

Is there a free lunch in food waste? **Est-il un repas gratuit dans les déchets des aliments?**

Tim Evans PhD, FCIWEM, MRSC

Foundation for Water Research,
Allen House, The Listons, Liston Road, Marlow, Bucks, SL7 1FD

codigestion et valorisation du biométhane : quels leviers pour développer la filière ?

12 Novembre 2015

Ecole des Ingénieurs de la Ville de Paris



Food waste is a big issue

Les déchets alimentaires est un gros problème

- Unavoidable = peelings, rotten
- Avoidable = surplus inventory, misshapes, sell-by
 - If there was less, more people could be fed
- Food waste in landfill = landfill gas
 - leakage = climate change
- Food waste is at least 70% moisture
 - Low net calorific value for incineration
 - More emission volume

- Inévitables = épluchures, pourrie
- Évitable = surplus d'inventaire, déformé, vendent par
 - Si il y avait moins, plus de personnes pourraient être nourries
- Les déchets alimentaires dans les décharges = gaz d'enfouissement
 - fuites = changement climatique
- Les déchets alimentaires est d'au moins 70% d'humidité
 - Faible valeur calorifique nette pour l'incinération
 - Plus de volume d'émission

Feeding pigs

l'alimentation des porcs



- Best environmental footprint but
- 2001 FMD attributed to undercooked swill
- Instead of tightening enforcement (sensors, interlocks, telemetry) Minister banned swill and EU followed suit
- We are where we are
- EC is looking at food waste to animal feed again

- Meilleure empreinte environnementale, mais
- 2001 fièvre aphteuse attribuée à des eaux grasses insuffisamment cuites
- Au lieu de resserrer l'application (capteurs, verrouillages, télémétrie) ministre interdit eaux grasses et l'UE ont emboîté
- Nous sommes là où nous sommes
- CE se penche sur les déchets alimentaires à l'alimentation animale à nouveau

AD

digestion anaérobique

- Sewage sludge AD for more than 100 years
 - 85% of UK sludge treated by AD
 - Best to harness this existing infrastructure and expertise
 - Co-digestion yields more biogas than separate digestion
 - Co-located with treatment for dewatering liquor
- Plethora of market distorting subsidies for biogas in the UK
 - Cheaper to AD than to “repurpose” to hungry people
 - Farm rents increased because AD maize
- Better to replace subsidies with a tax on emissions from fossil C
- Les boues d'épuration DA pour plus de 100 ans
 - 85% du Royaume-Uni boues traitées par DA
 - Le mieux est de tirer parti de cette infrastructure et l'expertise existante
 - Co-digestion donne plus de biogaz que la digestion séparée
 - Co-localisé avec le traitement pour l' eau de déshydratation
- Pléthore de distorsion du marché des subventions pour biogaz au Royaume-Uni
 - Moins cher à DA que de «Réutilisation» à des personnes souffrant de la faim
 - Fermages augmenté parce DA maïs
- Mieux vaut remplacer les subventions par une taxe sur les émissions de fossiles C

- Digested sludge used under Sludge Regulations

- Willing seller : Willing buyer 😊

- Treated waste used under exemption (area ≤ 50 ha)

- Bureaucracy + Registration fee + Delay & no appeal 😞

- EoW = Digestate Quality Protocol (DQP) but sludge is a prohibited input for DQP

- ∴ co-digestate = waste 😞

- Industry builds new mono-digestion but

- Quantity of food waste collected less than forecast – effect of Love Food Hate Waste?

- Difficulty and cost of separating physical contaminants unresolved technology – can be 10% of receipts

- Built and planned capacity > feedstock

- Gate-fees falling

- Some will fail financially



- Les boues digérées utilisé en vertu du Règlement de boues

- Je vendeur: acheteur consentant 😊

- Déchets traités utilisée sous exemption (zone ≤ 50 ha)

- Bureaucratie + Frais d'inscription + Delay & sans appel 😞

- EOW = digestat Protocole de qualité (DQP) mais boues est une entrée interdite pour DQP

- ∴ co-digestat = déchets 😞

- Industrie construit nouveau mono-digestion, mais

- Quantité de déchets alimentaires recueilli moins que prévu - effet de l'amour alimentaire haine déchets?

