CÉCS

CONSEIL ÉCONOMIQUE ET COOPÉRATIF DE LA SASKATCHEWAN

PISTES POUR LE DÉVELOPPEMENT DE L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE EN SASKATCHEWAN

INNOVAGRO consultants

CÉCS
CONSEIL ÉCONOMIQUE ET COOPÉRATIF DE LA SASKATCHEWAN

VALORISATION DES BIOGAZ DES SITES D'ENFOUISSEMENT ET PRODUCTIONS EN SERRES

Jean-Marie Niget, agr.

INNOVAGRO consultants

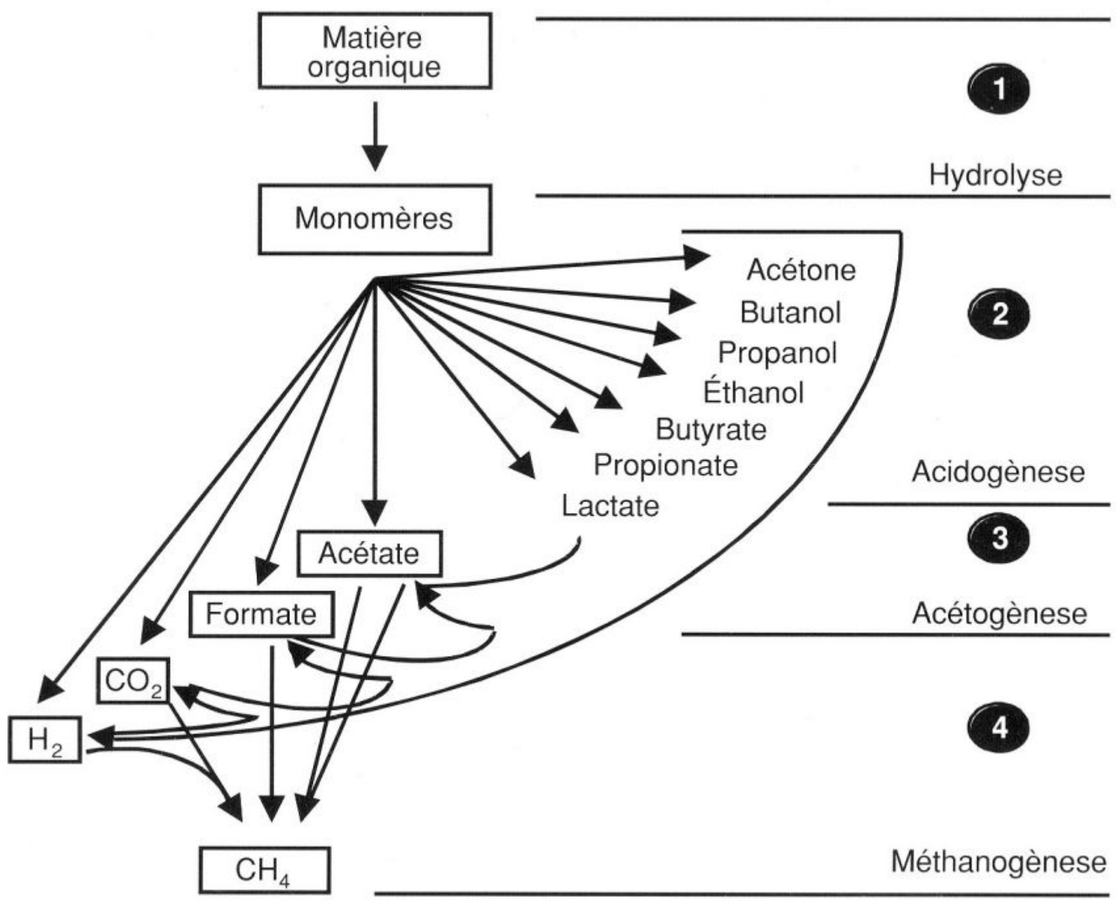
contexte

Saskatchewan : 481 sites d'enfouissement fermés de 100 000 m³ à 500 000 m³ de capacité

