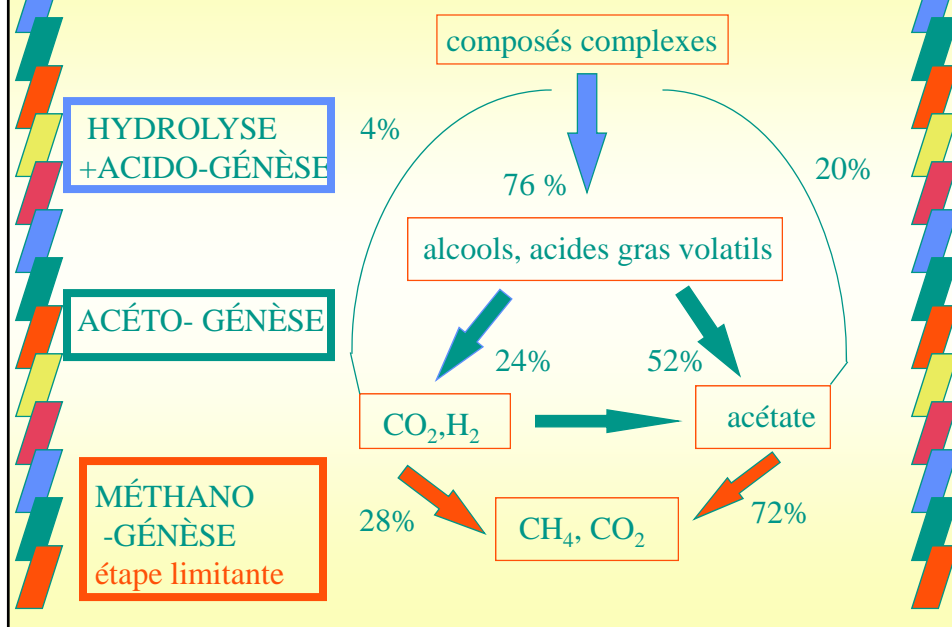


Chapitre 10: Traitements anaérobies

- ☞ la décomposition biologique anaérobie est utilisée pour traiter:
 - ➔ des effluents fortement chargés
 - ➔ les boues produites par les procédés aérobies (=> digestion des boues)
- ☞ en traitements anaérobies: production moindre de boues

Mécanisme de la décomposition anaérobie



Bactéries méthanogènes: anaérobies strictes

Genre des bactéries méthanogènes	Substrat
Methanobacterium	H ₂ /CO ₂
Methanobrevibacter	H ₂ /CO ₂
Methanococcus	H ₂ /CO ₂
Methanosarcina	H ₂ /CO ₂ /acétate
Méthanotrix	acétate

Bactéries méthanogènes: inhibition si concentrations trop élevées en inorganiques

NH ₃	1500-3000 mg/L
Calcium	2500-4500
Magnésium	1000-1500
Potassium	2500-4500
Sodium	3500-5500
Cuivre	0..5
Zinc	1.5
Nickel	3
Chrome	2

Biogaz produit:

charge organique	Production de CH ₄ m ³ / kg de charge
sucres	0.42 à 0.47
protéines	0.45 à 0.55
graisses	jusqu'à 1.

☞ composition du biogaz:

- CH₄: 55 à 75 %
- CO₂: 25 à 40 %
- H₂: 1 à 5 %
- N₂: 2 à 7 %

☞ Eckenfelder:

- G: m³ de CH₄ produit par jour
- Δ S_r: DBO ou DCO enlevé en kg/par jour
- ☞ Δ X_v biomasse produite en kg/j

$$G = 0.35 I (\Delta S_r - 1.42 \Delta X_v)$$

Biomasse:

☞ vitesse lente mais production plus faible
de boues: 0.10 à 0.15 kg de matière sèche/kg
de DCO soluble (en procédé aérobie: 0.20 à
0.40 kg/kg DCO)