- Difficulté et le coût de la séparation des contaminants physiques technologie suspens - peuvent être de 10% des recettes

- Construit et capacité prévue > matières premières

- Frais de réception décroissants

- Certains vont échouer financièrement

Food Waste to Sewer

Déchets alimentaires à l'égout

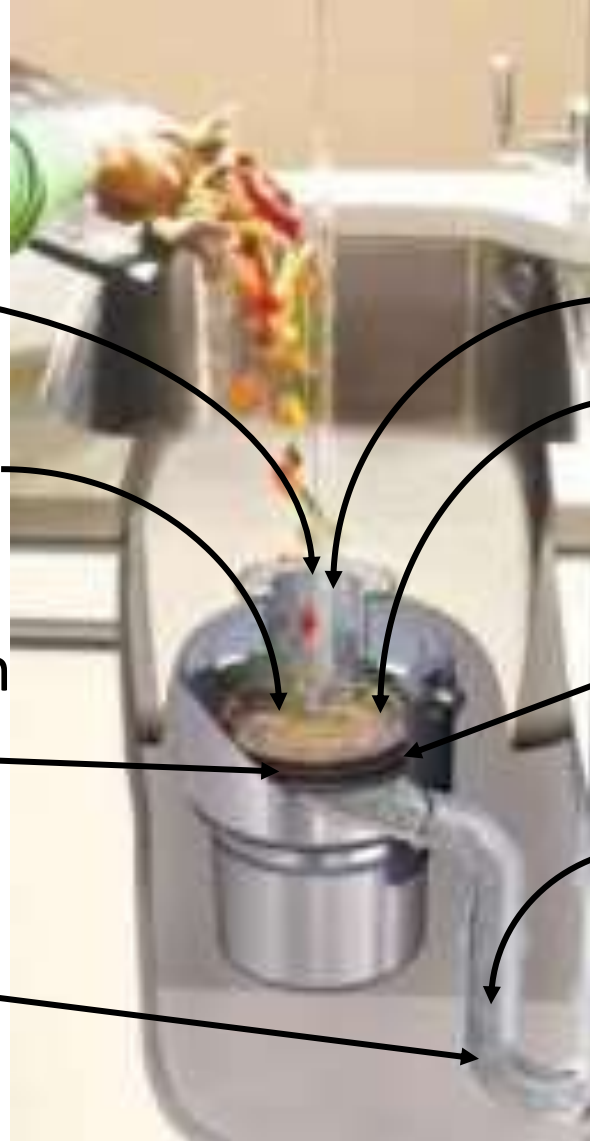
- Under sink food waste disposer (grinder) FWD

- Sink outlet

- Spinning plate with swinging lugs; no knives

- Grind chamber with perforated walls

- Small particles to drain



- Sous l'évier de déchets alimentaires (grinder) FWD

- Sortie évier

- Spinning plaque avec pattes battantes; pas de couteaux

- Chambre de broyage à parois perforées

- Les petites particules à de canalisation

Food Waste to Sewer

Déchets alimentaires à l'égout

- Under sink food waste grinder
 - Diverts food waste without physical contaminants to AD 😊
 - It has come down sewer so it is sewage and digestate is sludge 😊
 - Beijing, Boston, Goteborg, Milwaukee, Philadelphia, Shanghai, Stockholm, Tacoma are encouraging FWD
 - Evidence shows using FWD doesn't block sewers, doesn't increase load on treatment, does increase biogas, does have good public participation
 - some people do not want to hear the evidence

- Sous l'évier déchets alimentaires meuleuse (FWD)
 - Détourne les déchets alimentaires sans contaminants physiques à DA 😊
 - Il est venu dans les égouts de sorte qu'il est des eaux usées et des boues digestat est 😊
 - Pékin, Boston, Goteborg, Milwaukee, Philadelphie, Shanghai, Stockholm, Tacoma sont encourageants FWD
 - L'expérience montre en utilisant FWD ne bloque pas les égouts, ne pas augmenter la charge sur le traitement, ne augmente biogaz, fait avoir une bonne participation du public
 - certaines personnes ne veulent pas entendre la preuve



Are FWDs allowed?

