

Rapport final, 16 décembre 2016

Rapport «Méthanisation des eaux usées industrielles en Suisse»

Evaluation du potentiel
techniquement réalisable et
élaboration d'une stratégie de
développement

Étude réalisée dans le cadre des activités de l'association



Auteurs

Juliana Leon, EREP SA

Yves Membrez, EREP SA

Hans Engeli, Engeli Engineering

Arthur Wellinger, Triple E & M

**La présente étude a été élaborée pour le compte de SuisseEnergie.
La responsabilité du contenu incombe exclusivement aux auteurs.**

Adresse

SuisseEnergie, Office fédéral de l'énergie OFEN
Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen. Adresse postale : 3003 Berne
Infoline 0848 444 444, www.suisseenergie.ch/conseil
energieschweiz@bfe.admin.ch, www.suisseenergie.ch

Contenu

1	Introduction	4
1.1	Contexte	4
1.2	Objectifs	4
1.3	Etat des connaissances	4
2	Méthodologie	7
2.1	Identification des activités industrielles et potentiel théorique	7
2.1.1	<i>Industrie alimentaire et industrie des boissons</i>	7
2.1.2	<i>Industries non-alimentaires</i>	8
2.2	Recensement et enquête auprès des sites industriels pertinents	10
2.3	Calcul du potentiel techniquement réalisable	11
3	Résultats	12
3.1	Identification et typologie des activités industrielles	12
3.2	Potentiel théorique par secteur d'activité industrielle	15
3.3	Enquête auprès des sites industriels pertinents	19
3.4	Potentiel énergétique techniquement réalisable	23
4	Définition d'une stratégie permettant d'exploiter le potentiel	26
4.1	Actions spécifiques	26
4.2	Actions générales	26
5	Bibliographie	28

Annexes

Annexe 1	: Caractéristiques des effluents de l'industrie alimentaire	29
Annexe 2	: Calcul du potentiel théorique pour chaque branche de l'industrie alimentaire	31

1 Introduction

1.1 Contexte

Les effluents liquides des entreprises industrielles (agro-alimentaire, cosmétique, papier, chimie, etc...) peuvent présenter une forte charge organique qui les rendent intéressantes pour un pré-traitement par digestion anaérobie, avant finition aérobie sur site ou rejet dans une station d'épuration urbaine ou un post-traitement par voie anaérobie.

Les technologies applicables pour méthaniser ces substrats, pour lesquels la matière organique dégradable se présente souvent sous forme soluble, mettent en œuvre des systèmes bien spécifiques et adaptés à ces effluents. Elles sont regroupées sous la désignation de réacteurs à biomasse fixée parmi lesquels on trouve les digesteurs à lit de boues granulaires (UASB), les digesteurs de type filtre anaérobie, les digesteurs à lit fluidisé ou expansé, les digesteurs contact avec recirculation de la biomasse, entre autres.

Le programme fédéral Energie 2000 s'était, il y a plus de 20 ans, déjà intéressé au potentiel de développement de cette filière de production de biogaz. Outre l'identification des sites industriels présentant des conditions favorables à la mise en œuvre d'installations de méthanisation, les études menées à l'époque avaient également permis d'évaluer les procédés et d'inventorier les constructeurs d'installations de digestion anaérobie intéressés à participer à des réalisations en Suisse.

Une relance de cette filière, qui n'a fait l'objet d'aucune attention particulière depuis plus de 20 ans, est souhaitée dans le cadre du programme SuisseEnergie, dans la mesure où elle pourrait contribuer à l'augmentation de la production de biogaz en Suisse.

1.2 Objectifs

La présente étude poursuit les buts suivants :

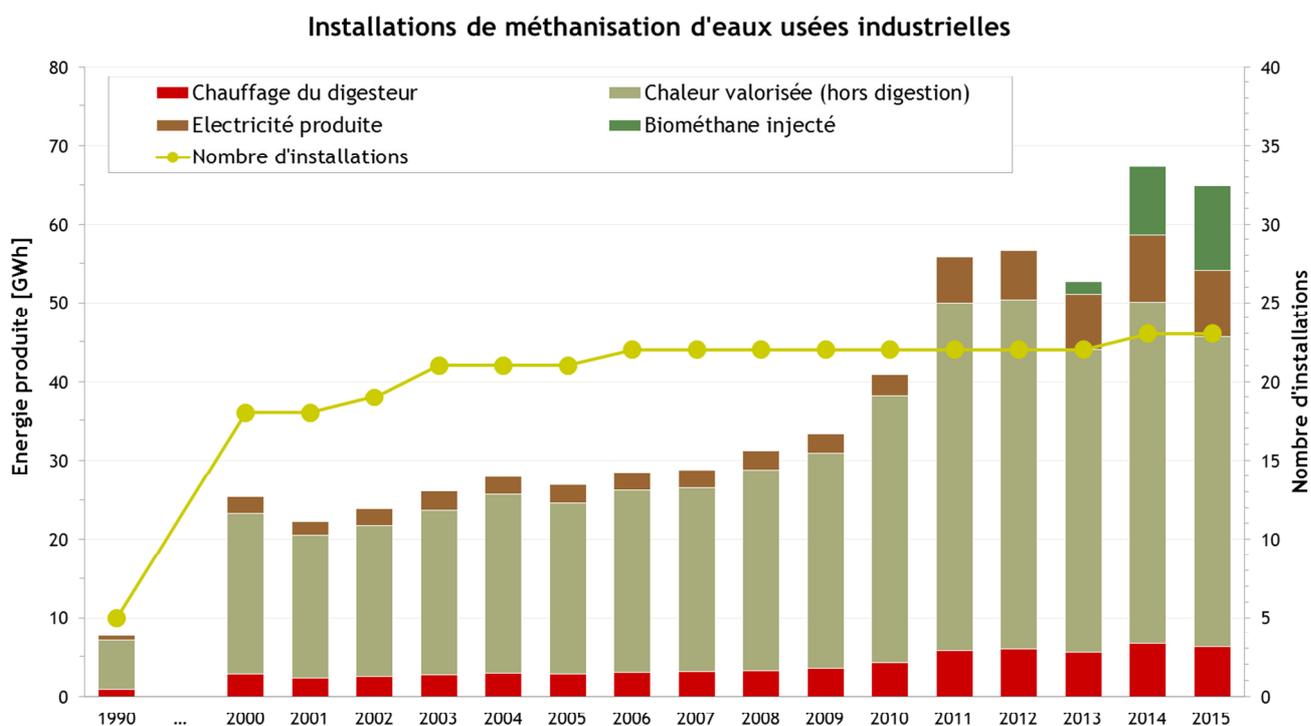
- 1) Etablir le potentiel énergétique des eaux usées industrielles techniquement réalisable par digestion anaérobie, en Suisse
- 2) Définir les éléments d'une stratégie permettant d'exploiter ce potentiel, suite à l'identification des sites industriels pouvant être équipés d'une méthanisation de leurs effluents.

1.3 Etat des connaissances

Les études sur la méthanisation d'effluents industriels menées en 1993 et 1994 pour le programme Energie 2000 ont notamment permis d'identifier et de conseiller 19 sites industriels, sans toutefois annoncer une estimation du potentiel global pour la Suisse [1] [2]. Depuis, aucune étude spécifique visant à calculer le potentiel de la méthanisation des eaux usées industrielles n'a été menée en Suisse.

Le potentiel actuellement exploité est relativement bien connu, puisque les 23 installations de méthanisation d'effluents industriels en fonctionnement en Suisse font l'objet de l'enregistrement annuel de leurs données de production d'énergie dans le cadre des statistiques des énergies renouvelables de l'OFEN. En 2015, ces installations ont produit 71,06 GWh de biogaz, dont une partie estimée à 8,47 GWh thermiques est nécessaire pour le chauffage des digesteurs. Le biogaz restant est principalement valorisé sous forme thermique, ce qui permet aux industriels de réaliser d'intéressantes substitutions de combustibles fossiles (39,37 GWh). En 2015, dix installations pratiquaient la cogénération (8,47 GWh d'électricité) et deux l'injection de biométhane (10,74 GWh) [3].

La figure 1 présente l'évolution des productions énergétiques des installations de méthanisation des eaux usées industrielles en Suisse durant les dernières années. Le parc de cette catégorie d'installations de biogaz est stable depuis une dizaine d'années, alors que la production énergétique des unités qui le composent a globalement augmenté.



Source : Statistique suisse des énergies renouvelables, édition 2015

Figure 1: Développement des installations de méthanisation des eaux usées industrielles de 1990 à nos jours.

A noter que les deux sucreries (Aarberg et Frauenfeld) contribuent de manière importante à la production de biogaz à partir de leurs eaux usées. L'année 2014 par exemple, a été une année record en termes de récolte de betteraves et de production de sucre indigène, ce qui se voit reflété dans la production énergétique de cette filière.

D'un autre côté, la Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW) a mené des études sur mandat de l'OFEV visant à recenser et obtenir une vue d'ensemble des flux des produits biogènes en Suisse. L'étude « Biogene Güterflüsse der Schweiz 2006 » faisait état d'une production de 90'000 tonnes de matière sèche provenant d'industries alimentaires et traitées dans des stations d'épuration communales ou industrielles, dont 8'387 tonnes traitées par digestion anaérobie [4]. La mise à jour de cette étude en 2012 (« Biogene Güterflüsse der Schweiz – Update 2009 ») estime pour l'année de référence 2009, qu'un équivalent de 16'522 tonnes de Demande Chimique en Oxygène (DCO) d'eaux usées industrielles subissent un traitement anaérobie alors que 138'478 tonnes de DCO subissent un traitement aérobie interne à l'usine ou dans une station d'épuration communale. Ce chiffre se décompose en 73'478 tonnes de DCO provenant de l'industrie alimentaire, 60'000 tonnes de DCO de l'industrie du bois et du papier et 5000 tonnes de DCO de l'industrie de la viande [5].

Ainsi, selon ces deux études, environ 10% du potentiel énergétique sous forme de biogaz présent dans les eaux usées industrielles, serait déjà valorisé sur site.

2 Méthodologie

2.1 Identification des activités industrielles et potentiel théorique

2.1.1 Industrie alimentaire et industrie des boissons

Parmi les domaines d'activités industriels susceptibles de produire des effluents liquides méthanisables, l'industrie alimentaire occupe la place la plus importante. Le Tableau 1 présente les genres d'activités économiques selon la classification NOGA 2008 (nomenclature générale des activités économiques) qui sont concernées et le regroupement en branches qui a été fait pour la présente étude.

Tableau 1 : Activités économiques de l'industrie alimentaire concernées par l'étude

Activité économique selon nomenclature NOGA	Classification pour l'étude
101100 Production de viande de boucherie (sans volailles)	Industrie de la viande
101200 Production de viande de volailles	
101300 Préparation de produits à base de viande	
102000 Transformation et conservation de poisson, de crustacés et de mollusques	
103100 Transformation et conservation de pommes de terre	Transformation de tubercules, fruits et légumes
103900 Autre transformation et conservation de fruits et légumes	
108100 Fabrication de sucre	
105101 Fabrication de produits laitiers frais	Transformation du lait
105102 Fabrication de fromage	
105103 Fabrication d'autres produits laitiers	
105200 Fabrication de glaces et sorbets	
104100 Fabrication d'huiles et graisses	Fabrication de produits à base de céréales et oléagineux
104200 Fabrication de margarine et graisses comestibles similaires	
106200 Fabrication de produits amylacés	
107100 Fabrication de pain et de pâtisserie fraîche	
107200 Fabrication de biscuits, biscottes et pâtisseries de conservation	
107300 Fabrication de pâtes alimentaires	Industrie du chocolat, café, thé et confiseries
108201 Fabrication de cacao et de chocolat	
108202 Fabrication de confiserie	
108300 Transformation du thé et du café	Convenience Food et autres
108400 Fabrication de condiments et assaisonnements	
108500 Fabrication de plats préparés	
108600 Fabrication d'aliments homogénéisés et diététiques	
108900 Fabrication d'autres produits alimentaires n.c.a.	
109100 Fabrication d'aliments pour animaux de ferme	
109200 Fabrication d'aliments pour animaux de compagnie	Industrie des boissons
110100 Production de boissons alcooliques distillées	
110200 Production de vin (de raisin)	
110300 Fabrication de cidre et de vins de fruits	
110500 Fabrication de bière	
110700 Industrie des eaux minérales, autres eaux embouteillées et boissons rafraîchissantes	
103200 Préparation de jus de fruits et légumes	

Pour chaque type d'industrie, nous avons procédé à une recherche des données relatives à sa production d'effluents (quantité) et à ses caractéristiques physico-chimiques (charge organique particulièrement), par processus ou activité. Dans la littérature spécialisée ces données sont souvent exprimées comme des ratios par rapport à une « unité de production caractéristique ». A titre d'exemple, pour un abattoir l'unité caractéristique est « 1 tonne de carcasse », alors que pour l'industrie du lait c'est « 1 m³ de lait transformé » et pour une brasserie « 1 hectolitre de bière ».

