteur pour que celui-ci réagisse de manière adaptée en fonction des résultats.

En revanche, les observations réalisées à partir d'incidents, ou d'absence d'incidents permettent de dégager des profils d'eaux "à risque sanitaire élevé" et des eaux "à risque sanitaire faible".

A titre d'information vous pouvez consulter avantageusement les articles dans consacré aux bovins sur le site GDS 39.FR.

A noter également que les certifications ou labels imposent des normes pour l'élevage des animaux. Quelques uns imposent notamment des mesures sur l'eau d'abreuvement des animaux (objectif : réduire les risques de maladie sur le troupeau).

Suite aux conseils donnés par monsieur Duprès, j'ai consulté le laboratoire ALIZE pour avoir de plus amples informations sur les analyses faites sur l'eau d'abreuvement.

Contact avec le laboratoire d'analyse de l'eau interprofessionnel GIE ALIZE situé à Lyon.

>- l'analyse bactériologique est basé sur 6 critères. Quels sont ils ?

Germes 22°C

Germes 37°C

Coliformes Totaux

E.Coli

Enterocoques fécaux

Anaérobies sulfito-réductrices

>- idem pour l'analyse chimique

Nitrates

pH

Dureté

Nitrites

Matière Organique

Fer

ANNEXE U : Dossier pollution de l'air chez les animaux

*Discussion téléphonique avec Monsieur Capdeville, technicien au **G**estion et **D**éfense **S**anitaire de l'Isère.*

Monsieur Capdeville anime forum, semaine de formation, fait des expertises et donne des conseils sur le thème de la de qualité de vie des bovins. La qualité de l'air intervient dans l'un de ses sujets.

Existe-t-il une réglementation sinon des recommandations en matière de qualité d'air des bâtiments fermiers ? C'est-à-dire une réglementation sur la qualité d'air pour un élevage de bovins par exemple.

Non il n'existe pas de textes écrits règlementant la qualité d'air. Il n'y a pas plus de recommandations. En fait, on ne parle pas de qualité d'air mais plutôt de « **qualité d'ambiance des bâtiments** ». Ce sont généralement les zootechniciens aidés parfois des vétérinaires qui disent à l'exploitant comment gérer la ventilation des bâtiments pour éviter les problèmes.

Quelles sont les générales les mesures d'ambiance qui sont faites ?

- **recherche de poussière ?**
- **recherche de bactéries ?**
- **recherche de gaz ?**
- **recherche température et d'humidité ?**

- Pour moi, il est *aberrant de mesurer le taux de poussières*. Pour deux raisons. Même dans la ferme la plus propre que vous trouverez, votre filtre à poussière sera rapidement saturé. Et pour conclure sur quoi ?

Si vous tenez vraiment à mesurer les poussières cela pourrait s'appliquer dans *le cas d'une ventilation automatique*. Mais cette mesure aurait pour objectif de dire si la ventilation automatique marche bien ou pas. Toutefois, la plupart des bâtiments d'élevage possèdent une aération naturelle, très peu sont automatisées.

- Il va de soi qu'il est encore plus difficile de rechercher des bactéries. Imaginons que cela soit pourtant fait, les conclusions ne seront pas forcément évidentes à tenir.

- *La mesure des gaz est a adaptée au cas par cas*. Il serait par exemple intéressant de mesurer le taux d'ammoniac dans un élevage de porcs, ou encore le sulfure d'hydrogène près des stocks de lisier ou tout ce qui est souffrés pour les stocks d'ensilage. Pour ce qui est des bovins laitiers, tout ce qui est déchets lactés. Mais il faut avouer que ce type de *mesures ne sont faites que très rarement*.

- Par contre *les mesures de température et d'humidité sont souvent faites*. Mais se sont toujours des mesures différentielles. On mesure les deltas T et les deltas H, pour avoir des points de référence.

Ce qui est fait aussi est la mesure du vent, force et direction. Car les animaux en particuliers les vaches laitières sont sensibles au courant d'air.

ANNEXE V : Questionnaire GPSE

Date :

Questionnaire général

Informations générales :

Nom de l'exploitant :
Adresse de l'exploitation :
Numéro de téléphone fixe :
Numéro de téléphone fax :
Numéro de téléphone portable :
Type de troupeaux :
Nombre de têtes :
Race :

Définitions du ou des troubles rencontrés dans l'exploitation

Pour chaque trouble :