FWDs sont permis?

- EN 12056-1:2000 *Gravity drainage systems inside buildings. General and performance requirements* allows for FWDs

- Most countries allow FWDs

- Austria, Belgium, France, Luxembourg, Netherlands, Poland and Portugal appear to ban FWDs but do not enforce their regulations and FWDs are sold in all these countries.

–100000 are used in NL and ban might be rescinded

- EN 12056-1: 2000 *Systèmes de drainage gravitaire à l'intérieur des bâtiments. Prescriptions générales et de performance* permet pour FWDs

- La plupart des pays permettent FWDs

- Autriche, Belgique, France, Luxembourg, Pays-Bas, la Pologne et le Portugal semblent interdire FWDs mais ne font pas respecter leurs règlements et FWDS sont vendus dans tous ces pays.

–100000 sont utilisés dans Pays-Bas et l'interdiction pourrait être annulée

We can design wonderful policies but will citizens participate?

Nous pouvons définir des politiques merveilleuses, mais les citoyens vont participer?

- Kerbside collection plateaus at less than 75% of people (Islington, London only 30%) and there is contamination with plastic, metal, glass, etc.

- FWD have high user satisfaction/participation

- Nilsson et al. (1990) found 96% satisfaction (Sweden)

- Karlberg & Norin (1999) 96% (Sweden)

- NILIM (2005) 80% of people in trial would continue to use FWD (Japan)

- UBA (2012) less than half the people in Germany use a biowaste bin

- LGA (2014) >90% user satisfaction (Shrewsbury, UK)

- Plateaux de collecte en bordure de route à moins de 75% des personnes (Islington, Londres 30% seulement) et il y a une contamination avec du plastique, métal, verre, etc.

- FWD ont une grande satisfaction de l'utilisateur / participation

- Nilsson et al. (1990) ont trouvé 96% de satisfaction (Suède)

- Karlberg et Norin (1999) à 96% (Suède)

- NILIM (2005) 80% des personnes en procès continuer à utiliser FWD (Japon)

- UBA (2012) à moins que la moitié des gens en Allemagne utilisent un bac de biodéchets

- LGA (2014)> satisfaction des utilisateurs de 90% (Shrewsbury, Royaume-Uni)

Unique case study - 0% to 50% FWD installation in 12 years
Étude de cas unique - 0% à 50% de l'installation FWD en 12 ans
Surahammar, Suède



- Haga wastewater treatment works
– primary, activated sludge, AD

- Haga travaux de traitement des eaux usées
– primaire, boues activées, DA

Unique case study - 0% to 50% FWD installation in 12 years Étude de cas unique - 0% à 50% de l'installation FWD en 12 ans

• In 1997 Surahammar commune offered:

– Home compost € 0

– lease FWD for 8-years € 37/year

– Biowaste collection € 285/year

• 1996 10,293 pop 0% FWD

• 2008 9,272 pop 50% FWD

• 4-weekly 24-h composite influent samples

– Haga WwTW is conventional

• En 1997 Surahammar commune offert:

– Accueil compost € 0

– louer FWD pendant 8 ans 37 € / an

– Collecte des biodéchets € 285 / an

• 1996 10293 pop 0% FWD

• 2008 9272 pop 50% FWD

• 4-hebdomadaires de 24 h échantillons composites influents

– Haga WwTW est classique

Flow and load did not change but biogas increased 46%

Écoulement et la charge ne changent pas? Mais biogaz ont augmenté de 46%

	Flow m ³ /d	kgBOD ₇ /d	kgCOD/d	kgN/d	kgNH ₄ /d	kgP/d	BOD ₇ :N	m ³ biogas/d
Mean 0% FWD 120 weeks 11/01/95-30/04/97	4706	408	1084	113.6	74.0	18.0	3.50	331
Mean 50% FWD 120 weeks 13/12/06-01/04/09	4678	331	892	107	71	13.3	3.11	484
Difference (late post ₁₂₀ - pre)	-0.59%	-19.0%	-17.7%	-6.1%	-3.9%	-26.1%	-11.1%	+46%
P (1-tail T-test)	0.50	0.06	0.09	0.18	0.28	0.002	0.11	0.01