Afin d'évaluer le potentiel théorique pour la Suisse, la deuxième étape fut donc de trouver la production indigène nationale correspondante à ces « unités de production caractéristiques » pour chaque branche. Ces données ont été trouvées dans les statistiques de la Confédération ou de l'Union Suisse des Paysans, dans des rapports annuels des associations faitières de chaque branche industrielle, ou encore directement dans des rapports annuels des entreprises, pour les branches où un nombre restreint d'entreprises dispose d'une part de marché importante. Elles concernent l'année civile la plus récente disponible (soit dans la plupart des cas, l'année 2014 ou 2015).

Cette méthode a particulièrement porté ses fruits pour les abattoirs, la transformation des pommes de terre et d'autres légumes, l'industrie du lait, la fabrication de biscuits, chocolat et confiseries, ainsi que l'industrie des boissons alcoolisées et non alcoolisées.

Pour calculer le potentiel théorique de production de biogaz pour l'industrie alimentaire et des boissons les étapes suivantes ont été suivies :

- 1) Calcul de la pollution organique par activité : Pour chaque activité industrielle, la charge organique en tonnes de DCO par année a été calculée en multipliant le « ratio de pollution » par la production nationale des « unités de production caractéristiques ». Pour les branches où les données étaient indisponibles ou n'étaient pas suffisamment fiables, une estimation propre a été effectuée, parfois sur la base des résultats obtenus dans le cadre de l'enquête (cf. 2.2).
- 2) Pour convertir la DCO en méthane nous avons utilisé une moyenne de 0.3 m³ de méthane/kg de DCO, en sachant que pour les effluents de l'industrie alimentaire la digestion anaérobie permet des rendements d'épuration de 70 à 99 % sur la DCO et que la production théorique se situe à 0.35 m³ de méthane par kg de DCO éliminée [6] [8].
- 3) Le potentiel énergétique est obtenu en utilisant un PCI de 9.94 kWh par m³ de méthane, et la somme de toutes les branches permet d'obtenir le potentiel théorique de la Suisse.

2.1.2 Industries non-alimentaires

D'autres secteurs industriels, en dehors de l'industrie alimentaire, sont aussi concernés par la production d'eaux usées potentiellement méthanisables. Il s'agit des activités économiques présentées au Tableau 2.

Tableau 2 : Activités économiques des autres industries concernées par l'étude

Activité économique selon nomenclature NOGA	Classification pour l'étude
120000 Fabrication de produits à base de tabac	Industrie du tabac
131001 Préparation et filature de fibres de type coton	Industrie textile et du cuir
131002 Préparation et filature de fibres de type laine - cycle cardé et peigné	
131003 Moulinage et texturation de la soie, des textiles artificiels et synthétiques	
133000 Ennoblement textile	
151100 Apprêt et tannage des cuirs; préparation et teinture des fourrures	
162100 Fabrication de placage et de panneaux de bois	Industrie du bois et du papier
171100 Fabrication de pâte à papier	
171200 Fabrication de papier et de carton	
172100 Fabrication de papier et carton ondulés et d'emballages en papier ou en carton	
172200 Fabrication d'articles en papier à usage sanitaire ou domestique	
201200 Fabrication de colorants et de pigments	Industrie chimique
201400 Fabrication d'autres produits chimiques organiques de base	
201500 Fabrication de produits azotés et d'engrais	
202000 Fabrication de pesticides et d'autres produits agrochimiques	
204100 Fabrication de savons, détergents et produits d'entretien	
204200 Fabrication de parfums et de produits pour la toilette	
205300 Fabrication d'huiles essentielles	
205900 Fabrication d'autres produits chimiques n.c.a.	
211000 Fabrication de produits pharmaceutiques de base	Industrie pharmaceutique
212000 Fabrication de préparations pharmaceutiques	

Pour ces branches l'estimation de la pollution organique a été effectuée sur la base des données obtenues dans le cadre de l'enquête (cf. 2.2).

Ainsi, pour calculer le potentiel théorique de production de biogaz pour ces industries non alimentaires les étapes suivantes ont été suivies :

- 4) Calcul de la pollution organique totale par branche en utilisant les données des entreprises ayant répondu au questionnaire d'enquête, extrapolées à toute la branche sur la base du nombre d'emplois équivalents plein temps.
- 5) Pour convertir la DCO en méthane nous avons utilisé une moyenne de 0.25 m³ de méthane/kg de DCO, qui tient compte pour ces secteurs industriels, d'un rendement d'épuration inférieur à ceux de l'industrie alimentaire (soit entre 50 et 75 % sur la DCO) et d'une production théorique de 0.35 m³ de méthane par kg de DCO éliminée [8].
- 6) Le potentiel énergétique est obtenu en utilisant un PCI de 9.94 kWh/m³ méthane et la somme de toutes les branches permet d'obtenir le potentiel théorique de la Suisse.

2.2 Recensement et enquête auprès des sites industriels pertinents

Une première étape a consisté à élaborer un inventaire des sites industriels susceptibles de rejeter des eaux usées organiquement chargées. Pour cela, l'Office fédéral de la statistique (OFS) a été sollicitée afin d'obtenir la liste des établissements inscrits sous les codes NOGA définis dans les tableaux 1 et 2, et ayant plus de 20 emplois équivalents plein temps (EPT). Pour des raisons de protection des données, une liste nominative n'a pas pu nous être transmise. Cependant, après signature d'un contrat spécifique avec l'OFS, des données individuelles (sans élément d'identification des personnes) géocodées, issue de la Statistique structurelle des entreprises STATENT 2013 nous a été livrée. Cette liste d'établissements inclut l'activité économique (NOGA), le nombre d'emplois et les données géographiques (Canton, Commune, NPA et coordonnées XY), mais pas leurs noms et adresses. Le contrat que nous avons signé avec l'OFS interdisait explicitement d'apparier ces données avec nos propres données ou des données de tiers. Pour cette raison, les données de l'OFS ont donc uniquement pu être utilisées pour l'analyse des secteurs industriels (chapitre 3.1).

Un questionnaire à l'intention des sites industriels et destiné à recueillir les données de base concernant la production d'effluents, leur mode de traitement actuel et l'intérêt pour la méthanisation a été élaboré. Afin de maximiser le nombre de réponses, le questionnaire a été conçu le plus court et simple possible. Nous avons notamment renoncé à y intégrer des questions concernant les aspects économiques qui pourraient démotiver les industriels à répondre.

Le questionnaire a été créé, en français et en allemand, en utilisant la plateforme Webquest (www.webquest.fr). Le lien pour y accéder (<http://biomassesuisse.ch/fr/industrie>) a été envoyé aux établissements dans une lettre adressée par Biomasse Suisse et accompagnée de la lettre de recommandation de l'OFEN.

A défaut d'une liste exhaustive issue du recensement officiel de l'OFS, une liste des entreprises pour l'envoi du questionnaire a été établie et consolidée par nos soins. Elle s'est basée sur :

- une liste d'environ 280 adresses d'industries mise à disposition par les auteurs de l'étude (EREP SA et Engeli Engineering) ;
- les listes des membres des associations faitières regroupées au sein de la Fédération des Industries Alimentaires Suisses (FIAL) et d'autres associations faitières (*Tableau 3*) ;
- des données transmises par le Prof. Urs Baier (ZHAW) ;
- des multiples recherches sur internet (notamment pour les entreprises possédant plusieurs sites de production).

En ce qui concerne les associations faitières, la plupart des listes de membres sont disponibles sur les sites web correspondants, mais une lettre a quand même été envoyée à chaque association pour les informer de l'étude et en leur demandant un pointage des membres ayant plus de 20 employés, ainsi qu'une estimation de la part de marché que ceux-ci représentent. Suite à ces contacts, certaines associations ont fait une communication spécifique à leurs membres en les invitant à remplir le questionnaire.

Tableau 3 : Liste des associations faitières contactées

Association	Site web	Membres
SwissOlio - Association des fabricants d'huiles et graisses comestibles et margarines	www.fial.ch/fr/associations/4/	9
Association suisse des sources d'eaux minérales et des producteurs de soft drinks	www.mineralwasser.ch	15
BISCOSUISSE - Association suisse des industries de biscuits et de confiserie	www.biscosuisse.ch	34
CHOCOSUISSE - Fédération des fabricants suisses de chocolat	www.chocosuisse.ch	20
CARNASUISSE - Union Professionnelle Suisse de la Viande UPSV	www.carnasuisse.ch	1100
Glacesuisse	www.glacesuisse.ch	5
Union des fabricants de demi-produits de boulangerie et pâtisserie	www.fial.ch/fr/associations/13/	11
Association des Fabricants Suisses de Potages et Sauces	www.fial.ch/fr/associations/15/	7
Association de l'Industrie Laitière Suisse	www.milchindustrie.ch	10
Association de l'industrie suisse de fromage fondu (SESK)	www.fial.ch/fr/associations/11/	3
Communauté d'Intérêt Thé, Epices et Produits apparentés (CITE)	www.fial.ch/fr/associations/6/	17
Swiss Convenience Food Association (SCFA)	www.swissconvenience.ch	24
SwissPasta	www.fial.ch/fr/associations/17/	6
Association suisse des brasseries (ASB)	www.bier.ch	17
Fédération suisse des spiritueux (FSS)	www.wineandspirit.ch	38
Scienceindustries - Association des Industries Chimie Pharma Biotech	www.scienceindustries.ch	253
Association suisse des cosmétiques et des détergents	www.skw-cds.ch	90
Verband der Schweizerischen Zellstoff-, Papier- und Kartonindustrie	www.zpk.ch	8

A l'approche du délai de réponse à l'enquête, une relance aux établissements n'ayant pas encore répondu a été faite par courriel, pour les sites où cette coordonnée était disponible. Certains établissements ont été contactés par téléphone, dans les cas où une vérification des données était nécessaire.

A l'issue de cette démarche, l'analyse des résultats de l'enquête a permis de classer les établissements en 3 catégories (sites retenus, sites potentiels et sites non retenus) selon les critères de classification de la Figure 4 à la page 21.

2.3 Calcul du potentiel techniquement réalisable

Le potentiel techniquement réalisable de la méthanisation des eaux usées industrielles en Suisse a été calculé sur la base de la charge moyenne en DCO des eaux usées des sites retenus et des sites potentiels, et extrapolés sur la base du taux de réponse à l'enquête, à l'ensemble des établissements concernés en Suisse.

Pour calculer la production de méthane un ratio moyen de $0.3 \text{ m}^3 \text{ CH}_4/\text{kg DCO}$ éliminée a été utilisé pour toutes les branches. De plus les taux d'épuration suivants ont été appliqués :

- Pour les secteurs alimentaires et des boissons : 90% d'élimination de la DCO, soit une production de méthane de $0.27 \text{ m}^3 \text{ CH}_4/\text{kg DCO}$ entrante.
- Pour les autres secteurs (papier, chimie, etc.) : 70% d'élimination de la DCO, soit une production de méthane de $0.21 \text{ m}^3 \text{ CH}_4/\text{kg DCO}$ entrante.

3 Résultats

3.1 Identification et typologie des activités industrielles

L'étude des données livrées par l'OFS issues de la statistique structurelle des entreprises STATENT 2013 nous permet de constater qu'un total de 933 établissements employant 118'552 équivalents plein temps (EPT) sont potentiellement concernées par notre étude. Leur répartition selon la branche, la taille et la région linguistique est présentée aux tableaux 4 et 5.

