

# Evaluation des risques hygiéniques liés à l'utilisation de digestats liquides en Suisse: Offre de l'étude



**Jacques Fuchs, FiBL**

en collaboration avec

Urs Baier, ZHAW  
Alfred Berner, FiBL  
Konrad Schleiss, UMWEKO

21 mai 2012

EXCELLENCE FOR SUSTAINABILITY

Das FiBL hat Standorte in der Schweiz, Deutschland und Österreich  
FiBL offices located in Switzerland, Germany and Austria  
FiBL est basé en Suisse, Allemagne et Autriche

**FiBL Schweiz / Suisse**  
Ackerstrasse, CH-5070 Frick  
Tel. +41 (0)62 865 72 72  
info.suisse@fibl.org, www.fibl.org

# Evaluation des risques hygiéniques liés à l'utilisation de digestats liquides en Suisse

## 1. Introduction

La problématique des ECEH en Allemagne au début de l'été passé a mis en évidence l'ampleur que peut prendre un tel événement pour un domaine d'activité, qu'il soit responsable du problème ou non. La crédibilité d'une activité peut d'autant plus être mise en cause et discréditée si la profession concernée n'est pas préparée à une telle situation.

La possibilité que des germes d'agents pathogènes puissent être disséminés par du digestat, en particulier du digestat liquide produit mésophilement, est connue (Jäkel, 1999<sup>1</sup> ; Singer, 2005<sup>2</sup> ; Pötsch, 2006<sup>3</sup>). Il est toutefois à souligner que la présence d'agents pathogènes dans les digestats liquides ne semble pas être principalement un problème des digestats, mais des intrants (par exemple lisiers) utilisés. Des études réalisées il y a plus de vingt ans ont déjà mis le doigt sur la problématique de la présence parfois importante de germes pathogènes dans les lisiers (Philipp et al., 1990<sup>4</sup> ; Strauch et al., 1991<sup>5</sup>). La teneur en germes pathogènes des autres matières entrant dans les digesteurs peut également fortement varier, comme la teneur en *Escherichia coli* dans les restes de restaurants (Drca, 2007<sup>6</sup>).

Une diminution des germes pathogènes pendant le processus de méthanisation a été démontrée dans de nombreuses études (Drca, 2007<sup>6</sup>, Ade-Kappelmann, 2008<sup>7</sup>, Albiñ et Vinneras, 2007<sup>8</sup>). Toutefois, cette diminution n'est pas toujours de la même ampleur, dépendant de la gestion du processus de méthanisation. Un rôle important joue ici la température du processus, un traitement mésophile étant nettement moins efficace pour éliminer les germes

---

<sup>1</sup> Jäkel, K. 1999: Umweltwirkung von Biogasgülle. Rapport de projet du „Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft Fachbereich LB, D-Böhlitz-Ehrenberg“, Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, D-Dresden (ed.), 56 pp.

<sup>2</sup> Singer, M. 2005: Erfassung des hygienischen Zustandes von Gärrückständen aus landwirtschaftlichen Biogasanlagen und Darstellung des daraus resultierenden Risikopotentials. Travail de diplôme à l'Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Universität für Bodenkultur“ du „Bundes- und Forschungsanstalt Raumberg-Gumpenstein, Oesterreich“, 117 pp.

<sup>3</sup> Pötsch, E.M. 2006. Nährstoffgehalt von Gärrückständen aus landwirtschaftlichen Biogasanlagen und deren Einsatz im Dauergrünland. Rapport final du projet BAL 2941, Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft Raumberg Gumpenstein, Oesterreich, 32 pp.

<sup>4</sup> Philipp, W., Gresser, R., Michels, E., Strauch, D. 2010. Vorkommen von Salmonellen in Gülle, Jauche und Stallmist landwirtschaftlicher Betriebe in einem Wasserschutzgebiet. Forum Städte-Hygiene 41, 2099-212.

<sup>5</sup> Strauch, D., Böhm, R., Philipp, W. 2011. Seuchenhygienische Probleme und baulich-technische Gegenmassnahmen. Landtechnik 9-91, 442-445.