- Karlberg & Norin found electricity to activated sludge did not change when 30% used FWD
- Karlberg et Norin trouvé l'électricité à boues activées n'a pas changé lorsque 30% utilisé FWD

- 46% more biogas when 50% use FWD
- 46% plus de biogaz lorsque 50% l'utilisation FWD

Lab estimates of loads exiting FWDs

Lab estimations de charges sortant FWDS

	COD	BOD	N _{tot}	NH ₄ -N	P _{tot}	SS
	g/cap.day					
Bolzonella et al. (2003) ¹	75		2.5		0.25	50
de Koning and van der Graaf (1996) ²	76	52	1.6			48
de Koning (2004) [whole wastewater] ³	95	66	2.1		0.3	60
NILIM (2005) ⁴		11.3	0.73		0.11	8.2
Rosenwinkel and Wendler (2001) ⁵	27	10.5	1.5		0.19	34
Thomas (2011) ⁶	35.8	16.5		0.03	0.11	14.1
Tidåker et al. (2005) ⁵	48	17.2	0.81	0.09	0.14	33.4
Wainberg et al (2000) ⁵	52.6		1.0		0.2	19.0
mean	58.5	28.9	1.5	0.1	0.2	33.3
median	52.6	16.9	1.5	0.1	0.2	33.7
standard deviation	24.4	23.9	0.7	0.0	0.1	18.6

Footnotes

1. Cafeteria waste both food prep waste and plate waste and 2 different FWD
2. calculated from C₄₄₅H₇₃₆O₂₂₁N₂₇S
3. Additional loads of pollutants due to the use of FWD estimated from other studies [Nilsson et al. 1990, van Nieuwehuijzen 2002, de Koning 2003]
4. Based on an assumed 99g food waste /person.day, which was derived from FWD installed in 301 domestic properties and one hotel.
5. Averages of a summary of the literature and the authors' own laboratory data
6. Based on 142g food waste which was the average collected by each volunteer

Per capita load and biogas at Haga WwTW calculated from influent monitoring, literature values for FWD output and population data

La charge et biogaz à Haga WwTW calculées à partir de la surveillance de l'influent habitant, valeurs de la littérature pour la sortie de FWD et les données de la population

	BOD ₇	COD	N	NH ₄ -N	P	Biogas	Flow _{median}
	kg/d	kg/d	kg/d	kg/d	kg/d	m ³ /d	m ³ /d
Mean pre FWD	408	1084	114	74	18	331	4020
Mean 50% FWD	331	892	107	71	13.3	484	3575
Using population data for Surahammar + Ramnäs (and +Virso for biogas) at the mid dates of monitoring periods							
	g/cap.d	g/cap.d	g/cap.d	g/cap.d	g/cap.d	L/cap.d	L/cap.d
Mean pre FWD	47.9	127.3	13.3	8.7	2.1	32.2	472
Mean 50% FWD	42.9	115.6	13.9	9.2	1.7	52.2	463
Literature mean input from FWD	14.45	29.25	0.75	0.05	0.1		
∴ expected if sewers were inert	62.4	156.5	14.1	8.7	2.2		
∴ in-sewer biotransformation	-19	-41	-0.2	0.5	-0.5		
	-31%	-26%	-2%	5%	-22%		