Enfouissement des matériaux secs et des matières putrescibles

→ émission de méthane (CH_4) et de dioxyde de carbone (CO_2) dans l'atmosphère

LET = digestion anaérobie



bactéries type 1

fractionnement des macromolécules organiques → monomères

bactéries type 2

conversion des monomères en alcools, en acides organiques, en H_2 et en CO_2

bactéries type 3

conversion en acétate, en H_2 et en CO_2

bactéries type 4

minéralisation → méthane CH_4 = biogaz

dynamique de la production de biogaz

méthane en tonnes métriques par année et en m³ par année

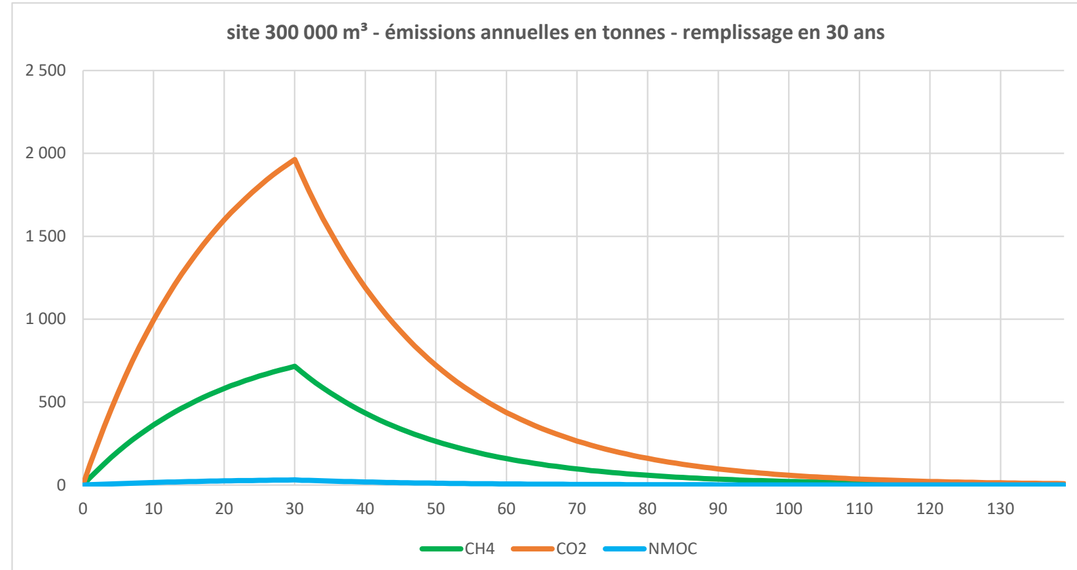
CO2 en tonnes métriques par années

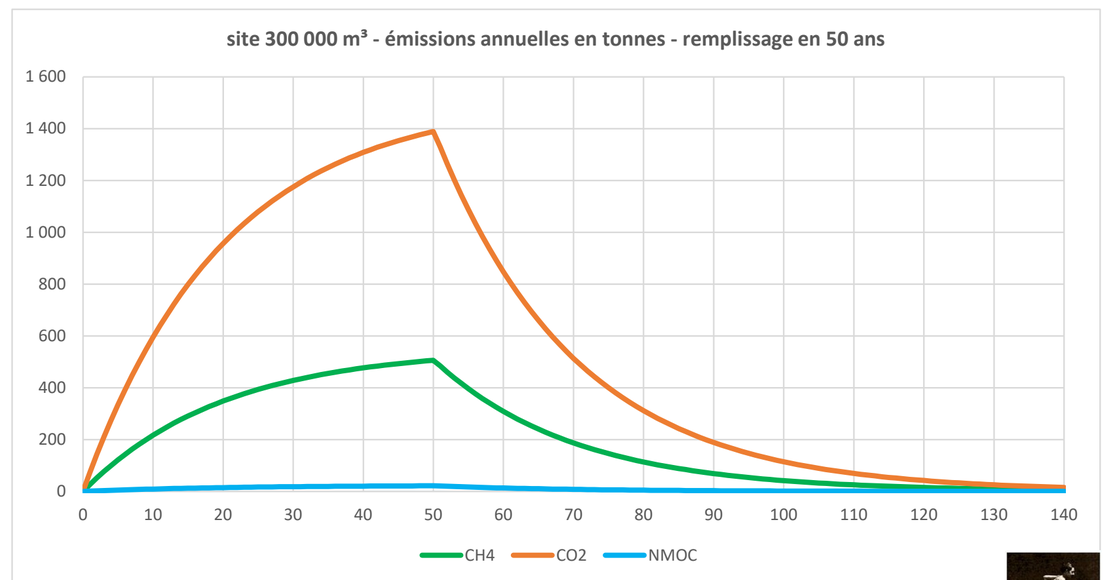
composés organiques autres que le méthane (NMOC) en tonnes métriques par année