Tableau 4 : Nombre d'établissements par branche de l'industrie alimentaire, selon taille et région linguistique (Source :OFS, statistique structurelle des entreprises STATENT 2013)

Secteur	NOGA	Activité économique	Taille des entreprises	Nombre			Emplois (EPT)
				D	F	I	
Industrie de la viande	101100	Production de viande de boucherie (sans volailles)	Petites (20 à <50 EPT)	4	0	0	151
			Moyennes (50 à <250 EPT)	9	2	0	968
			Grandes (250 EPT et plus)	4	1	0	2061
	101200	Production de viande de volailles	Petites (20 à <50 EPT)	1	1	0	57
			Moyennes (50 à <250 EPT)	2	0	0	258
			Grandes (250 EPT et plus)	1	1	0	801
	101300	Préparation de produits à base de viande	Petites (20 à <50 EPT)	34	8	1	1340
			Moyennes (50 à <250 EPT)	17	3	0	2404
			Grandes (250 EPT et plus)	4	1	1	3263
	102000	Transformation et conservation de poisson, de crustacés et de mollusques	Petites (20 à <50 EPT)	5	1	0	186
			Moyennes (50 à <250 EPT)	3	0	0	243
			Grandes (250 EPT et plus)	0	0	0	0
Transformation de tubercules, fruits et légumes	103100	Transformation et conservation de pommes de terre	Petites (20 à <50 EPT)	0	0	0	0
			Moyennes (50 à <250 EPT)	2	1	0	431
			Grandes (250 EPT et plus)	0	0	0	0
	103900	Autre transformation et conservation de fruits et légumes	Petites (20 à <50 EPT)	4	2	0	192
			Moyennes (50 à <250 EPT)	3	1	0	458
			Grandes (250 EPT et plus)	0	0	0	0
108100	Fabrication de sucre	Petites (20 à <50 EPT)	0	0	0	0	
		Moyennes (50 à <250 EPT)	3	0	0	370	
		Grandes (250 EPT et plus)	0	0	0	0	
Transformation du lait	105101	Fabrication de produits laitiers frais	Petites (20 à <50 EPT)	2	2	0	160
			Moyennes (50 à <250 EPT)	3	2	1	668
			Grandes (250 EPT et plus)	2	2	0	1613
	105102	Fabrication de fromage	Petites (20 à <50 EPT)	9	4	1	408
			Moyennes (50 à <250 EPT)	10	2	0	1162
			Grandes (250 EPT et plus)	1	0	0	299
	105103	Fabrication d'autres produits laitiers	Petites (20 à <50 EPT)	0	0	0	0
			Moyennes (50 à <250 EPT)	0	0	0	0
105200	Fabrication de glaces et sorbets	Grandes (250 EPT et plus)	1	0	0	541	
		Petites (20 à <50 EPT)	2	1	0	88	
Fabrication de produits à base de céréales et oléagineux	104100	Fabrication d'huiles et graisses	Moyennes (50 à <250 EPT)	0	0	0	0
			Grandes (250 EPT et plus)	2	0	1	306
			Petites (20 à <50 EPT)	0	0	0	0
	104200	Fabrication de margarine et graisses comestibles similaires	Petites (20 à <50 EPT)	2	0	0	57
			Moyennes (50 à <250 EPT)	0	0	0	0
			Grandes (250 EPT et plus)	0	0	0	0
	106200	Fabrication de produits amylacés	Petites (20 à <50 EPT)	0	0	0	0
			Moyennes (50 à <250 EPT)	1	0	0	54
			Grandes (250 EPT et plus)	0	0	0	0
	107100	Fabrication de pain et de pâtisserie fraîche	Petites (20 à <50 EPT)	136	35	6	5180
			Moyennes (50 à <250 EPT)	32	6	1	3827
			Grandes (250 EPT et plus)	3	2	0	1899
	107200	Fabrication de biscuits, biscottes et pâtisseries de conservation	Petites (20 à <50 EPT)	7	2	0	277
			Moyennes (50 à <250 EPT)	7	2	0	1061
			Grandes (250 EPT et plus)	1	0	0	398
	107300	Fabrication de pâtes alimentaires	Petites (20 à <50 EPT)	3	2	0	181
			Moyennes (50 à <250 EPT)	1	0	0	118
			Grandes (250 EPT et plus)	2	0	0	693

Secteur	NOGA	Activité économique	Taille des entreprises	Nombre			EPT
				D	F	I	
Industrie du chocolat, café, thé et confiseries	108201	Fabrication de cacao et de chocolat	Petites (20 à <50 EPT)	6	1	1	259
			Moyennes (50 à <250 EPT)	11	2	1	1425
			Grandes (250 EPT et plus)	4	1	0	2618
	108202	Fabrication de confiserie	Petites (20 à <50 EPT)	5	0	2	213
			Moyennes (50 à <250 EPT)	4	0	0	390
			Grandes (250 EPT et plus)	1	0	0	330
	108300	Transformation du thé et du café	Petites (20 à <50 EPT)	4	4	1	291
			Moyennes (50 à <250 EPT)	2	1	1	635
			Grandes (250 EPT et plus)	0	3	0	1192
Convenience Food et autres	108400	Fabrication de condiments et assaisonnements	Petites (20 à <50 EPT)	1	0	0	27
			Moyennes (50 à <250 EPT)	5	1	0	554
			Grandes (250 EPT et plus)	0	0	0	0
	108500	Fabrication de plats préparés	Petites (20 à <50 EPT)	0	0	0	0
			Moyennes (50 à <250 EPT)	3	1	0	363
			Grandes (250 EPT et plus)	1	0	0	444
	108600	Fabrication d'aliments homogénéisés et diététiques	Petites (20 à <50 EPT)	2	1	0	95
Moyennes (50 à <250 EPT)			1	1	0	226	
108900	Fabrication d'autres produits alimentaires n.c.a.	Petites (20 à <50 EPT)	15	0	0	463	
		Moyennes (50 à <250 EPT)	12	0	0	1603	
		Grandes (250 EPT et plus)	7	1	0	3406	
109100	Fabrication d'aliments pour animaux de ferme	Petites (20 à <50 EPT)	15	2	0	546	
		Moyennes (50 à <250 EPT)	4	1	0	433	
		Grandes (250 EPT et plus)	0	0	0	0	
109200	Fabrication d'aliments pour animaux de compagnie	Petites (20 à <50 EPT)	2	0	0	73	
		Moyennes (50 à <250 EPT)	0	0	0	0	
		Grandes (250 EPT et plus)	0	0	0	0	
Industrie des boissons	110100	Production de boissons alcooliques distillées	Petites (20 à <50 EPT)	3	0	1	121
			Moyennes (50 à <250 EPT)	1	1	0	173
			Grandes (250 EPT et plus)	0	0	0	0
	110200	Production de vin (de raisin)	Petites (20 à <50 EPT)	2	8	2	374
			Moyennes (50 à <250 EPT)	1	2	0	223
			Grandes (250 EPT et plus)	0	0	0	0
	110300	Fabrication de cidre et de vins de fruits	Petites (20 à <50 EPT)	0	0	0	0
Moyennes (50 à <250 EPT)			1	0	0	59	
Grandes (250 EPT et plus)			0	0	0	0	
110500	Fabrication de bière	Petites (20 à <50 EPT)	8	0	0	287	
		Moyennes (50 à <250 EPT)	4	0	0	430	
		Grandes (250 EPT et plus)	2	0	0	533	
110700	Industrie des eaux minérales, autres eaux embouteillées et boissons rafraîchissantes	Petites (20 à <50 EPT)	7	1	0	271	
		Moyennes (50 à <250 EPT)	3	2	0	443	
		Grandes (250 EPT et plus)	2	1	0	1045	
103200	Préparation de jus de fruits et légumes	Petites (20 à <50 EPT)	2	0	0	54	
		Moyennes (50 à <250 EPT)	1	0	0	62	
		Grandes (250 EPT et plus)	0	0	0	0	
TOTAL pour toute l'industrie alimentaire et des boissons				466	119	21	52230

A noter que l'industrie alimentaire et des boissons contribue pour 65% au nombre total des établissements, mais seulement pour 44% à celui des EPT.

Pour les industries non-alimentaires, cette analyse nous a notamment permis d'apprendre qu'il n'y a pas (ou plus) d'entreprises de plus de 20 EPT en Suisse exerçant des activités sous les codes NOGA 151100 (Apprêt et tannage des cuirs; préparation et teinture des fourrures) et 131004 (Préparation et filature d'autres fibres textiles).

Tableau 5 : Nombre d'établissements par branche de l'industrie non alimentaire, selon taille et région linguistique (Source : OFS, statistique structurelle des entreprises STATENT 2013)

Secteur	NOGA	Activité économique	Taille des entreprises	Nombre			EPT
				D	F	I	
Industrie du tabac	120000	Fabrication de produits à base de tabac	Petites (20 à <50 EPT)	0	1	0	23
			Moyennes (50 à <250 EPT)	1	0	1	207
			Grandes (250 EPT et plus)	1	2	0	1761
Industrie textile et du cuir	131001	Préparation et filature de fibres de type coton	Petites (20 à <50 EPT)	1	0	0	37
			Moyennes (50 à <250 EPT)	1	0	0	132
			Grandes (250 EPT et plus)	0	0	0	0
	131002	Préparation et filature de fibres de type laine - cycle cardé et peigné	Petites (20 à <50 EPT)	2	0	0	82
			Moyennes (50 à <250 EPT)	0	1	0	111
			Grandes (250 EPT et plus)	0	0	0	0
	131003	Moulinage et texturation de la soie, des textiles artificiels et synthétiques	Petites (20 à <50 EPT)	3	0	0	84
Moyennes (50 à <250 EPT)			0	0	0	0	
131004	Préparation et filature d'autres fibres textiles	Petites (20 à <50 EPT)	0	0	0	0	
		Moyennes (50 à <250 EPT)	0	0	0	0	
133000	Ennoblement textile	Petites (20 à <50 EPT)	8	0	0	285	
		Moyennes (50 à <250 EPT)	3	0	0	408	
		Grandes (250 EPT et plus)	0	0	0	0	
151100	Apprêt et tannage des cuirs; préparation et teinture des fourrures	Petites (20 à <50 EPT)	0	0	0	0	
		Moyennes (50 à <250 EPT)	0	0	0	0	
		Grandes (250 EPT et plus)	0	0	0	0	
Industrie du bois et du papier	162100	Fabrication de placage et de panneaux de bois	Petites (20 à <50 EPT)	3	0	0	95
			Moyennes (50 à <250 EPT)	3	1	0	353
			Grandes (250 EPT et plus)	1	0	0	416
	171100	Fabrication de pâte à papier	Petites (20 à <50 EPT)	1	0	0	28
			Moyennes (50 à <250 EPT)	0	0	0	0
171200	Fabrication de papier et de carton	Petites (20 à <50 EPT)	3	0	0	91	
		Moyennes (50 à <250 EPT)	6	0	0	733	
		Grandes (250 EPT et plus)	2	0	0	615	
172100	Fabrication de papier et carton ondulés et d'emballages en papier ou en carton	Petites (20 à <50 EPT)	15	1	1	532	
		Moyennes (50 à <250 EPT)	15	5	2	2741	
172200	Fabrication d'articles en papier à usage sanitaire ou domestique	Petites (20 à <50 EPT)	1	0	0	567	
		Moyennes (50 à <250 EPT)	2	0	0	77	
		Grandes (250 EPT et plus)	4	0	0	401	
Industrie chimique	201200	Fabrication de colorants et de pigments	Petites (20 à <50 EPT)	3	1	0	130
			Moyennes (50 à <250 EPT)	1	0	0	215
			Grandes (250 EPT et plus)	0	1	0	308
	201400	Fabrication d'autres produits chimiques organiques de base	Petites (20 à <50 EPT)	1	1	0	57
			Moyennes (50 à <250 EPT)	3	0	0	312
			Grandes (250 EPT et plus)	1	1	0	2903
	201500	Fabrication de produits azotés et d'engrais	Petites (20 à <50 EPT)	0	1	0	47
			Moyennes (50 à <250 EPT)	1	0	0	55
Grandes (250 EPT et plus)			0	0	0	0	
202000	Fabrication de pesticides et d'autres produits agrochimiques	Petites (20 à <50 EPT)	0	0	0	0	
		Moyennes (50 à <250 EPT)	4	1	0	405	
		Grandes (250 EPT et plus)	1	1	0	1200	
204100	Fabrication de savons, détergents et produits d'entretien	Petites (20 à <50 EPT)	6	0	0	196	
		Moyennes (50 à <250 EPT)	8	0	0	714	
		Grandes (250 EPT et plus)	1	0	0	256	
204200	Fabrication de parfums et de produits pour la toilette	Petites (20 à <50 EPT)	11	4	1	546	
		Moyennes (50 à <250 EPT)	11	5	0	1543	
		Grandes (250 EPT et plus)	1	3	0	1910	
205300	Fabrication d'huiles essentielles	Petites (20 à <50 EPT)	1	1	0	46	
		Moyennes (50 à <250 EPT)	6	1	0	867	
		Grandes (250 EPT et plus)	1	1	0	979	
205900	Fabrication d'autres produits chimiques n.c.a.	Petites (20 à <50 EPT)	13	1	0	508	
		Moyennes (50 à <250 EPT)	14	3	1	2115	
		Grandes (250 EPT et plus)	5	0	0	2271	
Industrie pharmaceutique	211000	Fabrication de produits pharmaceutiques de base	Petites (20 à <50 EPT)	1	0	1	59
			Moyennes (50 à <250 EPT)	9	6	2	1889
			Grandes (250 EPT et plus)	6	5	0	6773
212000	Fabrication de préparations pharmaceutiques	Petites (20 à <50 EPT)	15	5	3	740	
		Moyennes (50 à <250 EPT)	28	5	9	4990	
		Grandes (250 EPT et plus)	14	4	1	24194	
TOTAL pour toutes les secteurs				243	62	22	66322

3.2 Potentiel théorique par secteur d'activité industrielle

La caractérisation quantitative et qualitative des effluents organiques liés aux différentes activités industrielles a été établie sur la base d'une recherche bibliographique, qui s'est particulièrement centrée sur les ratios de production de DCO par « unité de production caractéristique ». Le tableau suivant présente ces unités pour chacun des processus recensés, ainsi que le ratio de DCO retenu pour l'évaluation du potentiel théorique.