62% increase but only ½ pop using FWD

62% d'augmentation, mais seulement la population ½ utilisant FWD

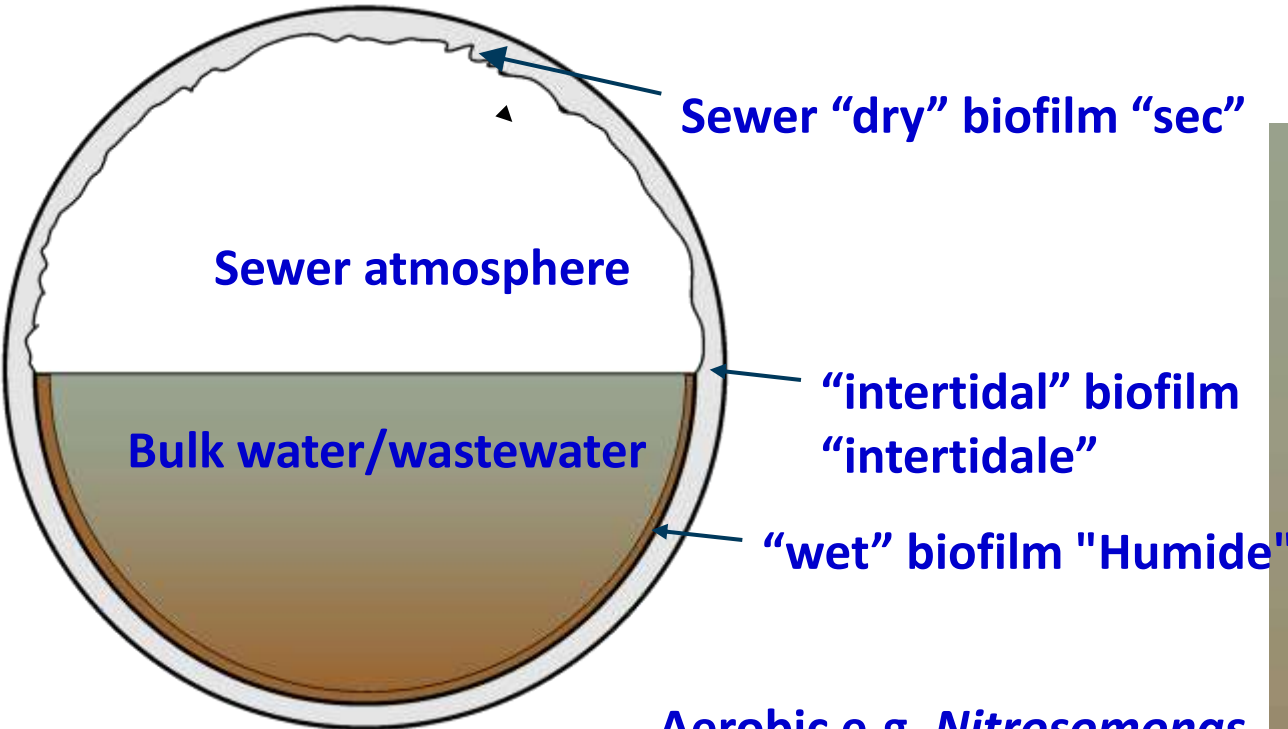


Food waste is not deposited in sewers

Les déchets alimentaires ne se déposent pas dans les égouts

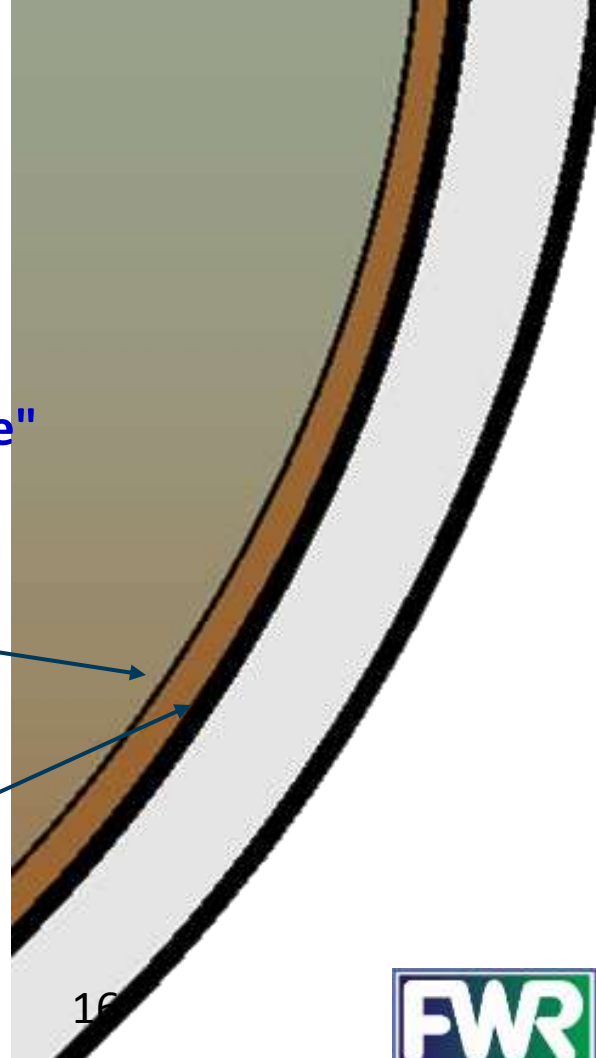
- Several video surveys of sewers – none found FWD effect deposits
- Mattsson et al. (2014) videoed 180 locations totalling 10 km of sewers
 - Scored sewer deposits by the WRc system
 - Sewer deposits and sewer condition not correlated with density of FWDs upstream
- 98% of FWD output <2mm (Kegebein et al., 2001)
- Specific Gravity of FWD output similar to or less than faecal solids so if sewer self-cleanses with faecal solids it will self-cleanse with FWD
- Plusieurs enquêtes vidéo d'égouts - aucune enquête a révélé des dépôts à effet de FWD
- Mattsson et al. (2014) filmé 180 sites totalisant 10 km des égouts
 - Dépôts d'égout marqués par le système WRc
 - Dépôts d'égout et de l'état d'égout pas corrélées avec la densité de FWDS amont
- 98% de FWD sortie <2 mm (Kegebein et al., 2001)
- Densité de la production de FWD similaire à ou moins que les solides fécaux si égouts auto-nettoie avec des solides fécaux il sera auto-nettoyer avec FWD

Sewers are both conveyance systems and ecosystems. Treatment starts in sewers
Égouts sont deux systèmes de transport et les écosystèmes. Le traitement commence dans les égouts



Aerobic e.g. *Nitrosomonas*
 $NH_4^+ \rightarrow NO_2^- + H^+$

Anaerobic e.g. *anammox*