anné 0 = début de remplissage du site

remplissage en

	30 ans				40 ans				50 ans			
	tonnes / année			m³/année	tonnes / année			m³/année	tonnes / année			m³/année
année	CH4	CO2	NMOC	CH4	CH4	CO2	NMOC	CH4	CH4	CO2	NMOC	CH4
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	45	123	2	67 325	34	92	1	50 494	27	74	1	40 312
2	88	240	4	131 367	66	180	3	98 525	52	144	2	78 658
3	128	352	6	192 285	96	264	4	144 214	77	211	3	115 134
4	167	458	7	250 232	125	344	5	187 674	100	274	4	149 830
5	204	559	9	305 353	153	419	7	229 015	122	335	5	182 835
6	239	655	10	357 786	179	491	8	268 340	143	392	6	214 230
7	272	746	12	407 662	204	560	9	305 746	163	447	7	244 094
8	304	833	13	455 105	228	625	10	341 329	182	499	8	272 501
9	334	916	14	500 235	250	687	11	375 176	200	548	9	299 523
10	362	994	16	543 163	272	746	12	407 372	217	595	9	325 227
11	390	1 069	17	583 998	292	802	13	437 998	233	640	10	349 678
12	416	1 140	18	622 841	312	855	13	467 131	249	683	11	372 936
13	440	1 208	19	659 790	330	906	14	494 842	264	723	11	395 059
14	464	1 272	20	694 936	348	954	15	521 202	278	762	12	416 104
15	486	1 333	21	728 369	364	1 000	16	546 277	291	798	13	436 122
16	507	1 391	22	760 171	380	1 044	16	570 128	304	833	13	455 164
17	527	1 447	23	790 422	395	1 085	17	592 817	316	866	14	473 278
18	547	1 500	23	819 198	410	1 125	18	614 399	327	898	14	490 508
19	565	1 550	24	846 571	424	1 162	18	634 928	338	928	15	506 897
20	582	1 597	25	872 608	437	1 198	19	654 456	349	956	15	522 487
21	599	1 643	26	897 375	449	1 232	19	673 032	358	984	15	537 317
22	614	1 686	26	920 935	461	1 264	20	690 701	368	1 009	16	551 424
23	629	1 727	27	943 346	472	1 295	20	707 509	377	1 034	16	564 843
24	644	1 766	28	964 663	483	1 324	21	723 497	385	1 057	17	577 607
25	657	1 803	28	984 941	493	1 352	21	738 706	393	1 080	17	589 749