<sup>6</sup> Drca, M. 2007. Seuchenhygienisch-mikrobiologische Untersuchungen an einer mesophil betriebenen Biogasanlage zur Verwertung von Speiseresten in Verbindung mit methodischen Untersuchungen zum Nachweis von Salmonellen und *Escherichia coli* aus biologischem Material. Dissertation présentée à la faculté de médecine vétérinaire de l'université de Leipzig (D), pp. 184.

<sup>7</sup> Ade-Kappelmann, K. 2008. Untersuchungen zur seuchenhygienischen Unbedenklichkeit von Gärresten aus Bioabfällen nach der Behandlung in Anaerobanlagen. Dissertation N° 3255 présentée à l'institut pour l'hygiène animale et environnementale de l'université libre de Berlin, 157 pp.

<sup>8</sup> Albiñ, A., Vinneras, B. 2007. Biosecurity and arable use of manure and biowaste – Treatment alternatives. Livestock Sciences 112, 232-239.

pathogènes qu'un traitement thermophile (Albihn et Vinneras, 2007<sup>9</sup>). De plus, les populations des divers germes ne sont pas diminuées dans les mêmes proportions. Ainsi, Ade-Kappelmann (2008<sup>10</sup>) a par exemple démontré que les streptocoques sont plus persistants que les bactéries coliformes.

Ainsi, l'élimination des germes pathogènes pendant le processus de méthanisation est un point essentiel en ce qui concerne la qualité et l'innocuité du digestat produit. Ce n'est cependant pas le seul. En effet, dans certaines conditions, certains germes peuvent, se remultiplier pendant le stockage du digestat (Ade-Kappelmann, 2008<sup>10</sup>, Lebuhn et Wilderer, 2006<sup>11</sup>).

En Suisse, très peu de données existent sur l'état hygiénique des digestats produits et sur les risques éventuels qui pourraient découler d'une utilisation inappropriée de ces engrais.

Dans le cadre du projet européen CORE Pathorganic, projet auquel le FiBL participe, un certain nombre de lisiers a été analysé ; toutefois, aucun digestat n'a été pris en compte dans cette étude, et les analyses effectuées étaient qualitatives et non quantitatives. D'autre part, ce projet, dont le résultat principal consistait en des recommandations très restrictives pour l'utilisation des lisiers en agriculture biologique, ne s'est pas penché sur les possibilités d'hygiénisation des intrants lors des processus de méthanisation afin d'obtenir des digestats irréprochables du point de vue des risques d'hygiène.

De manière générale, il n'existe, ni au niveau Suisse ni au niveau européen, aucune données quantitative sur la charge en germes pathogènes des divers intrants (à l'exception des lisiers). Ce projet relève également d'une importante signification dans le contexte de la surveillance de la zoonose et pourrait être utilisé dans le cadre du monitoring des résistances des germes aux antibiotiques. De plus, les données obtenues pourront également offrir des données utiles pour la mise en application OESPA, apportant des réponses concrètes à de nombreuses lacunes de connaissance dans ce domaine. Une des lacunes les plus importantes concerne la charge des divers intrants en agents pathogènes, connaissance essentielles pour planifier l'ampleur des mesures organisationnelles nécessaires à prendre sur une installation de méthanisation pour éviter tous risques, en particulier sur les installations de co-méthanisations sur exploitations avec bétail. Une autre lacune importante concerne l'état sanitaire des digestats produits et des risques éventuels pour le bétail lors de l'utilisation de ces produits sur les surfaces fourragères.

Afin de prévenir tout problème ou polémique lié à la question de l'hygiène des digestats liquides, une série d'analyses des digestats en Suisse est recommandable. Ces analyses quantitatives doivent permettre de répondre aux questions suivantes :

- Quel est le niveau de présence des agents pathogènes dans les divers intrants ?
- Quel est le niveau de présence des agents pathogènes dans les digestats ?
- Quel est leur évolution pendant tout le processus de méthanisation, de la prise en charge des déchets organiques à l'épandage des digestats liquides ?