Tableau 6 : Ratios de production spécifique de DCO retenus pour les processus de l'industrie agro-alimentaire

Secteur	Processus	Unité	Ratio retenu (kg DCO/unité)
Industrie de la viande	Abattage de bovins	t de carcasse abattue	24
	Abattage de veaux	t de carcasse abattue	22
	Abattage de porcs	t de carcasse abattue	15
	Abattage d'ovins	t de carcasse abattue	21
	Abattage de chevaux	t de carcasse abattue	11
	Abattage de volaille	t de volaille abattue	20
	Abattage de lapins	t de lapins abattus	4.3
	Activité de boucherie - triperie (au sein de l'abattoir)	t de produit entrant en fabrication	67
	Conditionnement de viande : découpe	t de produit entrant en fabrication	1.5
	Conditionnement de viande hachée : broyage	t de produit entrant en fabrication	5
	Transformation de la viande (conserves, charcuterie)	t de viande (poids à l'abattage)	22
	Equarrissage et traitement de SPA	t de produit soumis à l'équarrissage	9
Transformation du poisson	t de poisson entrant en fabrication	30	
Transformation de tubercules, fruits et légumes	Lavage de légumes (pommes de terre)	t de légume entrant en fabrication	0.33
	Transformation de pdt en produits secs (y c. chips)	t de pomme de terre entrant en fabrication	31
	Surgelé et conserve de pommes de terre (y c. frites)	t de légumes entrants en fabrication	20
	Lavage, cuisson et conditionnement de pommes de terre	t de produit fini	48
	Transformation de légumes à cosse (petits pois, haricots)	t de légumes entrants en fabrication	21
	Transformation de légumes racines (carottes,...)	t de légumes entrants en fabrication	34
	Transformation d'autres légumes (épinards, poireau, brocoli, ...)	t de légumes entrants en fabrication	17
	Lavage et conditionnement de légumes frais et salade	t de produit fini	9.5
	Transformation de fruits (conserves)	t de produit fini	30
Transformation du lait	Fabrication de sucre	t de betteraves sucrières	3.1
	Production de lait de consommation, crème et yogourt	m ³ de lait transformé	3.5
	Transformation de lait en beurre	m ³ de lait transformé	3.1
	Conserves de lait (y c. poudre de lait)	m ³ de lait transformé	1.4
	Fabrication de fromage - eaux blanches	m ³ de lait entrant en fabrication	8.3
	Fabrication de fromage - lactosérum	t de lait entrant en fabrication	58
Fabrication de produits à base de céréales et oléagineux	Fabrication de glaces et sorbets	t de glace	18
	Extraction et transformation d'huiles	t de grains	0.3
	Fabrication de margarines et graisses comestibles	t de produit fini	2.4
	Fabrication d'amidon	t de matière brute	38
	Fabrication de pain et pâtisseries industrielles	t de produit fini	15
Industrie du chocolat, café, thé et confiseries	Fabrication de biscuits, biscottes, cakes	t de produit fini	15
	Fabrication de pâtes alimentaires		n.d.
	Fabrication de chocolat	t de produit fini	3
Convenience food et autres	Fabrication de confiseries	t de produit fini	20
	Transformation du thé et du café		n.d.
	Fabrication de condiments et assaisonnement		n.d.
	Plats cuisinés à base de viande, poissons, légumes, féculents	t de produits finis	25
Industrie des boissons	Casserie d'œufs et conditionnement en ovoproduits liquides	t d'ovoproduits conditionnés	18
	Fabrication d'aliments pour animaux de ferme		n.d.
	Fabrication d'aliments pour chiens et chats	t de produits finis	2.5
	Production de spiritueux distillés	hL d'alcool pur distillés	60
	Production de spiritueux à partir d'éthanol	hL d'alcool pur fabriqué	n.d.
	Production de vin	hL de vin produit	1.5
	Brasseries	hL de bière	1.24
Industrie des boissons	Fabrication de boissons gazeuses et aux fruits	1000 L de boisson conditionné	2.5
	Conditionnement d'eaux minérales et eaux aromatisées	1000 L de boisson conditionné	0.4
	Fabrication de jus de pommes	hL de jus produits	1.4
	Fabrication de jus d'autres fruits et légumes	hL de jus produits	1.4

Les détails des autres paramètres (débit d'effluent, caractéristiques physico-chimiques) ainsi que les sources bibliographiques figurent à l'annexe 1.

Afin d'évaluer le potentiel théorique pour la Suisse, ces ratios de production de matière organique (kg de DCO par unité de production) ont été multipliés par la quantité d'unités correspondant à l'industrie indigène pour chacune des branches. Le résultat en termes de DCO, puis de production de méthane et d'énergie brute figurent au Tableau 7, alors que le détail pour chacune des branches se trouve à l'annexe 2.

Tableau 7 : Potentiel théorique issue de la méthanisation des effluents de l'industrie alimentaire

Secteur	DCO (t/an)	Méthane (m ³ /an)	Potentiel théorique de la méthanisation des eaux usées (MWh/an)
Industrie de la viande	16'424	4'927'068	48'975
Transformation de tubercules, fruits et légumes	12'166	3'649'744	36'278
Transformation du lait	18'392	5'517'660	54'846
Fabrication de produits à base de céréales et oléagineux	3'033	909'759	9'043
Industrie du chocolat, café, thé et confiseries	2'220	666'060	6'621
Convenience food et autres	9'798	2'939'286	29'217
Industrie des boissons	9'526	2'857'749	28'406
Total industries alimentaires (hors lactosérum)	71'558	21'467'326	213'385
Transformation du lait - lactosérum	87'406	26'221'800	260'645
Total industries alimentaires	158'964	47'689'126	474'030

Il s'avère que plus de la moitié du potentiel énergétique théorique proviendrait de la méthanisation du lactosérum (aussi appelé petit-lait) qui est produit dans toutes les fromageries, à raison de 0.7 à 0.9 m³/tonne de lait transformé. La qualité de cet effluent varie notamment en fonction du type de fromage produit, mais pour l'estimation du potentiel théorique en Suisse, une moyenne de production pour le lactosérum de 58 kg DCO/tonne de lait transformé en fromage a été considérée.

Par ailleurs, les enjeux et les aspects techniques de la méthanisation du lactosérum en Suisse ont été étudiés par EREP en 2004 dans le cadre d'un mandat de l'OFEN. Le rapport final de la dite étude mentionne un potentiel énergétique théorique du petit-lait en Suisse de 340 GWh/an [7]. Il s'agit donc d'un effluent abondant, riche en matière organique et présentant un potentiel de méthanisation intéressant, mais qui n'est que partiellement disponible pour la production de biogaz. En effet, le lactosérum est principalement utilisé (brut) en affouragement porcin, et peut également être valorisé, après déshydratation ou transformation, pour l'alimentation humaine.

Sans tenir compte du lactosérum, le potentiel théorique de la méthanisation des eaux usées de l'industrie alimentaire en Suisse s'élèverait annuellement à environ :

- 71'500 tonnes/an de DCO
- 21.5 millions de m³ de méthane/an
- 213 GWh/an d'énergie brute.

La répartition de cette énergie par branche est présentée à la Figure 2.

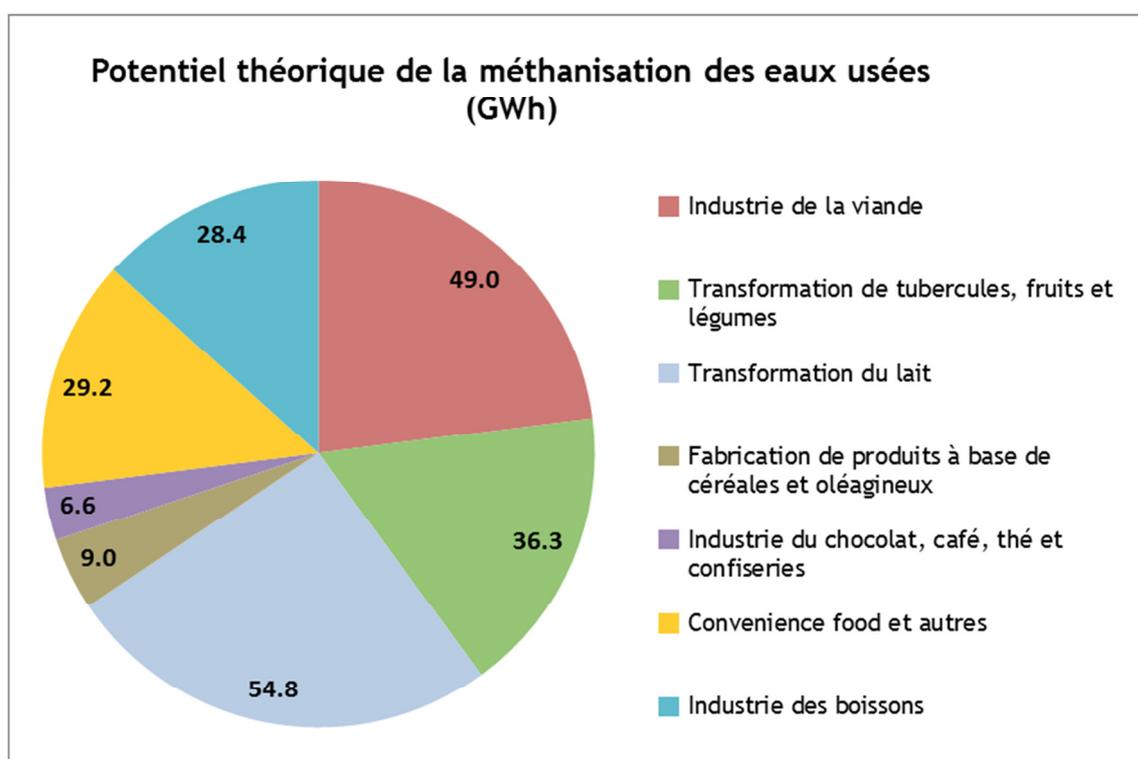


Figure 2: Potentiel d'énergie issue de la méthanisation des eaux usées de l'industrie alimentaire en Suisse

Pour les secteurs industriels figurant au Tableau 2 (tabac, textile, papier, chimie et pharma), la production et la charge organique dans les eaux usées est très variable car elle dépend fortement des procédés industriels spécifiques, ainsi que des mesures d'optimisation mises en place dans les industries. Par exemple pour les papeteries, la recherche de données bibliographiques a donné une fourchette de production d'eaux usées de 20 à 2000 m³ et des charges de 17 à 150 kg DCO par tonne de produit fini [9] [10] [11]. Les entreprises de l'industrie chimique et pharmaceutique produisent un très grand nombre de produits différents et génèrent ainsi des effluents de composition très variables dans le temps ainsi que d'une usine à une autre. Utiliser des ratios de pollution pour l'ensemble des industries n'est donc pas pertinent et il est rare de trouver ce type d'information dans la littérature.

Pour ces secteurs, le potentiel théorique a donc été calculé sur la base des données collectées grâce à l'enquête. Un ratio spécifique de production de DCO par EPT a été calculé pour chacune

des branches (sauf l'industrie du tabac), et il a ensuite été appliqué à toute la branche en multipliant par le nombre d'EPT de l'ensemble des établissements employant plus de 20 EPT. Les résultats sont consignés dans le Tableau 8.