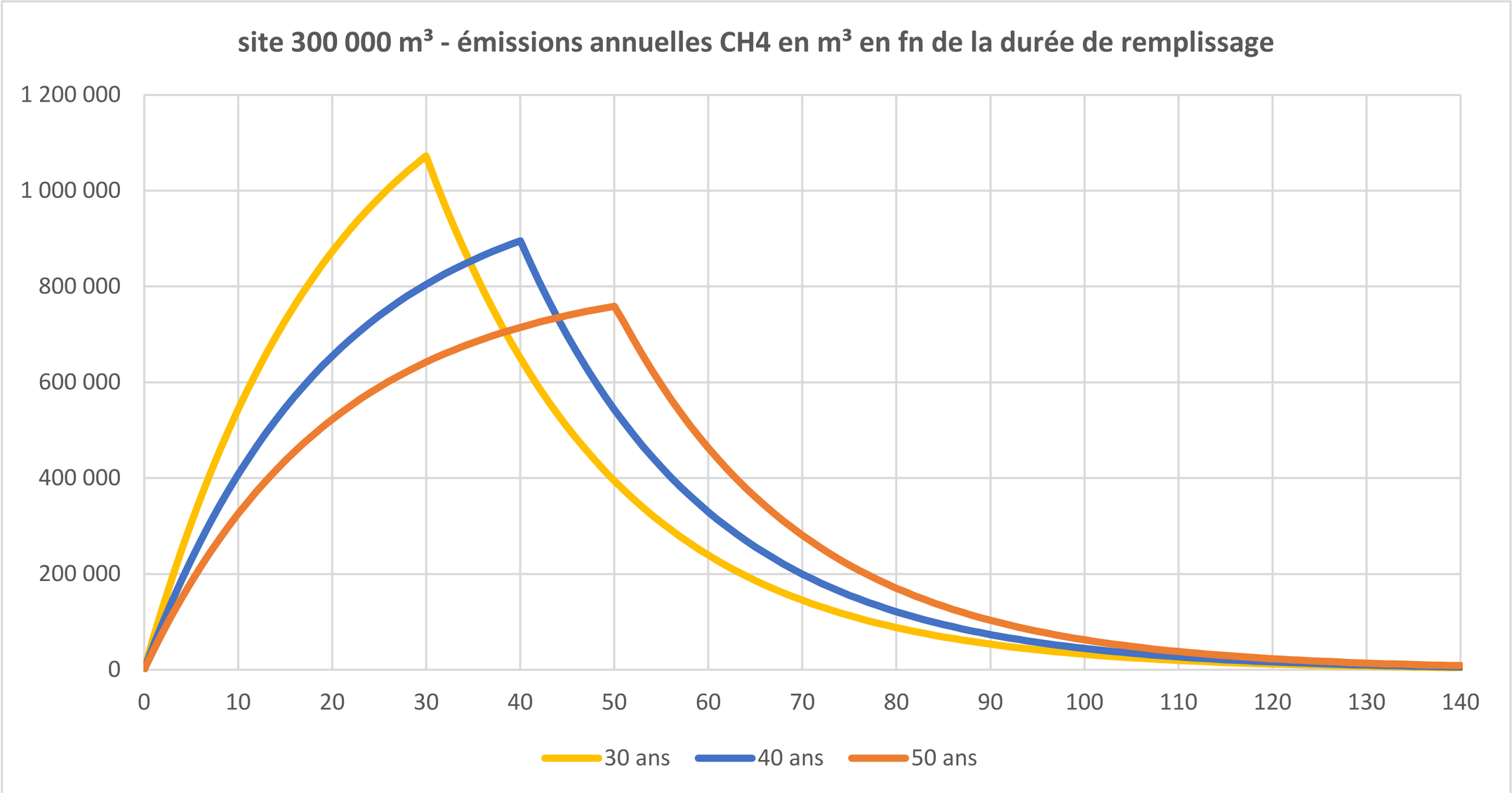




LET 300 000 m³ rempli en 30 ans, 40 ans ou 50 ans

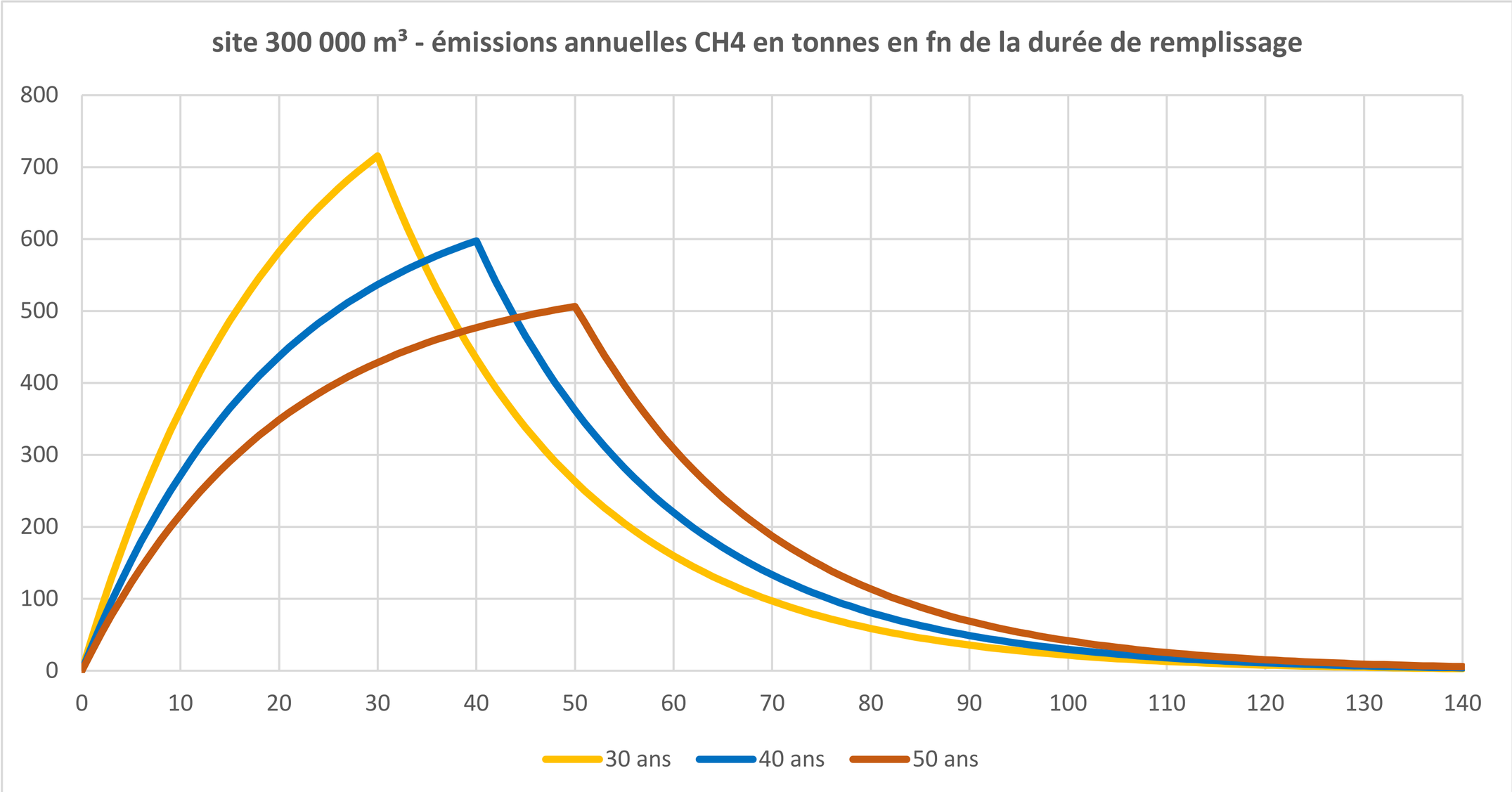
LandGEM - Landfill Gas Emissions Model, Version 3.02
U.S. Environmental Protection Agency