---

<sup>9</sup> Albihn, A., Vinneras, B. 2007. Biosecurity and arable use of manure and biowaste – Treatment alternatives. *Livestock Sciences* 112, 232-239.

<sup>10</sup> Ade-Kappelmann, K. 2008. Untersuchungen zur seuchenhygienischen Unbedenklichkeit von Gärresten aus Bioabfällen nach der Behandlung in Anaerobanlagen. Dissertation N° 3255 présentée à l'institut pour l'hygiène animale et environnementale de l'université libre de Berlin, 157 pp.

<sup>11</sup> Lebuhn, M., Wilderer, P. 2006. Biogastechnologie zur umweltverträglichen Flüssigmistverwertung und Energiegewinnung in Wasserschutzgebieten: wasserwirtschaftliche und hygienische Begleituntersuchung. Berichtsteil TUM: Mikrobiologische, parasitologische und virologische Untersuchungen. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, LfL Schriftenreihe 2006-23: 149-271.

- Quelle influence joue le type d'installation de méthanisation et sa conduite sur la teneur des digestats en germes pathogènes ?
- Quels sont les points clefs à observer pour assurer la production et l'utilisation de digestats sans risques hygiéniques pour l'homme, les animaux et l'environnement ?

Les résultats obtenus doivent permettre d'une part d'assurer que les intrants à risques, c'est-à-dire avec une charge importante en germes pathogènes, ne soient pris en charge que dans des installations pouvant garantir une réduction significative de ces germes. Ceci pour assurer une production et une utilisation des digestats sans risques d'hygiène pour la production de fourrages et de produits alimentaires. D'autre part, les données obtenues doivent également permettre d'assurer des débouchés pour les digestats produits selon les règles de l'art, et ainsi garantir la pérennité de ce domaine d'activité.

## 2. Concept de l'étude

Afin d'obtenir une vue d'ensemble représentative de l'état hygiénique des digestats liquides en Suisse, la réalisation de trois campagnes d'analyses coordonnées de matières brutes et de digestats est proposée : une en été, une en automne et une en hiver. Ainsi, les variations saisonnières pourront être prises en compte.

Lors de chaque campagne, un échantillon d'une vingtaine d'installations de méthanisation doit être étudié. Pour évaluer l'évolution des populations de germes pathogènes pendant le processus de méthanisation, les analyses des divers stades de produits doivent être réalisés et comparés (fig. 1) : analyses des produits principaux entrants dans le processus, du produit à la sortie du fermenteur et au moment de l'utilisation (après le stockage ou post-traitement). Le choix exact des endroits de prélèvement des échantillons sera adapté aux diverses installations étudiées ; il peut varier, suivant les concepts étudiés, entre 3 et 6 points de prise d'échantillons. En plus, des échantillons de livraisons individuelles caractéristiques (déchets verts, restes de repas, lavures, ...) seront prélevés et analysés afin de déterminer les risques potentiels de ces produits.

Suivant les résultats obtenus lors de ces trois campagnes, la réalisation d'une à trois campagnes supplémentaires ciblées sur les points critiques observés jusque-là, afin d'affiner certaines données, est envisageable.

Afin de pouvoir déterminer l'homogénéité des produits analysés, trois répétitions de chaque prise d'échantillon (que cela soit des intrants individuels, des mélanges de départ ou des divers digestats) vont être prélevées. Une analyse quantitative de la présence des agents pathogènes cibles sera réalisée avec chaque répétition d'échantillon prélevé ; ceci doit permettre une description de l'évolution de ces populations de microorganismes pendant les diverses étapes des processus.