Tableau 8 : Potentiel théorique issue de la méthanisation des effluents de l'industrie non alimentaire

Secteur	Ratio de production selon l'enquête (t DCO/an*EPT ⁻¹)	EPT de la branche	DCO (t/an)	Méthane (m ³ /an)	Potentiel théorique de la méthanisation des eaux usées (MWh/an)
Industrie du tabac	n.d.	1'991	n.d.	n.d.	n.d.
Industrie textile	3.02	1'138	3'438	859'544	8'544
Industrie du bois et du papier	14.44	6'962	100'535	25'133'810	249'830
Industrie chimique	3.11	17'585	54'690	13'672'596	135'906
Industrie pharmaceutique	0.55	38'645	21'255	5'313'751	52'819
Total		66'322	179'919	44'979'702	447'098

Ainsi, le potentiel théorique de la méthanisation des eaux usées dans ces industries en Suisse s'élèverait annuellement à environ :

- 180'000 tonnes/an de DCO
- 45 millions de m³ de méthane/an
- 447 GWh/an d'énergie brute.

La répartition de cette énergie par branche est présentée à la Figure 3 ci-après.

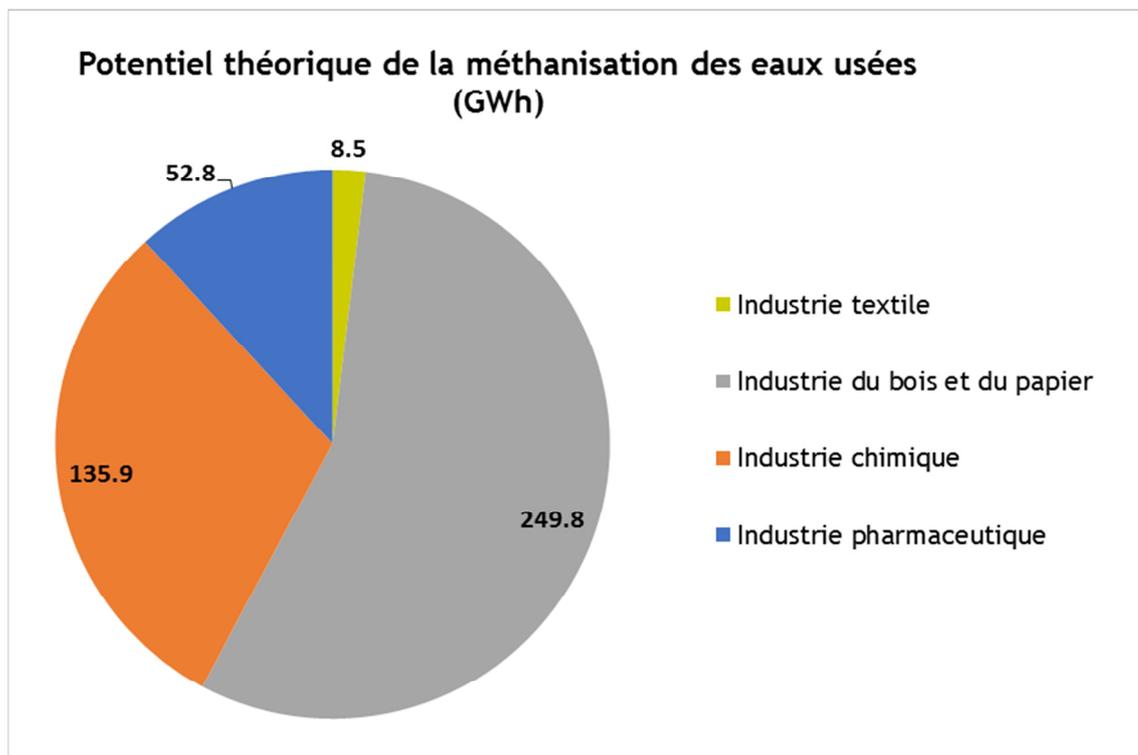


Figure 3: Potentiel d'énergie issue de la méthanisation des eaux usées de l'industrie non alimentaire en Suisse

En combinant tous les secteurs de l'industrie alimentaire et non alimentaire, le potentiel théorique de la méthanisation des eaux usées industrielles en Suisse est estimé à environ :

- 251'500 tonnes/an de DCO
- 66.5 millions de m³ de méthane/an
- 660 GWh/an d'énergie brute.

En sachant qu'en 2015 les 23 installations existantes ont produit 71,06 GWh, le potentiel actuellement exploité peut être estimé à 10.7%.

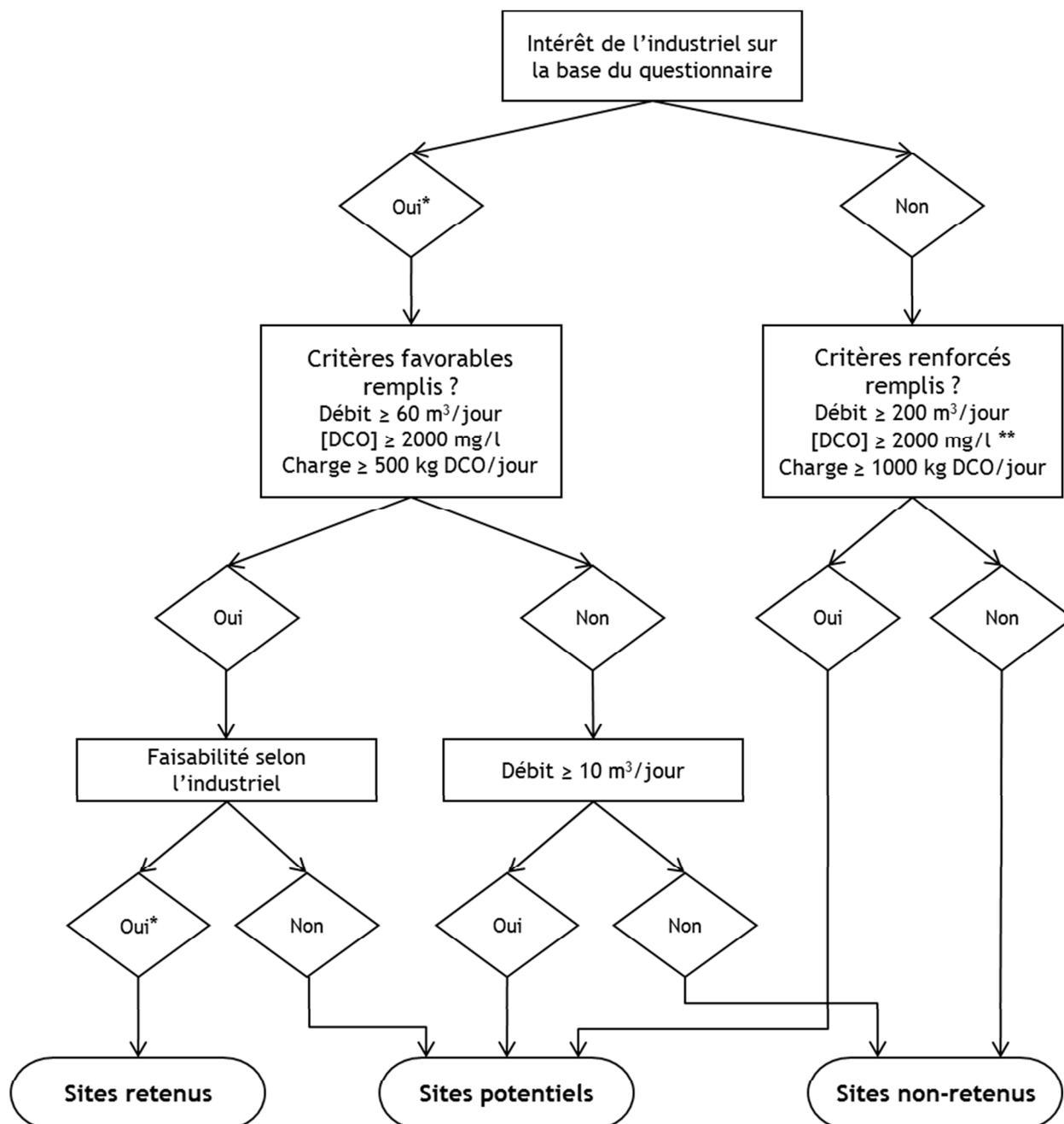
3.3 Enquête auprès des sites industriels pertinents

La limite de taille des 20 EPT n'est pas pertinente pour tous les secteurs d'activités. Pour certaines branches alimentaires qui travaillent des produits plutôt secs et qui, a priori, devraient produire peu d'eaux usées, cette limite a été rehaussée à 50 EPT (biscuits, chocolat, café) ou même à 100 EPT (boulangeries). De même pour les branches non-alimentaires, la limite a été rehaussée à 50 EPT pour le tabac, le papier et les textiles et à 100 EPT pour les industries chimiques et pharmaceutiques, de manière à prendre en compte seulement les plus grandes entreprises. Le panel à enquêter s'est ainsi réduit à 424 établissements (Tableau 9), parmi lesquels nous disposons de 324 adresses (76%) pour l'envoi du questionnaire (voir chapitre 2.2 pour la méthodologie).

Au total 127 sites (39% du panel enquêté ou 30% des sites existants selon l'OFS) ont répondu à notre enquête ou nous ont contactés pour nous signifier leur situation. Parmi ceux-ci, 104 sites (soit 32% des sites enquêtés) ont fourni les informations concernant leurs eaux usées en remplissant le questionnaire. Dans le but de les trier en 3 catégories, les critères du diagramme de la Figure 4 ont été appliqués.

Tableau 9 : Nombre d'établissements enquêtés selon activité économique.

Secteur	Limite par catégorie		Nombre d'établissements		
	NOGA	Taille	Existants (OFS)	Enquêtés	Ayant répondu ou dont la situation est connue
Industrie de la viande	101100	> 20 EPT	55	47	23
	101200	> 20 EPT			
	101300	> 50 EPT			
	102000	> 50 EPT			
Transformation de tubercules, fruits et légumes	103100	> 20 EPT	16	11	4
	103900				
	108100				
Transformation du lait	105101	> 20 EPT	45	35	19
	105102				
	105103				
	105200				
Fabrication de produits à base de céréales et oléagineux	104100	> 20 EPT	37	34	8
	104200	> 20 EPT			
	106200	> 50 EPT			
	107100	> 100 EPT			
	107200	> 50 EPT			
	107300	> 50 EPT			
Industrie du chocolat, café, thé et confiseries	108201	> 50 EPT	31	26	13
	108202				
	108300				
Convenience Food et autres	108400	> 50 EPT	35	37	13
	108500				
	108600				
	108900				
	109100				
	109200				
Industrie des boissons	110100	> 20 EPT	54	35	18
	110200				
	110300				
	110500				
	110700				
	103200				
Industrie du tabac	120000	> 50 EPT	5	4	1
Industrie textile	131001	> 50 EPT	5	4	1
	131002				
	133000				
Industrie du bois et du papier	162100	> 50 EPT	41	25	8
	171200				
	172100				
	172200				
Industrie chimique	201200	> 100 EPT	38	32	9
	201400				
	202000				
	204100				
	204200				
	205300				
205900					
Industrie pharmaceutique	211000	> 100 EPT	62	34	10
	212000				
Total			424	324	127
Pourcentage du total			100%	76%	30%



* Les sites ayant répondu «ne sait pas» sont aussi compris

** Exception faite pour 1 des sites (1800 mgDCO/L) car charge très élevée >30'000 kg DCO/jour

Figure 4: Critères pour la classification des sites ayant répondu au questionnaire

Les sites retenus (10 au total) sont ceux où l'effluent rempli les critères favorables pour être traité par digestion anaérobie et où l'industriel pense que cela est faisable et est intéressé à étudier cette filière (les industriels ayant répondu « ne sait pas » à ces deux derniers points sont aussi pris en compte).

Comme critères favorables ont été pris en compte un débit d'au moins 60 m³/jour et une concentration en DCO d'au moins 2000 mg/L.

Bien que techniquement il est possible de mettre en place une digestion anaérobie des eaux usées dès que l'on atteint des concentrations de 1000 ou 1500 mg DCO/l, en Europe la limite de 2000 mg DCO/L est souvent citée comme étant celle à partir de laquelle une digestion anaérobie est recommandée [12]. A des plus basses concentrations, des applications existent notamment dans les pays tropicaux, où les digesteurs n'ont pas besoin d'être chauffés. Sous nos latitudes, le traitement anaérobie d'un effluent de moins de 2000 mg/L n'est intéressant que dans certains cas, notamment quand les eaux usées sont produites à une certaine température (35-40°C) toute l'année, sinon l'énergie nécessaire pour chauffer le flux peut devenir plus importante que l'énergie générée par le biogaz.