☞ domaine de température:

- mésophile: 29-38° C
- thermophile 49-57° C

(on peut utiliser le biogaz pour maintenir
ces températures)

Les procédés: biomasse fixée ou en suspension

- ☞ réacteur à lit fixe (b. fixée)
- ☞ réacteur à lit fluidisé (b. fixée)
- ☞ procédé par contact (b. en suspension)
- ☞ procédé UASB (upflow anaerobic sludge blanket)

- ☞ voir figures page 10-2-1

anaerobic treatment of a paper mill waste water.
http://www.sidaspa.com/pages/ens_reale.html



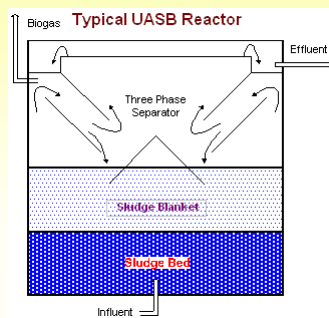
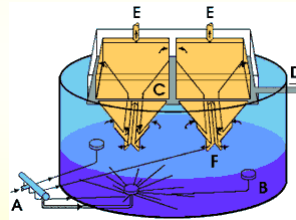
Stockage du biogaz

high rate anaerobic reactor SIDARHAR.

The reactor can remove up to 65% of incoming COD and produces 950 Nm³/d of biogas.

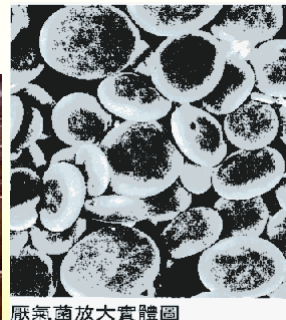
Procédé UASB: upflow anaerobic sludge blanket

- A: INFLUENT
- B: SLUDGE BED
- C: SEPARATORS
- D: EFFLUENT
- E: BIOGAS
- F: SLUDGE BLANKET



Réacteurs UASB

Granule Sludge in UASB



厭氣菌放大實體圖

http://www.biotech.com/map_files/canada.html

WASTEWATER REACTOR

Exemple d'applications des UASB au Canada

	COD Load (kg/d)	COD-Conc (mg/l)	Flow (m ³ /h)	Volume (m ³)	Capacity (kg/m ³ d)
BIOETHANE (UASB)					
3 M Chemical 1998	300	16000	0.4	50	12.0
Commercial Alcohol Alcohol 1997	7680	7680	42	500	15.4
Canning Operation 1994	4545	9090	21	400	11.4
Fruit Processing 1994	10900	10900	42	800	13.6
Fleischmann's Yeast Yeast 1993	7173	17550	17	500	14.3
Les Aliments Carriere Vegetable Canning 1992	3758	3416	46	400	9.4
Kraft Ltd. Cheesc 1990	3274	2300	58	400	8.2
Universal Flavorings Food Flavorings 1989	4282	5100	44	400	10.7
MacMillan Bloedel Pulp & Paper 1989	107500	12500	358	7000	15.44
Stone Container Canada Pulp & Paper 1988	185000	11750	656	15600	11.9

TABLE 7.16
Anaerobic treatment of industrial wastewaters
COD, BOD, and SS values for different wastewaters