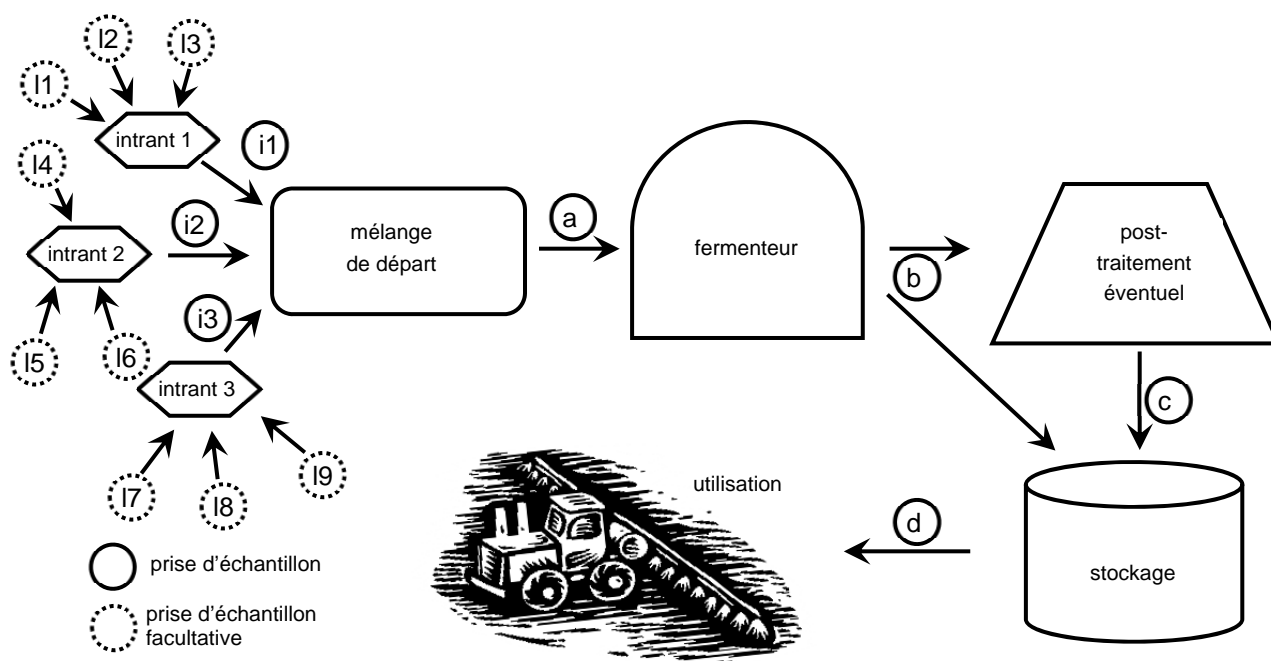


Fig. 1. Représentation schématique du concept de prise des échantillons pour évaluer les risques hygiéniques liés à l'utilisation de digestats liquides en Suisse. Pour chaque installation, les échantillons suivants sont prélevés: intrants principaux (i) (p.ex. lisier, lavures, déchets verts, ...) et/ou mélange de départ juste avant son introduction dans le fermenteur (a), digestat à la sortie du fermenteur (b), digestat après son post-traitement (si pertinent, c), digestat à la sortie du stockage juste avant son utilisation (d). En plus, un choix de livraisons caractéristiques (l) sera échantillonné sur un certain nombre d'installations de méthanisation.

## 2.1. Choix des installations et des échantillonnages

Il est prévu d'échantillonner, entre 8 et 10 installations thermophiles et entre 10 et 12 installations mésophiles. Les principaux types d'installations en activité en Suisse doivent être représentés (Kompogas, Eisenmann, Schweizer, Genesys, Bekon, etc.). D'autre part, les installations seront choisies afin de refléter les principaux mélanges d'intrants traités en Suisse (tournée verte avec / sans restes de repas, lisier porcins, lisier bovin, lavures, déchets horticoles, etc.).

Afin de permettre une interprétation différenciée et pertinente des résultats obtenus, une caractérisation de chaque installation analyse sera réalisée (type et grandeur de l'installation, matières traitées, durée et température du traitement, etc.)

Afin d'évaluer le côté saisonnier, chaque installation choisie va être échantillonnée trois fois (une campagne d'analyse à la fin de l'hiver, une à la fin du printemps et une en automne).