Outre un débit et une concentration suffisants, une charge organique minimum de 500 kg DCO/jour a été définie. Cette charge peut paraître faible (normalement les constructeurs préconisent dès 1000 kg DCO/jour) étant donné qu'elle équivaut à une production de biogaz d'environ 120 m³ de CH₄ par jour, mais il s'agit là d'une question économique plus que technique. Pour les sites entre 500 et 1000 kg DCO/jour il sera difficile d'envisager une valorisation du biogaz autre que pour les besoins du processus. Mais il n'empêche que cela peut quand même s'avérer intéressant d'un point de vue énergétique si l'installation de biogaz remplace un traitement aérobie dont l'aération consomme beaucoup d'énergie électrique.

A ce stade, d'autres informations telles que la température de l'effluent, le pH ou la présence de substances potentiellement inhibitrices n'ont pas été prises en compte comme critères. Ces aspects, doivent être considérés au cas par cas, pour chaque site, lors d'études de faisabilité.

Les sites potentiels (52 au total) comportent deux classes :

- i) Les sites qui ne remplissent pas les critères favorables, mais étant donné l'intérêt de l'industriel on pourrait envisager des changements dans le processus (par exemple séparation des eaux usées moins chargées), les rendant peut-être intéressants. Toutefois, les sites avec très peu d'eaux usées (< 10 m³/j) ont été exclus.
- ii) Les sites qui, a priori, sont très intéressants techniquement de par la haute charge organique de leurs effluents, mais l'industriel n'étant pas intéressé ou convaincu, il faudrait qu'il change d'avis pour avancer.

Finalement, les sites non retenus sont ceux qui ne remplissent pas les conditions pour être dans l'une des deux catégories précédentes (« retenus » ou « potentiels»). Cette catégorie comprend notamment les sites qui sont satisfaits et ne souhaitent pas changer leur filière de traitement actuelle (ex : rejet à la STEP communale qui fait ou pas de la digestion des boues) ainsi que ceux qui invoquent un manque de place sur leur site pour accueillir une installation de méthanisation.

Après l'exploitation des résultats de l'enquête, la classification des sites par catégorie selon les régions linguistiques est présentée au Tableau 10. Sur les 23 sites industriels possédant déjà une installation de traitement anaérobie des eaux usées, 8 ont répondu au questionnaire.

Tableau 10 : Classification des sites ayant répondu à l'enquête

	Sites retenus	Sites potentiels	Sites non retenus	Sites avec biogaz	Total
D	6	45	31	15	97
F	4	7	16	2	29
I	0	0	1	0	1
Total	10	52	48	17	127

Chacun des sites retenus a fait l'objet d'un prédiagnostic contenant les estimations de la production d'énergie renouvelable, les technologies envisageables et le budget d'investissement.

3.4 Potentiel énergétique techniquement réalisable

Le tableau suivant présente le potentiel que représentent tous les sites potentiels et retenus en termes de production de biogaz issu des eaux usées.

Tableau 11 : Potentiel de biogaz des eaux usées pour les sites potentiels et retenus

Secteur	Nombre d'entreprises	Energie Biogaz MWh/an
Industrie de la viande	17 sites potentiels	2760 - 16'360
Transformation du lait	2 sites retenus + 11 sites potentiels	15'250 - 15'470
Fabrication de produits à base de céréales et oléagineux	1 site retenu + 2 sites potentiels	820 - 1180
Industrie du chocolat, café, thé et confiseries	4 sites potentiels	520 - 1050
Convenience food et autres	2 sites retenus + 3 sites potentiels	4080 - 4430
Industrie des boissons	1 site retenu + 7 sites potentiels	3370 - 5340
Industrie textile	1 site potentiel	640 - 1270
Industrie du papier	3 sites potentiels	35'990 - 36'160
Industrie chimique	1 site retenu + 1 site potentiel	19'250
Industrie pharmaceutique	3 sites retenus + 4 sites potentiels	10'760 - 17'440
Total pour tous les sites potentiels et retenus		93'430 - 117'940 MWh
dont pour les 10 sites retenus		32'200 - 35'540 MWh

Si des installations de méthanisation étaient mises en place dans tous les sites retenus, le biogaz qui pourrait y être produit correspondrait entre 32.2 et 35.5 GWh/an. Alors que le potentiel de tous les sites retenus et potentiels s'élève entre 93.4 à 117.9 GWh/an.

En tenant compte que ces chiffres se basent sur 30% de l'ensemble des sites potentiellement concernés, le potentiel énergétique techniquement réalisable de la méthanisation des eaux usées industrielles en Suisse peut être estimé entre 311 et 393 GWh/an. Ces chiffres n'incluent pas le potentiel déjà exploité, en d'autres termes il s'agit du potentiel encore techniquement réalisable.

La comparaison avec le potentiel théorique et le potentiel déjà exploité est représenté à la Figure 5.

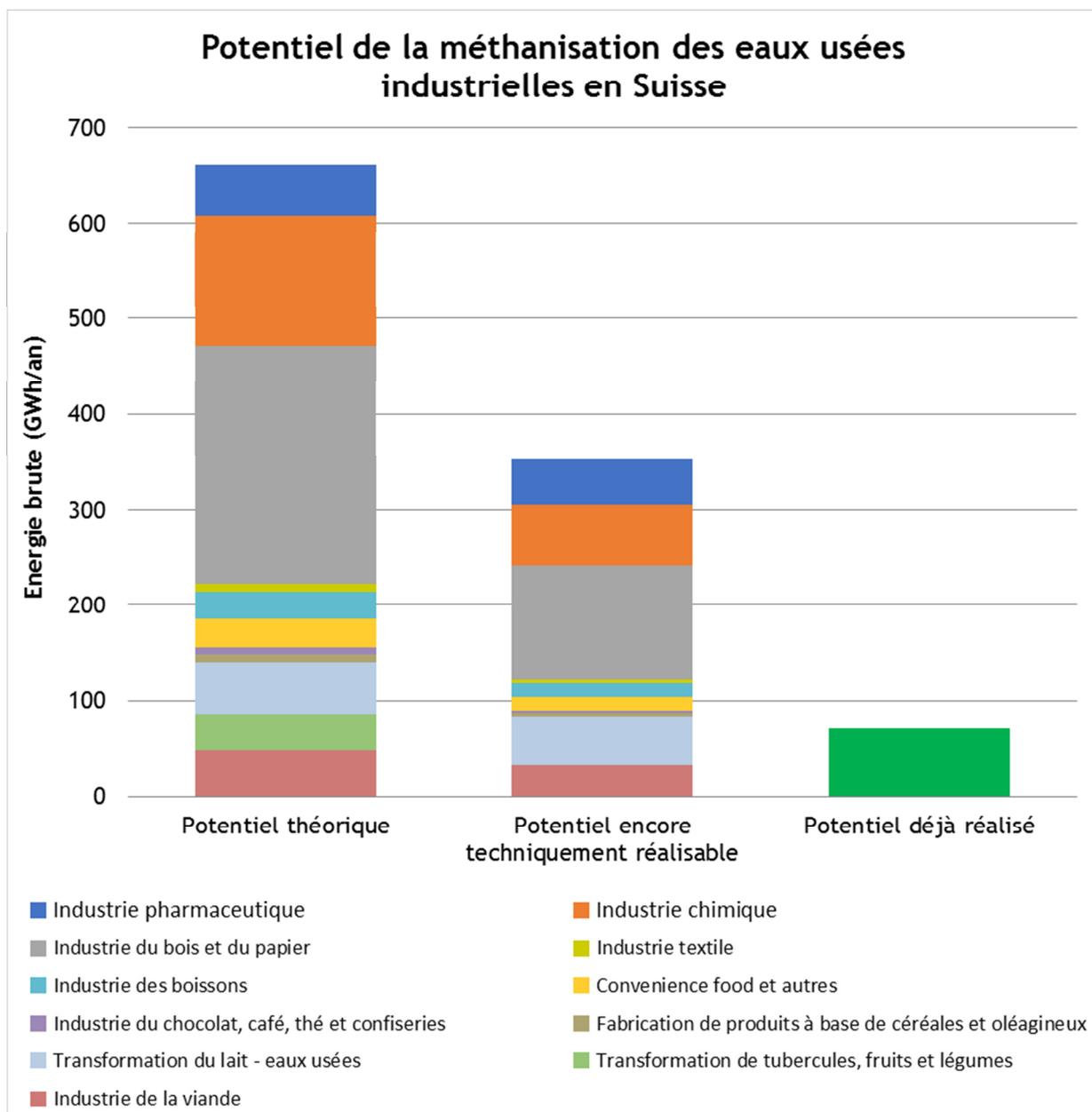


Figure 5: Potentiel de la méthanisation des eaux usées industrielles en Suisse

Outre l'énergie sous forme de biogaz que contiennent les eaux usées et effluents chargés en matière organique, il ne faut pas oublier le potentiel d'économie d'énergie que peut représenter la digestion anaérobie si elle remplace un traitement aérobie. Dans ce dernier, l'apport d'oxygène (peu soluble dans l'eau) est un poste très gourmand en électricité, alors que dans une installation de méthanisation, la consommation d'électricité intervient uniquement pour le pompage et éventuellement la recirculation des effluents. Les économies du traitement anaérobie par rapport au traitement aérobie sont de l'ordre de 0,6 kWh électrique par kg de DCO éliminée, ce qui peut représenter, dans l'ensemble de la chaîne de traitement, une consommation électrique 5 à 7 fois plus faible [8].

4 Définition d'une stratégie permettant d'exploiter le potentiel

L'enquête qui a permis de mettre en évidence 10 sites à retenir pour des investigations approfondies et 52 sites, présentant des caractéristiques techniques intéressantes a également montré que la connaissance de la filière méthanisation pour le traitement des eaux usées industrielles est partielle et disparate selon les branches et les tailles des entreprises.

Dans ce contexte des actions de nature générale et spécifique peuvent être proposées afin de mobiliser le potentiel biogaz des eaux usées industrielles. Elles sont détaillées dans les chapitres ci-après.

4.1 Actions spécifiques

Cette catégorie de mesures consiste à mettre en évidence les potentialités de la méthanisation comme solution de traitement des eaux usées industrielles. En priorité elle concernera les 10 sites retenus comme pertinents.

- Etudes de faisabilité technico-économique pour chacun des « sites retenus » incluant : établissement d'un cahier des charges et d'un questionnaire destiné à réunir les données de base ; visite locale, entretien avec les responsables, informations et éventuelles analyses complémentaires ; définition conceptuelle et dimensionnement ; consultation de constructeurs spécialisés ; analyse économique de rentabilité ; rédaction et présentation du rapport.
- Conseils individualisés sous forme de visites locales et de diagnostics préalables sur les possibilités offertes par la méthanisation, à l'intention d'une partie des « sites potentiels » (sites qui sont très intéressants techniquement mais pas intéressés par une étude de faisabilité et sites intéressés mais dont les caractéristiques sont juste en dessous des « critères favorables »).

4.2 Actions générales

Cette catégorie de mesures comprend des actions visant une amélioration des conditions cadres ainsi que des activités d'information, de sensibilisation et de perfectionnement professionnel.

a) Conditions-cadres et promotion de la filière

- Investigations sur les leviers d'amélioration des conditions cadres et propositions d'amélioration. Cette mesure requiert une collaboration avec le VSA (ex : mise en évidence des économies possibles par le prétraitement par méthanisation et concertation pour que celles-ci se traduisent en réduction des taxes d'épuration perçues par les STEP).
- Conception et élaboration d'un document de synthèse sur les atouts de la méthanisation et d'un outil de calcul simplifié permettant aux industriels de comparer (en termes

techniques, énergétiques, économiques et environnementaux) les filières de prétraitement aérobie et anaérobie pour les eaux usées.

b) Acteurs et sites de référence

- Conception et élaboration de fiches présentant des installations exemplaires et de référence, en Suisse. Cette action nécessitera la prise de contact auprès des industriels concernés et des visites locales afin de recueillir les données techniques et économiques pertinentes. Ces fiches pourraient être diffusées auprès de l'ensemble des destinataires de l'enquête.
- Etablissement d'un catalogue de constructeurs actifs ou intéressés par le marché Suisse. L'élaboration de ce document nécessitera de prendre contact avec ces sociétés afin de définir les personnes de contact et les références proposées pour les technologies commercialisées. Ce catalogue serait envoyé aux 62 entreprises à retenir et intéressantes.

c) Perfectionnement professionnel

- Conception et organisation d'une formation sur la méthanisation des eaux usées industrielles destinée aux exploitants de stations d'épuration industrielles, aux bureaux d'ingénieurs spécialisés et aux autres acteurs intéressés. Cette démarche englobe la définition du contenu, le choix des formateurs et les aspects pratiques d'un tel cours. Cette formation pourrait être organisée en partenariat avec des associations professionnelles (FIAL – Fédération des Industries Alimentaires Suisse ; VSA – Association Suisse des professionnels de la protection des eaux ; ARPEA – Association romande pour la protection des eaux et de l'air ; entre autres).