dynamique de la production de biogaz



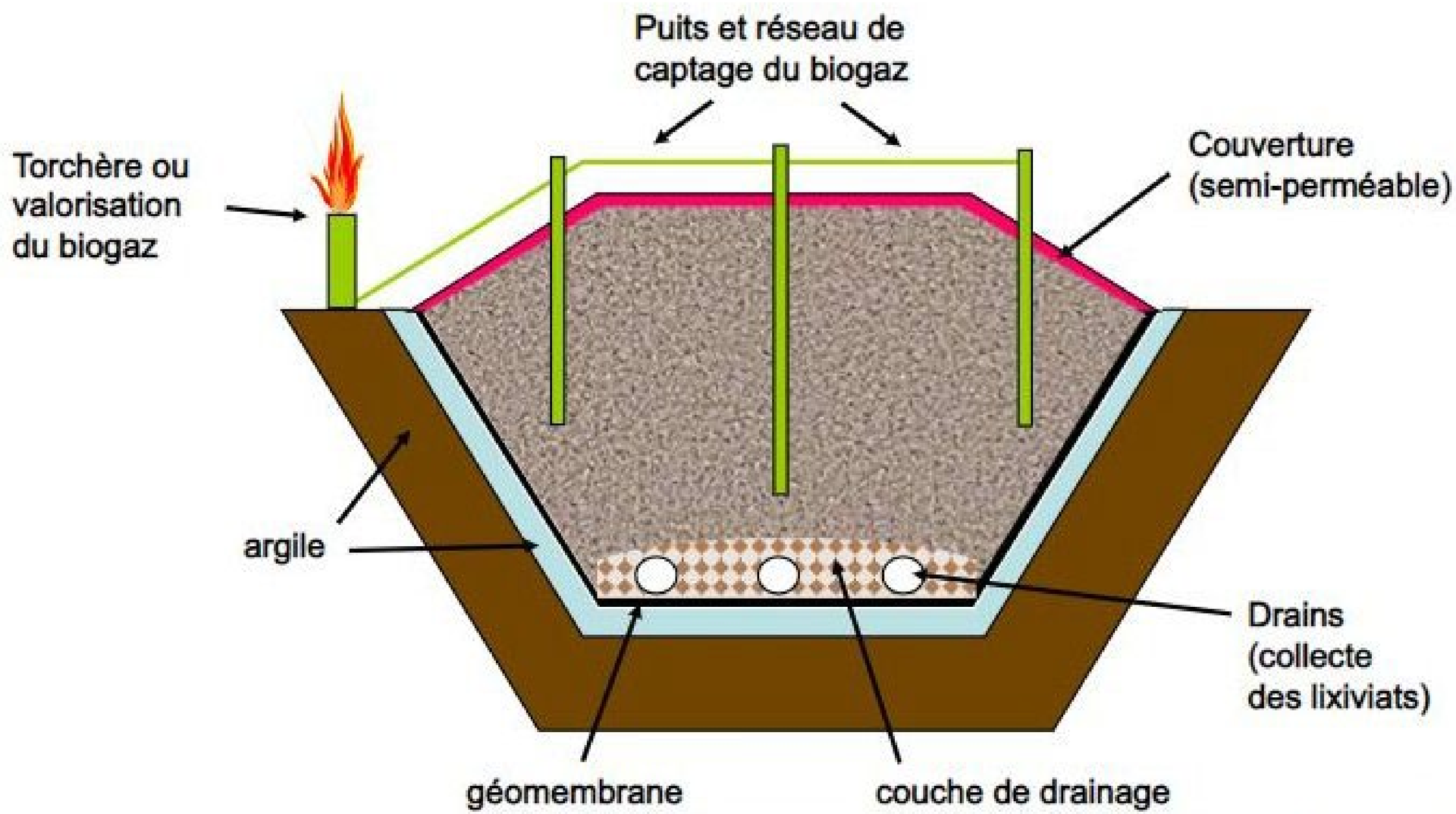
LET 300 000 m³ = émission de CH_4 pour un remplissage en 30 ans, 40 ans ou 50 ans

dynamique de la production de biogaz

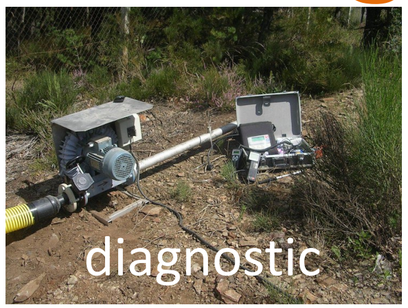


LET 300 000 m³ = émission de CH_4 pour un remplissage en 30 ans, 40 ans ou 50 ans