Afin de caractériser l'évolution des principaux agents pathogènes pendant le processus, des échantillons seront prélevés à diverses étapes représentatives des installations (fig. 1):

- les intrants principaux
- mélange entrant dans le fermenteur
- digestat sortant du fermenteur (soit digestat complet, soit fraction solide + fraction liquide)
- digestat liquide après son stockage ou son post-traitement éventuel

Les étapes exactes échantillonnées vont être adaptées aux divers processus des installations étudiées. Pour permettre une évaluation statistique des résultats, trois échantillons par étape et installation seront prélevés. Ainsi, entre 200 et 250 échantillons de digestats par campagne d'analyses seront prélevés et analysés.

En plus de l'analyse directe des mélanges entrant dans le fermenteur, environ 20 échantillonnages d'intrants individuels (tournée verte avec / sans restes de repas, lisier porcins, lisier bovin, lavures, déchets horticoles, etc.) est prévu par campagne. Le choix des produits échantillonnés sera réalisé en accord avec la liste positive des intrants et selon les risques hygiéniques spécifiques de ces produits, risques évalués par l'OFAG et l'OVF. Cela correspond à environ 60 échantillons supplémentaires à analyser par campagne, trois échantillons de chacun de ces produits étant prélevés pour permettre d'évaluer leur homogénéité. Ainsi, environ 300 caractérisations quantitatives des populations d'agents pathogènes par campagne d'analyse seront réalisées.

## 2.2. Analyses des échantillons

La quantification des principaux agents pathogènes sera effectuée à l'université de Hohenheim (D), dans le laboratoire du Professeur Werner Philipp. Les analyses seront réalisées selon le livre des méthodes de la Bundesgütegemeinschaft (BKG, 2006<sup>12</sup>). Les organismes ou groupes d'organismes suivants seront analysés quantitativement selon les protocoles en vigueur dans le laboratoire du Professeur Philipp : *Eschericia coli*, entérocoques, *Salmonella* et *Campylobacter*. Par campagne d'analyse, il est prévu d'acheminer les échantillons en trois livraisons, afin de permettre au laboratoire de les réceptionner et de les conditionner de manière optimale. Si, suivant l'organisation momentanée du laboratoire, il est possible d'acheminer plus d'échantillon à la fois, les prises d'échantillons seront organisées de manière à effectuer des livraisons plus groupées. Le transport des échantillons doit être réalisé selon des règles précises, afin de ne pas détériorer leur qualité. Ceci rend leurs livraisons un peu plus complexes et ne permet pas de mandater un service postal normal.

## 2.3. Evaluation des résultats

L'évaluation des résultats va être réalisée à trois niveaux. Tout d'abord, une évaluation quantitative des germes pathogènes présents dans les intrants principaux va être entreprise, puis l'évolution des populations pendant le processus de méthanisation va être évaluée. Deux facteurs essentiels seront ici considérés : d'une part la quantité des divers germes pathogènes dans les intrants (évaluation selon les directives RAL), et d'autre part la diminution ou l'augmentation (facteur logarithmique) de ces populations d'une étape du traitement à l'autre. L'influence des types d'installations de méthanisation, des intrants utilisés ainsi que de la conduite du processus de méthanisation sur les populations de germes pathogènes présentes dans les digestats va être ensuite analysée.

En parallèle, la teneur en germes pathogènes des divers intrants individuels va être mise en relation avec les quantités de germes trouvées dans les diverses étapes du processus jusqu'aux digestats finaux.

---

<sup>12</sup> BKG, 2006. Methodenbuch zur Analyse organischer Düngemittel, Bodenverbesserungsmittel und Substrate, 1998, grundlegend überarbeitet als Lose-Blatt-Sammlung, Hrsg. Bundesgütegemeinschaft Kompost (BGK), fünfte Auflage 2006

Une évaluation grossière des résultats va être réalisée après chaque campagne d'échantillonnage. Suivant les résultats obtenus, une adaptation de la planification des prises d'échantillon des campagnes suivantes pourrait, après discussion avec le comité de pilotage, être prise en compte.