5 Bibliographie

1. EREP SA, Probag Umwelttechnik AG (1993): Méthanisation d'effluents industriels – Recherche de sites. Sur mandat du programme « Energie 2000 », Aclens et Dietikon, le 20 décembre 1993.
2. EREP SA, Engeli Engineering (1994): Méthanisation d'effluents industriels – Evaluation des données et conseils auprès des 19 sites retenus. Sur mandat du programme « Energie 2000 », Aclens et Neerach, novembre 1994.
3. Bundesamt für Energie (2016), Schweizerische Statistik der erneuerbaren Energien, Ausgabe 2015, Vorabzug, Bern.
4. Baum S., Baier U. (2008): Biogene Güterflüsse der Schweiz 2006. Massen- und Energieflüsse. Umwelt-Wissen Nr. 0831. Bundesamt für Umwelt, Bern: 115 S.
5. Baier U., Baum S., Hartmann F. (2012): Biogene Güterflüsse der Schweiz – Update 2009. ZHAW, Wädenswil.
6. Moletta R. (2006): Gestion des problèmes environnementaux dans les industries agroalimentaires. Editions Tec & Doc, Lavoisier, 2006.
7. EREP SA (2004): Energie à partir de petit-lait : comparaison des filières biogaz et bioéthanol, Rapport final. Office fédéral de l'énergie.
8. Solagro (2006): La méthanisation des effluents industriels. Agence de l'eau Adour Garonne, février 2006.
9. Böhnke B., Bischofsberger W., Seyfried C. (1993): Anaerobtechnik - Handbuch der anareoben Behandlung von Abwasser und Schlamm. Springer Verlag, Berlin 1993.
10. Fresenius W. (1990): Technologie des eaux résiduaires - Production, collecte, traitement et analyse des eaux résiduaires. Springer Verlag, Berlin 1990.
11. Agence de l'eau Loire-Bretagne (2010). Ratios polluants en industrie dans le bassin Loire-Bretagne. Etude sur 33 branches d'activité des secteurs agro-alimentaire, papeterie, textile. Guide technique, juin 2010. ISBN 978-2-916869-18-6.
12. Wellinger A., Jareš J., Pesta G. (2015): Biogas Production in the food and beverage industry. FAB Biogas, Brussels; February 2015.

Annexe 1 : Caractéristiques des effluents de l'industrie alimentaire

Secteur	Processus	Unité	Effluent produit (m3/unité)	MES (kg/unité)	DCO (kg/unité)	DBO ₅ (kg/unité)	N (kg/unité)	P (tot) (kg/unité)	Sources
Industrie de la viande	Abattage de bovins	t de carcasse abattue	5 - 7.6	1 - 8.9	6.4 - 50.6	3 - 22.2	0.08 - 1.5	0.01 - 0.2	[1] [3]
	Abattage de veaux	t de carcasse abattue	5 - 7.6	1.4 - 8.9	5.6 - 42.2	2.4 - 17.7	0.26 - 4.2	0.02 - 0.57	[1] [3]
	Abattage de porcs	t de carcasse abattue	3.1 - 7.6	2.5 - 17.8	3.4 - 25.3	1.4 - 11.3	0.47 - 2.9	0.05 - 0.37	[1] [3]
	Abattage d'ovins	t de carcasse abattue	3 - 7.6	2.8 - 17.5	6.7 - 42.5	2.6 - 15.9	0.6 - 9.2	0.05 - 1.1	[1]
	Abattage de chevaux	t de carcasse abattue	3 - 7.6	2.3 - 8.7	4.3 - 20.4	1.5 - 7.3	1.1 - 4.3	0.07 - 0.32	[1]
	Abattage de volaille	t de volaille abattue	4.5 - 30	0.8 - 11.1	10 - 40	7 - 20	0.1 - 2	0.03 - 0.3	[1] [2] [3]
	Abattage de lapins	t de lapins abattus	3.1	0.22 - 1.5	1.3 - 5.7	0.74 - 2.8	0.17 - 0.66	0.02 - 0.04	[1]
	Activité de boyanderie - triperie (au sein de l'abattoir)	t de produit entrant en fabrication	n. d.	10.3 - 54.9	15.9 - 102.6	7.8 - 46.1	1 - 5	0.21 - 1.1	[1]
	Conditionnement de viande : découpe	t de produit entrant en fabrication	0.15 - 0.45	0.09 - 3.9	0.19 - 10	0.08 - 4.1	0.01 - 0.98	0.001 - 0.12	[1] [2]
	Conditionnement de viande hachée : broyage	t de produit entrant en fabrication	1.8	0.28 - 2.6	1.6 - 8.9	0.9 - 4.9	0.11 - 0.25	0.01 - 0.07	[1]
	Transformation de la viande (conserves, charcuterie)	t de viande (poids à l'abattage)	4 - 7	0.22 - 9.34	2.5 - 48	1.3 - 33.5	0.13 - 3.8	0.03 - 0.38	[1] [2] [3]
	Equarrissage et traitement de SPA	t de produit soumis à l'équarrissage	0.75 - 1.4	0.8 - 1	3 - 12	2 - 8	0.6 - 3	0.02 - 0.1	[1] [3] [11]
Transformation du poisson	t de poisson entrant en fabrication	8 - 35	1.9 - 12.4	9 - 70	4 - 50	0.7 - 6	0.14 - 0.9	[1] [2] [6]	
Transformation de tubercules, fruits et légumes	Lavage de légumes (pommes de terre)	t de légume entrant en fabrication	1.3	0.12 - 3.1	0.32 - 0.34	0.05 - 0.16	0.01 - 0.02	0.004	[1]
	Transformation de pdt en produits secs (y c. chips)	t de pomme de terre entrant en fabrication	2 - 4.6	n.d.	18 - 54	11	0.2 - 2.4	0.01 - 0.25	[2] [6]
	Surgelé et conserve de pommes de terre (y c. frites)	t de légumes entrants en fabrication	2.2 - 10.5	5.2	13.7 - 41.2	7.7 - 23	0.3 - 1.3	0.04 - 1.2	[1] [2]
	Lavage, cuisson et conditionnement de pommes de terre	t de produit fini	5.4	18.8± 13.2	47.7± 23.8	28.2± 14	1± 0.7	0.17± 0.07	[1]
	Transformation de légumes à cosse (petits pois, haricots)	t de légumes entrants en fabrication	10 - 20	11 ± 6.1	32.3 ± 4.4	17.4 ± 5.3	1.1 ± 0.5	0.19 ± 0.07	[1] [2]
	Transformation de légumes racines (carottes,...)	t de légumes entrants en fabrication	1.1 - 20	17.7± 8.8	8.8 - 77	13.9± 4.9	0.8± 0.2	0.13± 0.05	[1] [2] [8]
	Transformation d'autres légumes (épinards, poireau, brocoli, ...)	t de légumes entrants en fabrication	3 - 35	1.8± 1	4.2 - 60	5± 1.4	0.21± 0.15	0.02± 0.27	[1] [2] [8]
	Lavage et conditionnement de légumes frais et salade	t de produit fini	5.4	4.1± 3.9	9.4± 6.8	5± 3.3	0.2± 0.15	0.04± 0.03	[1]
Transformation du lait	Transformation de fruits (conserves)	t de produit fini	30 - 40	0.8 - 10	13 - 68	6 - 24	0.04 - 0.4	0.01 - 0.13	[2] [3]
	Fabrication de sucre	t de betteraves sucrières	0.5 - 1	n.d.	1.8 - 4.3	0.8 - 1.6	0.04 - 0.1	n.d.	[2] [6]
	Production de lait de consommation, crème et yogourt	m ³ de lait transformé	0.5 - 3	0.5 - 4	0.8 - 6.4	0.5 - 3.7	0.02 - 0.2	0.01 - 0.2	[1] [2] [3] [9]
	Transformation de lait en beurre	m ³ de lait transformé	0.3 - 1	0.3 - 0.6	2 - 5.4	1.3 - 3.2	0.02 - 0.05	0.01 - 0.06	[1] [3]
	Conserves de lait (y c. poudre de lait)	m ³ de lait transformé	0.5 - 1.7	0.1 - 0.3	0.8 - 1.8	0.5 - 1	0.02 - 0.19	0.01 - 0.07	[1] [3]
	Fabrication de fromage - eaux blanches	m ³ de lait entrant en fabrication	2 - 4	0.1 - 2	6 - 12	4 - 10	0.1 - 0.6	0.1 - 0.56	[1] [3] [13] [14]
	Fabrication de fromage - lactosérum	t de lait entrant en fabrication	0.7 - 0.9	2.66 - 9.9	35 - 80	23 - 54	0.54 - 1.26	0.56	[13] [14]
Fabrication de produits à base de céréales et oléagineux	Fabrication de glaces et sorbets	t de glace	4 - 6	n.d.	n.d.	8 - 10	n.d.	n.d.	[6]
	Extraction et transformation d'huiles	t de grains	0.5 - 5	n.d.	0.2 - 0.4	n.d.	n.d.	n.d.	[2]
	Fabrication de margarines et graisses comestibles	t de produit fini	0.75 - 2	n.d.	0.8 - 4	0.4 - 2.6	n.d.	n.d.	[2]
	Fabrication d'amidon	t de matière brute	0.4 - 2.5	n.d.	1 - 75	0.4 - 67	0.6 - 2.7	0.09 - 0.5	[2]
	Fabrication de pain et pâtisseries industrielles	t de produit fini	1.4	0.16 - 69.5	1 - 165	0.53 - 87	0.03 - 3.1	0.01 - 0.21	[1]
	Fabrication de biscuits, biscottes, cakes	t de produit fini	1.4	0.16 - 69.5	1 - 165	0.53 - 87	0.03 - 3.1	0.01 - 0.21	[1]
	Fabrication de pâtes alimentaires		n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.		

Annexes – Rapport « Méthanisation des eaux usées industrielles en Suisse »

Secteur	Processus	Unité	Effluent produit (m3/unité)	MES (kg/unité)	DCO (kg/unité)	DBO ₅ (kg/unité)	N (kg/unité)	P (tot) (kg/unité)	Sources
Industrie du chocolat, café, thé et confiseries	Fabrication de chocolat	t de produit fini	1 - 1.5	0.01 - 0.65	2 - 3.5	1.5 - 2.5	0.06	0.01	[1] [2]
	Fabrication de confiseries	t de produit fini	1 - 6	0.65	3.5 - 50	1.5 - 25	0.03 - 0.6	0.01	[1] [2]
	Transformation du thé et du café		n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
Convenience food et autres	Fabrication de condiments et assaisonnement		n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
	Plats cuisinés à base de viande, poissons, légumes, féculents	t de produits finis	5.6	0.37 - 44.2	1.6 - 106.7	0.7 - 55.2	0.06 - 5.9	0 - 0.16	[1]
	Casserie d'œufs et conditionnement en ovoproduits liquides	t d'ovoproduits conditionnés	3.1	0.45 - 2.4	5.9 - 25.8	3 - 15.9	0.42 - 1.31	0.04 - 0.1	[1]
	Fabrication d'aliments pour animaux de ferme		n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
	Fabrication d'aliments pour chiens et chats	t de produits finis	0.8	0.3 - 1.2	0.77 - 3.8	0.37 - 2.4	0.03 - 0.13	0.01 - 0.07	[1]
Industrie des boissons	Production de spiritueux distillés	hL d'alcool pur distillés	0.5 - 1	n.d.	10 - 95	6 - 55	n.d.	n.d.	[2] [6] [10]
	Production de spiritueux à partir d'éthanol	hL d'alcool pur fabriqué	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
	Production de vin	hL de vin produit	0.03 - 0.5	0.03 - 0.6	0.6 - 2.4	0.52 - 1.55	n.d.	n.d.	[4] [12]
	Brasseries	hL de bière	0.25 - 1.2	n.d.	0.6 - 4.8	0.4 - 2.7	n.d.	n.d.	[2] [5] [6]
	Fabrication de boissons gazeuses et aux fruits	1000 L de boisson conditionné	0.4 - 3.3	0.02 - 1.1	0.6 - 16	0.31 - 10	0.02	0.004	[1] [2] [7]
	Conditionnement d'eaux minérales et eaux aromatisées	1000 L de boisson conditionné	0.05 - 1.33	0.01 - 0.69	0.13 - 1.1	0.05 - 0.36	0.008	0.01	[1] [2] [7]
	Fabrication de jus de pommes	hL de jus produits	0.075 - 0.4	0.16 - 12	0.55 - 2.33	0.25 - 1.44	0.002 - 0.01	0.005	[1] [2] [7]
Fabrication de jus d'autres fruits et légumes	hL de jus produits	0.1 - 0.4	0.2 - 12	0.04 - 3.43	0.04 - 0.8	0.001 - 0.01	0.001 - 0.01	[2] [7]	