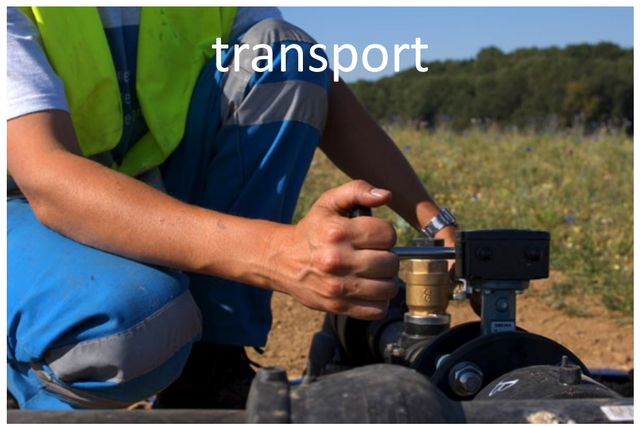
captage du biogaz - principe



captage du biogaz - pratique

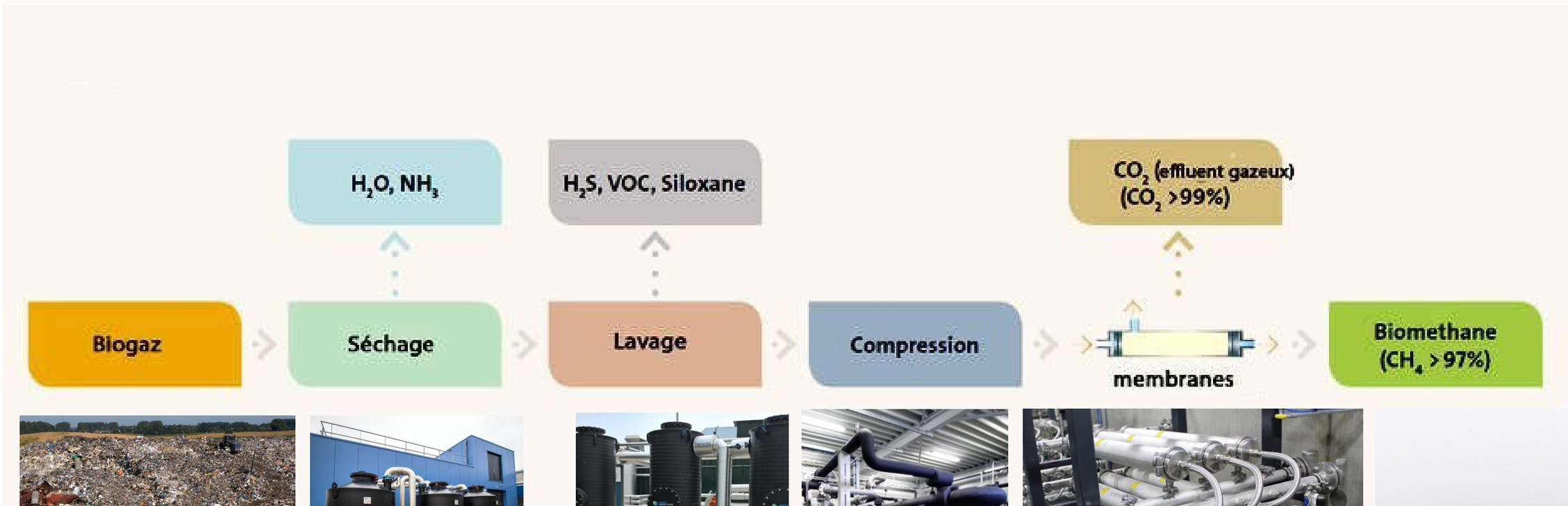


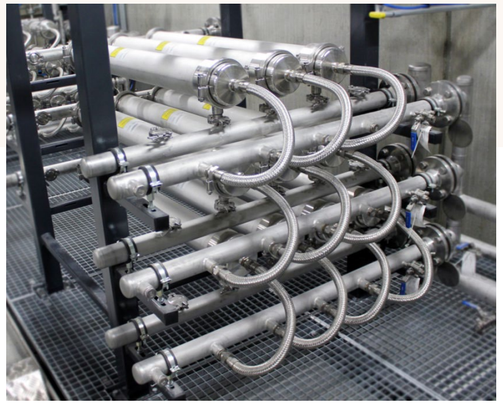
tête de puits



→ vers
le centre de
traitement

purification du biogaz





valorisation du biogaz – chauffage serres

chauffage de complexes serricoles commerciaux

biométhane en remplacement du gaz naturel et autres combustibles non renouvelables