A la fin du projet, une analyse détaillée des données obtenues va être réalisée de manière à répondre aux questions mentionnées dans l'introduction. Le rapport final doit alors clairement mettre en évidence l'état hygiénique des divers intrants et digestats liquides en Suisse, ainsi que, le cas échéant, des mesures ou précautions à prendre pour éviter tout risque d'hygiène lors de la fermentation des intrants et l'utilisation de des digestats produits. Ceci au service aussi bien des autorités, des producteurs et utilisateurs, ainsi que des consommateurs des produits finis.

Il est également prévu de réaliser une publication scientifique permettant de combler quelque peu le manque de données.

## **2.4. Personnes impliquées dans le projet**

Le projet va être coordonné et administré par Dr. Jacques Fuchs du FiBL. La réalisation de cette étude va être réalisée en collaboration avec Dr. Konrad Schleiss (UMWEKO GmbH) et Prof. Dr. Urs Baier (ZHAW). Ces trois scientifiques sont actifs depuis des années dans le domaine du compostage et de la méthanisation. Ils sont tous les trois inspecteurs des installations de méthanisation et de compostage en Suisse, et connaissent ainsi parfaitement la situation de la méthanisation dans la pratique. Ils ont dirigés et participé à de nombreux projets dans le domaine de la qualité des composts et digestats, dont le projet « Influence des composts et des digestats sur l'environnement, la fertilité des sol et la santé des plantes » réalisé entre 2002 et 2007 sur mandat de l'OFEV, l'OFEN, l'OFAG et AWEL<sup>13</sup>

L'ASIC (Association Suisse des Installations de Compostage et de Méthanisation) va également apporter un soutien technique et pratique à ce projet.

Les offices fédéraux OFAG, OFEV, OFEN et OVF devraient apporter le financement nécessaire à ce projet. Markus Hardegger de l'OFAG (Service d'homologation des engrais) est disponible pour coordonner le projet au niveau des offices fédéraux.

Nous proposons la création d'un comité de pilotage composés de représentants des quatre offices mandataires.

## **3. Estimation des coûts pour la réalisation de l'étude**

L'estimation des coûts nécessaires pour la réalisation de ce projet est présentée dans le tableau 1. Comme base de calcul, des coûts de CHF 120.-/heure pour des prestations de spécialistes et de CHF 80.- / heure pour du travail de technicien ont été pris en compte (TVA non comprise).

L'ampleur des prestations a été évaluée sur la base d'expériences faites lors de projets comparables.

---

<sup>13</sup> Kupper, T, Fuchs, J.G., 2007. Compost et digestat en Suisse. Étude n° 2 : Influences des composts et des digestats sur l'environnement, la fertilité des sols et la santé des plantes. Connaissance de l'environnement no 0743. Office fédéral de l'environnement, Berne, pp 47-124.

L'offre suivante est basée sur trois campagnes de prélèvement d'échantillons.