Sources pour le tableau de l'annexe 2 :

- [1] Agence de l'eau Loire-Bretagne (2010). Ratios polluants en industrie dans le bassin Loire-Bretagne. Etude sur 33 branches d'activité des secteurs agro-alimentaire, papeterie, textile. Guide technique, juin 2010. ISBN 978-2-916869-18-6.
- [2] ATV (2000). Handbuch Industrieabwasser. Lebensmittelindustrie. Ernst & Sohn, 2000. ISBN 3-433-01467-1
- [3] Moletta (2006). Gestion des problèmes environnementaux dans les industries agroalimentaires. 2ème édition. Lavoisier, 2006. ISBN : 2-7430-0832-6.
- [4] ITV France, Institut Technique de la Vigne et du Vin. Gestion des effluents viticoles. Consulté sur : http://www.ivv.public.lu/projekte/abwasser/vortrag_itv.pdf
- [5] IFC (2007) - Directives environnementales, sanitaires et sécuritaires pour les brasseries. International Finance Corporation, World Bank Group, 30 avril 2007.
- [6] Fresenius et al. 1990. Technologie des eaux résiduaires: production, collecte, traitement et analyse des eaux résiduaires. Springer-Verlag, Paris 1990.
- [7] ATV (1999) : Merkblatt ATV-M 766: Abwasser der Erfrischungsgetränke-, der Fruchtsaft-Industrie und der Mineralbrunnen
- [8] DWA (2015) : Merkblatt DWA-M 751: Abwasser aus der Gemüseverarbeitung und Sauerkrautbereitung
- [9] DWA (2011) : Merkblatt DWA-M 708: Abwasser aus der Milchverarbeitung
- [10] ATV (1999) : Merkblatt ATV-M 772: Abwasser aus Brennereien und der Spirituosenherstellung
- [11] DWA (2008): Merkblatt DWA-M 710: Abwasser aus der Verarbeitung tierischer Nebenprodukte
- [12] Racault et al. (2002). Les effluents viticoles : problématique du traitement et premier bilan sur la conception et le fonctionnement des procédés biologiques. Ingénieries N° 32 – p. 13 à 26.
- [13] INP (2005). Traitement, épuration et valorisation des effluents d'une fromagerie. Consulté sur : <http://hmf.enseiht.fr/travaux/CD0405/beiere/4/html/binome1/verifpcd.htm>
- [14] Lefrileux, Yves (2013) : Gestion des effluents d'élevage et de fromagerie chez les laitiers et les fromagers. Institut de l'élevage. Consulté sur : http://idele.fr/fileadmin/medias/Documents/5-Effluents_JTC.pdf

Annexe 2 : Calcul du potentiel théorique pour chaque branche de l'industrie alimentaire

Industrie	Process	Unité	Production indigène	Source	DCO (t/an)	Méthane (m ³ /an)	Energie (MWh)
Industrie de la viande	Abattage de bovins	t de carcasse de bovins	112'900	[1]	2'710	812'880	8'080
	Abattage de veaux	t de carcasse de veaux	30'300	[1]	667	199'980	1'988
	Abattage de porcs	t de carcasse de porcs	242'000	[1]	3'630	1'089'000	10'825
	Abattage ovins	t de carcasse de moutons/chèvres	5'400	[1]	113	34'020	338
	Abattage chevaux	t de carcasse de chevaux	691	[1]	8	2'280	23
	Abattage de volaille	t de carcasse de volaille	84'500	[1]	1'690	507'000	5'040
	Abattage de lapins	t de carcasse de lapins/gibier	3'551	[1]	15	4'581	46
	Activité de boucherie - triperie (au sein de l'abattoir)	t de produit entrant en fabrication	13'720	[1]	919	275'772	2'741
	Conditionnement de viande : découpe	t de viande fraîche vendue (poids à l'abattage)	320'500	est. selon	481	144'225	1'434
	Conditionnement de viande hachée : broyage	t de viande hachée vendue (poids à l'abattage)	64'100	[1] [16]	321	96'150	956
	Transformation de la viande (conserves, charcuterie)	t de viande transformée (poids à l'abattage)	186'800	[17] [21]	4'110	1'232'880	12'255
	Equarrissage et traitement de SPA	t de produit soumis à l'équarrissage	150'000	est.	1'350	405'000	4'026
Transformation du poisson	t de poisson transformé	13'700	[16] [17]	411	123'300	1'226	
					16'424	4'927'068	48'975
Transformation de tubercules, fruits et légumes	Lavage de légumes (pommes de terre)	t de pdt vendus sous petits emballage	102'100	[2]	34	10'108	100
	Transformation de pdt en produits secs (y c. chips)	t de pdt transformés en produits secs	24'000	[2]	744	223'200	2'219
	Surélé et conserve de pommes de terre (y c. frites)	t de pdt transformés en surgelés et conserves	144'100	[2]	2'882	864'600	8'594
	Lavage, cuisson et conditionnement de pommes de terre	t de produits frais à partir de pdt	1'915	[2]	92	27'576	274
	Transformation de légumes à cosse (petits pois, haricots)	t de haricots et petits pois transformés	10'200	[3]	214	64'260	639
	Transformation de légumes racines (carottes,...)	t de carottes entrants en transformation	1'900	[3]	65	19'380	193
	Transformation d'autres légumes (épinards, poireau, brocoli, ...)	t d'épinards + divers légumes transformés*	57'300	[3]	974	292'230	2'905
	Lavage et conditionnement de légumes frais et salade	t de produit fini	50'000	est.	475	142'500	1'416
	Transformation de fruits (conserves)	t de produit fini	50'000	est.	1'500	450'000	4'473
Fabrication de sucre	t de betteraves sucrières	1'673'000	[8]	5'186	1'555'890	15'466	
					12'166	3'649'744	36'278
Transformation du lait	Production de lait de consommation, crème et yogourt	t de lait transformé en lait de conso...	909'000	[4]	3'182	954'450	9'487
	Transformation de lait en beurre	t de lait transformé en beurre	572'000	[4]	1'773	531'960	5'288
	Conserves de lait (y c. poudre de lait)	t de lait transformé en conserves (y c. poudre)	381'000	[4]	533	160'020	1'591
	Fabrication de fromage - eaux blanches	t de lait transformé en fromage	1'507'000	[4]	12'508	3'752'430	37'299
	Fabrication de fromage - lactosérum	t de lait transformé en fromage	1'507'000	[4]	87'406	26'221'800	260'645
	Fabrication de glaces et sorbets	t de glace	22'000	[4]	396	118'800	1'181
					105'798	31'739'460	315'490

Annexes – Rapport « Méthanisation des eaux usées industrielles en Suisse »

Industrie	Process	Unité	Production indigène	Source	DCO (t/an)	Méthane (m ³ /an)	Energie (MWh)
Fabrication de produits à base de céréales et oléagineux	Extraction et transformation d'huiles	t oléagineux	135'100	[9]	41	12'159	121
	Fabrication de margarines et graisses comestibles	t de produit fini	60'000	[20]	144	43'200	429
	Fabrication d'amidon			enquête	288	86'400	859
	Fabrication de pain et pâtisseries industrielles	t de produit fini pain/pâtisserie industrielle	100'000	est.	1'500	450'000	4'473
	Fabrication de biscuits, biscottes, cakes	t de produit fini biscuiterie/biscotterie	44'000	[5]	660	198'000	1'968
	Fabrication de pâtes alimentaires			est.	400	120'000	1'193
					3'033	909'759	9'043
Industrie du chocolat, café, thé et confiseries	Fabrication de chocolat	t de chocolat produit	181'400	[6]	544	163'260	1'623
	Fabrication de confiseries	t de confiserie produit	33'800	[7]	676	202'800	2'016
	Transformation du thé et du café			est.	1'000	300'000	2'982
					2'220	666'060	6'621
Convenience food et autres	Fabrication de condiments et assaisonnement			est.	800	240'000	2'386
	Plats cuisinés à base de viande, poissons, légumes, féculents	t de produits finis	240'000	est.	6'000	1'800'000	17'892
	Casserie d'œufs et conditionnement en ovoproduits liquides	t d'ovoproduits conditionnés	15'840	[19]	285	85'536	850
	Fabrication d'aliments pour animaux de ferme			est.	2'500	750'000	7'455
	Fabrication d'aliments pour chiens et chats	t de produits vendus en suisse**	85'000	[15]	213	63'750	634
					9'798	2'939'286	29'217
Industrie des boissons	Production de spiritueux distillés	hL d'alcool pur distillés	16'360	[10]	982	294'480	2'927
	Production de spiritueux à partir d'éthanol	hL d'alcool pur fabriqué	9'926	[10]	100	30'000	298
	Production de vin	hL de vin produit	850'500	[11]	1'276	382'725	3'804
	Brasseries	hL de bière	3'427'000	[12]	4'249	1'274'844	12'672
	Fabrication de boissons gazeuses et aux fruits	1000 L de boissons rafraîchissantes***	506'000	[13]	1'265	379'500	3'772
	Conditionnement d'eaux minérales	1000 L d'eau minérale	579'000	[14]	232	69'480	691
	Fabrication de jus de pommes	hL de jus produits	516'000	[18]	722	216'720	2'154
	Fabrication de jus d'autres fruits et légumes	hL de jus produits	500'000	est.	700	210'000	2'087
					9'526	2'857'749	28'406

*y compris les légumes importés destinés à la transformation

**Il s'agit d'une prévision pour 2015 des tonnes vendues en Suisse

***y compris eaux aromatisées

est. = estimation propre

Annexes – Rapport « Méthanisation des eaux usées industrielles en Suisse »

	Sources pour le tableau de l'annexe 3 :
1)	Union Suisse des Paysans, Agristat, Bilan alimentaire - Données de l'année 2014
2)	Swisspatat. Données statistiques 2015 - Données de l'année 2014
3)	AGIR - Le marché suisse des légumes 2014
4)	TSM, PSL, SCM, Agristat. Statistique laitière de la Suisse, 2014
5)	Biscosuisse - L'industrie suisse de la biscuiterie et de la biscotterie en 2015
6)	Chocosuisse – L'industrie chocolatière suisse en 2015
7)	Biscosuisse - L'industrie suisse de la confiserie en 2015
8)	Union Suisse des Paysans. Statistiques et évaluations concernant l'agriculture et l'alimentation - Données de l'année 2012
9)	Swissgranum - Rapport annuel 2014/15
10)	Statistiques de la Régie fédérale des alcools - L'alcool en chiffres 2016 (Données de l'année 2015)
11)	Office fédéral de l'agriculture. L'année viticole 2015
12)	Direction générale des douanes. Le marché suisse de la bière - Données de l'année 2015
13)	Boissons rafraichissantes - Données de l'année 2015. Consulté sur : http://boissons-rafraichissantes.ch/fr/chiffres-cles/le-mache-suisse-des-boissons-rafraichissantes/
14)	Mineralwasser - Données de l'année 2015. Consulté sur : http://mineralwasser.ch/fr/chiffres-cles/le-mache-suisse-de-leau-minerale/
15)	Marché Suisse des aliments pour animaux de compagnie. Gouvernement du Canada 2011 (prévisions pour l'année 2015)
16)	Micarna. Faits et chiffres 2015
17)	Bell. Rapport annuel, profil de l'entreprise 2015
18)	FRC Magazine. Pas de pépin dans le jus de pomme. Septembre 2009 (donnée de 2008). Consulté sur: http://frc.ch/wp-content/uploads/2009/08/TestJusPomme.pdf
19)	Production et importation d'œufs et d'ovoproduits en 2015. Aviculture Suisse, édition 3/16.
20)	Florin Switzerland "Des huiles, des graisses et des idées neuves" consulté sur : http://www.pag-ch.ch/fileadmin/Fichiers_PAG/pdf/2._Nat._Ackerbautagung/Presentations/NEU_5._Francais_Florin_Praesentation_Forum_Ackerbau_140123_04__1_.pdf
21)	Proviande. Le marché de la viande 2014.