valorisation du biogaz – chauffage serres

biométhane en remplacement du gaz naturel et autres combustibles non renouvelables – adaptations mineures d'équipements standards de chauffage

valorisation du biogaz – chauffage serres

combustion du méthane à 25°c	39,77 MJ/m³
	55,53 MJ/kg
	55,53 GJ/tonne

serres en productions chaudes	
chauffage	14 000 GJ/an
pour	10 000 m²

LET 300 000 m³

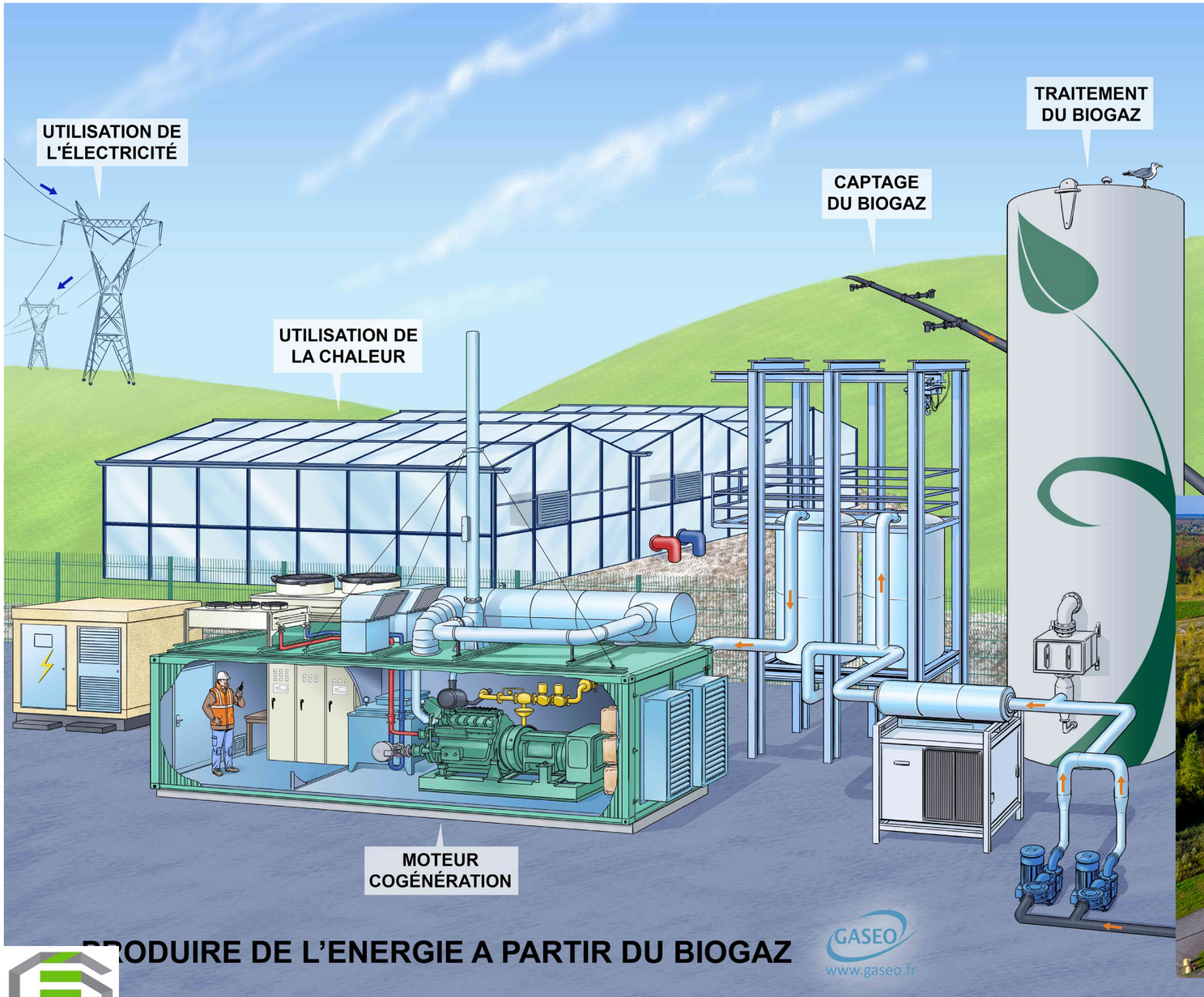
	remplissage du site en -- années			remplissage du site en -- années			remplissage du site en -- années		
	30	40	50	30	40	50	30	40	50
année	CH4 t/an	CH4 t/an	CH4 t/an	GJ/an	GJ/an	GJ/an	m² serres	m² serres	m² serres
5	204	153	122	11 312	8 484	6 773	8 080	6 060	4 838
10	362	272	217	20 122	15 092	12 049	14 373	10 780	8 606
15	486	364	798	26 984	20 238	44 331	19 274	14 456	31 665
20	582	437	349	32 327	24 245	19 356	23 091	17 318	13 826
25	657	493	393	36 489	27 367	21 848	26 063	19 548	15 606
30	715	537	428	39 730	29 797	23 789	28 379	21 284	16 992
35	530	571	456	29 433	31 691	25 300	21 023	22 636	18 072
40	434	597	477	24 097	33 165	26 477	17 212	23 689	18 912
45	338	465	493	18 767	25 829	27 394	13 405	18 449	19 567
50	263	362	506	14 616	20 116	28 108	10 440	14 368	20 077
55	205	282	396	11 383	15 666	22 017	8 131	11 190	15 726
60	160	220	309	8 865	12 201	17 146	6 332	8 715	12 247
65	124	171	240	6 904	9 502	13 354	4 931	6 787	9 538
70	97	133	187	5 377	7 400	10 400	3 841	5 286	7 428
75	75	104	146	4 188	5 763	8 099	2 991	4 117	5 785
80	59	81	88	3 261	4 488	4 913	2 329	3 206	3 509
85	46	63	88	2 540	3 496	4 913	1 814	2 497	3 509
90	36	49	69	1 978	2 722	3 826	1 413	1 945	2 733
95	28	38	54	1 540	2 120	2 980	1 100	1 514	2 128
100	22	30	42	1 200	1 651	2 321	857	1 179	1 658
105	17	23	33	934	1 286	1 807	667	919	1 291
110	13	18	25	728	1 001	1 407	520	715	1 005
115	10	14	20	567	780	1 096	405	557	783
120	8	11	15	441	607	854	315	434	610
125	6	9	12	344	473	665	246	338	475
130	5	7	9	268	368	518	191	263	370
135	4	5	7	208	287	403	149	205	288
140	3	4	6	162	223	314	116	160	224