 $NO_2^- + NH_4^+ \rightarrow N_2$



Conclusions

- Co-digesting food waste with sludge is environmentally sensible

– **But** unlikely to be financially worthwhile because of market-distorting subsidies and regulations and because of competition for feedstock.

- The evidence shows WwTW can enjoy a free lunch from in- sink food waste diverters delivering ground food waste to sewers.

- Ground food waste relieves the carbon : nutrient restriction in “normal” domestic wastewater.

- FWDs do not impose additional flow or load on wastewater collection or treatment

- FWDs do not affect deposition in sewers adversely

- Sewers that self-cleanse with faecal solids will self-cleanse FWD output

- Choice makes it easier to do the right thing

- Déchets alimentaires co-digestion des boues est judicieux de l'environnement

– Mais peu de chances d'être financièrement intéressant en raison des subventions et des règlements qui faussent le marché et en raison de la concurrence pour les matières premières.

- La preuve démontre WwTW peut profiter d'un repas gratuit du broyage des déchets alimentaires dans les égouts

- Déchets alimentaires broyé améliore l'équilibre du carbone: les éléments nutritifs dans les eaux usées domestiques "normal".

- FWDS ne pas imposer débit ou une charge supplémentaire sur la collecte ou traitement des eaux usées

- FWDS ne affectent négativement le dépôt dans les égouts

- Égouts que l'auto-nettoyer avec de solides fécaux sera sortie d'auto-nettoyage FWD

- Choix rend plus facile de faire la bonne chose