- Définissez le trouble observé
- En quoi ce trouble est-il dérangent pour votre exploitation, quelles en sont les conséquences sur les animaux?
- Chez quelles populations d'animaux apparaissent les troubles (population jeune, population vieille, population pluri-age, ...)?
- A quelle vitesse l'ensemble de la population a-t-elle été affectée?
- Ce trouble a-t-il causé la mort d'animaux?
- Une autopsie a-t-elle été menée sur ces animaux?
- Comment avez-vous détecté l'existence de ce trouble ou de la conséquence?
- Depuis quand observez-vous ce trouble ou les conséquences du trouble?
- Avez-vous essayé de résoudre par vous-même le trouble?
- Si oui, détailler les moyens que vous avez employés?
- Avez-vous fait intervenir une tierce personne pour tenter de résoudre ce trouble?
- Si oui, indiquez quelles sont les actions qui ont été mises en œuvre?
- Indiquez leurs effets sur le trouble ou sur les conséquences du trouble?
- Ce trouble est-il observable dans une zone bien précise? Si oui, situez la zone sur le plan précédemment demandé.
- Existe-t-il une période de l'année où le trouble est observé de manière systématique?
- A quelle fréquence dans une semaine ou dans une année le trouble apparaît-il?
- Quelles sont les conditions météorologiques lorsqu'il y a un trouble?

L'eau d'abreuvement des animaux subissant les troubles

- Quelle est la provenance de l'eau d'abreuvement des animaux (eau de puisage, eau de ville, cours d'eau, marres, eau de récupération...)?
- Existe-t-il des cours d'eau à proximité des lieux de vie des animaux (rivière, ruisseau, rigole, fossé, ...)?
- Où se situent les lieux d'abreuvement (abreuvoir, marres, ...)?
- Localisez sur le plan de l'exploitation les éléments précédents?
- Précisez le type de matière des abreuvoirs (plastique, métallique, ...)?
- Tracez les canalisations de distribution de l'eau?
- Précisez le type de matière des canalisations (plastique, métallique, ...)?
- Avez-vous un dispositif de traitement de l'eau pour l'abreuvement des animaux (filtre, pastille de sel, adoucisseur, ...)?
- Indiquez la position du dispositif de traitement au sein du système de distribution?
- Y a-t-il eu des modifications dans la distribution d'eau?
- Quand ces modifications ont-elles été mises en œuvre?

- Pourquoi des modifications ont t-elles eu lieu?
- Avez vous réalisé des analyses de l'eau sur le lieu de consommation des animaux (analyse de l'eau dans les abreuvoirs, analyse de l'eau d'une marre, ...) ?
- Avez vous remarqué des traces de corrosion à quelconque endroit du réseau d'eau?

Documents à fournir

- Les résultats des contrôles laitiers sur 12 mois vaches par vaches
- Les résultats des contrôles laitiers sur 12 mois du tank
- Plan cadastral de l'exploitation
- Derniers résultats d'analyses de l'eau de puisage
- Feuilles d'achat d'aliments
- Rapport d'autopsie

.Tables des références.

Figures

Figure 1 : Photo aérienne de la Technopole, Source: Ester Technopole	4
Figure 2 : Bandelettes tests	9
Figure 3 : DBO mètre	9
Figure 4 : Code de couleur pour	10
Figure 5 : Photomètre.....	10
Figure 6 : Prélèvement d'eau	11
Figure 7 : Schéma du fonctionnement de la station météo	16
Figure 8 : Indications en temps réel des différents capteurs.....	17
Figure 9 : Visualisation de données enregistrées.....	17
Figure 10 : Site Internet de consultation des données météo.....	17
Figure 11 : Schéma d'implantation d'une station météo	17
Figure 12 : Schéma théorique de la méthode WENNER	20
Figure 13 : Equation donnant la résistivité	20
Figure 14 : Version simplifiée de l'équation précédente.....	21
Figure 15 : Utilisation du telluromètre	21
Figure 16: Opérateur ne disposant que du module conductivimètre, partie récepteur	22
Figure 17 : Position avec satellites	23
Figure 19 : Opérateur ne disposant que du module GPS.....	23
Figure 20: Opérateur disposant de la partie Réception de l'ensemble conductivimètre/GPS.....	24
Figure 21 : Méthode Employée pour le conductivimètre	24
Figure 22 : Rendu linéaire des mesures de conductivités avec logiciel EM-34 PRO	25
Figure 23 : Rendu spatial des mesures de conductivités avec logiciel EM-34-PRO	25
Figure 24 : Le logiciel surfer-08 permet de tracer.....	25
Figure 25 : écart entre méthode conductimètre et différents écartement telluromètre	26
Figure 26 : Conductivité (bleu : forte ; jaune : moyenne, vert : faible.).....	27
Figure 27 : Point de mesure sur effectué sur une zone de fermage (point en rouge : point de mesure).....	27
Figure 28 : Courbe et tableau associé. Résistivité d'un terrain proche Technopole	40
Figure 29 : Correspondance type de terrain et résistivité	40