Wastewater	Raw wastewater				Anaerobic effluent			
	COD, mg/l	BOD, mg/l	BOD/COD	SS, mg/l	COD, mg/l	BOD, mg/l	BOD/COD	SS, mg/l
Potato processing	4,263	2,664	0.62	1,888	144	32	0.22	70
Yeast, cane molasses	13,260	6,630	0.50	1,886	4,420	600	0.14	803
Brewery and municipal	9,750	2,790	0.29	4,146	332	179	0.54	168
Clam processing	3,813	1,895	0.50	856	594	337	0.57	130
Corn processing and municipal effluent	5,780				1,210			136
Hardboard mill	12,930	5,960	0.46	486	2,590	740	0.29	507
Dairy wastewater	13,076	7,204	0.55	1,919	596	173	0.29	260
Semichemical pulp mill	6,826	2,221	0.32	851	3,822	524	0.14	881
Brewery	2,692	1,407	0.52	778	295	122	0.41	201
Alcohol stillage—1	90,000	23,000	0.26					
Alcohol stillage—2	120,000	40,000	0.33		57,000	4,700	0.08	
Alcohol stillage—3	98,000	31,000	0.32		54,000	6,000	0.11	
Alcohol stillage—4	80,000	24,000	0.30		36,000	4,100	0.11	
Dairy	3,250	1,970	0.61	252	372	111	0.30	55
Potato processing	1,890	1,090	0.58	341	165	98	0.59	50
Kraft foul condensates	13,960	6,710	0.48	10	1,076	660	0.61	190
Molasses stillage	65,000	25,000	0.38	5,000	15,000	1,250	0.08	500
Corn wet milling	3,510	1,700	0.48	1,080	410	133	0.32	64
Pulp and paper	5,349	2,287	0.43	3,792	965	308	0.32	199
Dairy	25,541	20,575	0.81	974	737	190	0.26	337
Dairy	19,200	10,400	0.54	3,400	770	130	0.17	500
Brewery	4,011	2,786	0.69	139	510	306	0.60	105
Industrial and domestic	3,000	1,620	0.54	550	300	105	0.35	120
Dairy	8,830	7,890	0.89	1,670	150	86	0.57	53
Potato processing	8,356	5,300	0.63	5,250	1,113	486	0.44	708
Apple processing	3,994	2,441	0.61	3,573	174	87	0.50	54
Olive processing	13,705	5,550	0.41	289	2,332	786	0.34	212
Beans and pasta processing	2,604	1,200	0.46		1,285	528	0.41	
Pharmaceutical	9,200	4,000	0.43	2,400	3,300	850	0.26	350
Pharmaceutical	7,100	3,300	0.46	1,000	1,490	460	0.31	170
Confectionery	10,560	6,550	0.62	1,050	320	70	0.22	180
Potato processing	12,489	5,978	0.48	9,993	4,692	1,573	0.34	2200
Ethanol corn processing	1,155	743	0.64	20	397	204	0.51	162

399

Procédés anaérobie vs aérobie: avantages

- ☞ pas d'équipement d'aération (économie d'énergie 25%)
- ☞ moins de boues à disposer (2 à 5 fois moins qu'en aérobie)
- ☞ les boues n'ont pas besoin de stabilisation
- ☞ traitement de fortes charges (1 à 30 g/L)
- ☞ production de méthane pour fourniture d'énergie
- ☞ la biomasse peut demeurer sans alimentation en substrat jusqu'à 3 semaines
- ☞ besoins en N, P moindres
- ☞ réduit fortement les pathogènes

Procédés anaérobie vs aérobie: inconvénients

- ☞ temps de séjour important (gros volume de réacteur requis)
- ☞ mauvaises odeurs (H_2S , mercaptans)
- ☞ températures élevées requises ($35^{\circ}C$)
- ☞ sédimentation de la biomasse anaérobie plus difficile que celle des boues activées (surface et coût plus élevés)
- ☞ opération plus sensible aux chocs (charge, pH)
- ☞ pour atteindre une bonne épuration, nécessité d'un traitement aérobie ultérieur
- ☞ ensemencement long (8-12 semaines)
- ☞ risque inhérent au biogaz (incendie explosion)

Modélisation:

- ☞ modèles simples si DBO soluble:
approche similaire aux boues activées
sauf paramètres cinétiques différents:
CSTR, piston, avec ou sans recyclage
(voir exemple en TD)
- ☞ modèle complexes: on distingue les
différents types de biomasse et de
substrat (distinction acéto-génèse et
méthanogénèse)