25 000 m² de serres
6,2 acres
produisant par an
2 500 t de concombres
ou
2 250 t de tomates
ou
800 t de poivrons
ou
2 200 t de haricots verts
combinaisons possibles de plusieurs productions

valorisation du biogaz – chauffage serres

production alimentaire locale
circuits courts
autonomie alimentaire

double valorisation du biogaz



centrale de cogénération au biogaz

→ énergie thermique (eau chaude 80°c)

→ électricité

valorisations du biogaz
coûts d'investissement et de production

LET	**300 000 m³**		
CH4	**700 000 m³/an**	39,77	MJ/m³
		0,03977	GJ/m³
		27 839	GJ/an

INVESTISSEMENT

comprend : ingénierie, génie civil, purification du biogaz incluant transport, mise en route, absorbant, thermal oxydiser, raccordement à la torchère, électricité et instruments, contrôle et bâtiment électrique, tuyauterie interconnectrice, bâtiment technique, imprévus & contingences.

investissement avant subventions

$ inv.	**2 700 145 $**	
captage	10%	270 015 $
purification	70%	1 890 102 $
compression	20%	540 029 $

possibilité de vente de crédit d'émission TeqCO2 non prise en compte

revenu brut	27 839	GJ/an
à	12,00 $	/ GJ
	334 068 $	**/an**

PRODUCTION

comprend : coût d'électrité, main d'œuvre régulière et fin de semaine main d'œuvre spécialisée, produit chimique et H2S + PSA produits pour abattement des COV et siloxanes, bris divers, imprévus et frais contingents (assurances, comptabilité, ministère, ingénieur)

frais variables et frais fixes **159 250 $ / an**

marge nette **174 818 $ /an**
avant amortissements et frais financiers

LET 300 000 m³

valorisations du biogaz
crédits d'émission

possibilité de vente de crédit d'émission TeqCO2
non prise en compte

PRP du CO2	1			
PRP du biométhane	**25**	**émission annuelle de**	**700 000 m³ de biométhane**	
		ou	470 tonnes de biométhane	
		équivalent à		
		émission annuelle de	**11 750**	**tonnes de CO2**
		combustion annuelle de biométhane (ex : chauffage)	700 000	m³ de biométhane
		émissions annuelles en TeqCO2 (1,889 kgeqCO2/m³)	**1 322**	**TeqCO2**

émissions annuelles évitées	**10 428**	**TeqCO2**
à	**50,00 $**	**/ TeqCO2 en 2022**
soit	**521 385 $**	**de revenu de vente**
		de crédits d'émission

LET 300 000 m³

CÉCS
CONSEIL ÉCONOMIQUE ET COOPÉRATIF DE LA SASKATCHEWAN

VALORISATION DES BIOGAZ DES SITES D'ENFOUISSEMENT ET PRODUCTIONS EN SERRES

Jean-Marie Niget, agr.

QUESTIONS ?

INNOVAGRO consultants