Tableaux

Tableau 1 : Corrélation signes cliniques et qualité de l'eau	33
Tableau 2 : Recommandations pour l'eau d'abreuvement	34
Tableau 3 : Concentrations de divers constituant d'une eau potable.....	39
Tableau 4 : Analyse d'eau située sur un abreuvoir alimenté par l'eau de ville	39
Tableau 5 : Mesure de la conductivité et calcul de la résistivité pour la méthode conductivimétrique	42
Tableau 6 : Mesure de la résistivité pour la méthode tellurométrique.....	42
Tableau 7 : écart entre méthode conductimètre et différents écartement telluromètre.....	42
Tableau 8 : Ecart entre méthode conductivimétrique.et tellurométrique (avec 3 écartements différents) ..	42

• Source

Bibliographie

Revue

- VIVARAT Perrin, Marie Pierre. « L'instrumentation portable », *MESURES*, n°769- Novembre 2004, p 36-39, 80pages.
- RODIER, Sébastien. « Diagnostic des pollutions des sols, les mesures restent très qualitatives », *MESURES*, n°769- Novembre 2004, page 33 et 34, 80 pages.
- LE DREAN QUENEC'H DU, Sophie. « Quelles sont les normes pour l'eau distribuée aux animaux d'élevages », *LE POINT VETERINAIRE*, n°247- juillet 2004, page 7, 40 pages.
- KAMMERER, Martine. « Suspecter et résoudre la mauvaise qualité d'eau en élevage », *LE POINT VETERINAIRE*, n°248 –août septembre 2004, page 37, 40 pages.

Manuel d'utilisation

- EM34-3 GEONICS/ABEMFrance, APE 518J, 32pages.
- Manuel d'utilisation n°1– PRO XR/XRS _ Trimble navigation France SA, 95 pages.
- Manuel d'utilisation n°2_ PRO XR/XRS- Trimble navigation France SA, 250pages.

Logiciels

- BRASSE, Patrick (2004), V-METEO (version 32 bits 1.1.3.2). Logiciel pour la station météorologique.
- GEONICS LIMITED (2001), *EM-34-PRO-CONVERTER* (version 1.05). Logiciel pour convertir les données du data logger du conductivimètre.
- GOLDEN, Colorado (2003), *GOLDEN SOFTWARE SURFER* (Version 8.04). Logiciel de traitement de données du conductivimètre.
- HARVEST MASTER(1999), *LYNX* (version 1.1). Logiciel de conversion des données du data logger du conductivimètre.

Courriels

- CAPDEVILLE, Jacques [Jacques.Capdeville@inst-elevage.asso.fr], (lundi 6 mars 2006). Qualité de l'air pour les animaux fermiers
- DUPRES, Michel [mdupres@gds38.asso.fr], (mercredi 1 mars 2006). Qualité eau et sol pour les animaux fermiers.
- Martinie, Mathieu [mathieu.martinie@correze.chambagri.fr] (mardi 11 mars 2006). Les prestations faites par un vétérinaire et un zootechnicien/
- FREMONT, Aurore [afremont@cg87.fr] (mercredi 25 février 2006). prestations faites par un vétérinaire. Les différentes maladies de la vache.

Sites Internet

- **Conductivimètre :**

Instrumentation géophysique, [adresse URL : <http://abem-france.fr>], consultation du matériel et des services proposés

Constructeur matériel, [adresse URL : www.geonics.com], rapport d'essai sur le matériel. Théorie sur le conductivimètre.

- **Station météo (site du constructeur)**

Station météo OREGON SCIENTIFIQUE,

[adresse URL : http://www.littoclimate.com/rubriques/stations_mesures/station_wmr928]

Stratégie d'implantation d'une base météo :

[adresse URL : <http://www.educnet.education.fr/meteo/observ/erquy/erquy3.htm>,
http://tdelobea.free.fr/metehoo_consstation.php,
<http://www.meteonet.org/html/station.html>]

- **Analyses chimiques de l'eau**

HAIUN, C. Technico-commercial, [adresse URL : <http://orchidis.fr>], demande de devis

Résumé

Intégration du domaine environnemental dans le protocole GPSE. Premières démarches.

Ce rapport de stage présente les premières initiatives menées pour l'intégration d'une expertise environnementale dans le protocole GPSE comprenant déjà une expertise vétérinaire, zootechnique et électrique.

La particularité de ce protocole est qu'il ne se met en fonction que lorsqu'un exploitant agricole subit des problèmes dans son élevage et que des phénomènes électriques sont suspectés.

Cette expertise environnementale prend en compte l'analyse de trois milieux que sont l'air, l'eau et le sol.

Cette première approche a Les démarches de recherches de référentiels, de mesurandes et d'instrumentation ont permis de donner les premiers résultats et les premières critiques sur cette démarche.

Mots clefs :

Groupe et protocole GPSE

Analyse air, eau et sol

Station météo

Conductivimètre

Telluromètre

Photomètre