Tab. 1. Evaluation des coûts pour la réalisation de l'étude: Evaluation des risques hygiéniques liés à l'utilisation de digestats liquides en Suisse <sup>1</sup> .			
<b>Coûts de planification détaillée du projet</b>			
<b>Planification détaillée et organisation du projet</b> (comprend le choix définitif des installations de méthanisation, l'élaboration d'un protocole pour la prise d'échantillon et d'un protocole pour le relevé de données pertinentes)	<b>5 jours à CHF 1'000.-</b>	<b>CHF.</b>	<b>5'000.-</b>
<b>Relevé des données concernant les installations analysées</b>	<b>2 jours à CHF 1'000.-</b>	<b>CHF.</b>	<b>2'000.-</b>
<b>Coûts pour la première campagne de prélèvement d'échantillons</b>			
Organisation de la campagne	1 jour à CHF 1'000.-	CHF.	1'000.-
Prélèvement des échantillons	6 jours à CHF 1'000.-	CHF	6'000.-
	2'000 km à CHF. 0.65	CHF.	1'300.-
Matériel nécessaire au prélèvement des échantillons (bouteilles, caisses, ...)		CHF.	1'000.-
Transport des échantillons à l'université de Hohenheim (D). Trois livraisons par campagne <sup>2</sup> .	3 x 1 jour à CHF 680.-	CHF	2'040.-
	3 x 600 km à CHF. 0.65	CHF.	1'170.-
Analyses des échantillons à l'université de Hohenheim	300 échantillons à € 50.-	CHF.	18'750.-
Organisation et évaluation des résultats et élaboration d'un rapport intermédiaire	5 jours à CHF 1'000.-	CHF	5'000.-
<b>Coûts pour la 1<sup>ère</sup> campagne d'analyses</b>		<b>CHF</b>	<b>36'260.-</b>
<b>Coûts pour la 2<sup>ème</sup> campagne d'analyses</b>	Calcul détaillé voir 1 <sup>ère</sup> campagne	<b>CHF</b>	<b>36'260.-</b>
<b>Coûts pour la 3<sup>ème</sup> campagne d'analyses</b>	Calcul détaillé voir 1 <sup>ère</sup> campagne	<b>CHF</b>	<b>36'260.-</b>
<b>Coûts pour l'élaboration du rapport final</b>			
Analyse et interprétation des résultats	5 jours à CHF 1'000.-	CHF.	5'000.-
Elaboration du rapport	5 jours à CHF 1'000.-	CHF.	5'000.-
<b>Coûts pour l'élaboration du rapport final</b>		<b>CHF</b>	<b>10'000.-</b>
<b>Coûts totaux pour le projet</b> (avec 3 campagnes d'échantillonnages)		<b>CHF</b>	<b>125'780.-</b>
<sup>1</sup> : Tous les coûts avec TVA non comprise <sup>2</sup> : Si un coursier peut remplir les conditions nécessaires pour l'acheminement des échantillons, il pourrait être possible de le mandater pour ce travail.			

Sur la base des résultats obtenus lors des premières campagnes, la nécessité ou non d'étendre ou de prolonger ce projet pour obtenir plus de données afin d'affiner certains points critiques sera évaluée. La pertinence de la réalisation de campagnes d'échantillonnage supplémentaires et les coûts en découlant seront discutés par les participants au projet avec les mandataires impliqués début 2013.

Suite à une discussion avec l'OVF et avec l'OFAG, il est possible qu'une analyse des échantillons quant à leur teneur en germes résistants aux antibiotiques soit également effectuée. Les coûts pour cette analyse supplémentaire ne fait pas partie de la présente offre et la réalisation de ce point supplémentaire doit encore être discuté avec les offices concernés.

## 4. Calendrier

Le timing possible pour la réalisation de cette étude est présenté dans le tableau 2. La planification détaillée et l'organisation de l'étude pourrait débuter dès le mois de juin 2012. La première période de prise d'échantillons pourrait se dérouler entre mi-juillet et mi-août, la deuxième entre mi-octobre et mi-novembre, et la troisième entre mi-février et mi-mars. Ainsi, le rapport final de l'étude pourrait être terminé fin juin – début juillet 2013.

Tab. 2. Vue du timing possible pour la réalisation de l'étude: Evaluation des risques hygiéniques liés à l'utilisation de digestats liquides en Suisse

Mois	2012							2013						
	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	
Planification détaillée et organisation du projet														
1 <sup>ère</sup> campagne de prélèvement des échantillons et analyses au laboratoire														
Evaluation des résultats de la 1 <sup>ère</sup> campagne														
2 <sup>ème</sup> campagne de prélèvement des échantillons et analyses au laboratoire														
Evaluation des résultats de la 2 <sup>ème</sup> campagne														
3 <sup>ème</sup> campagne de prélèvement des échantillons et analyses au laboratoire														
Evaluation des résultats de la 3 <sup>ème</sup> campagne														
Analyse et interprétation des résultats et élaboration du rapport final														

Nous nous tenons à votre disposition pour toute question supplémentaire concernant cette offre et espérons recevoir un écho favorable de votre part pour permettre la réalisation de cette étude.

Dr. Jacques Fuchs

Section  
Protection des plantes et biodiversité

Frick, 21 mai 2012