Tierce expertise « gaz de sol » Stockage géologique de CO_2 de Rousse (64)

hugues.preudhomme@univ-pau.fr

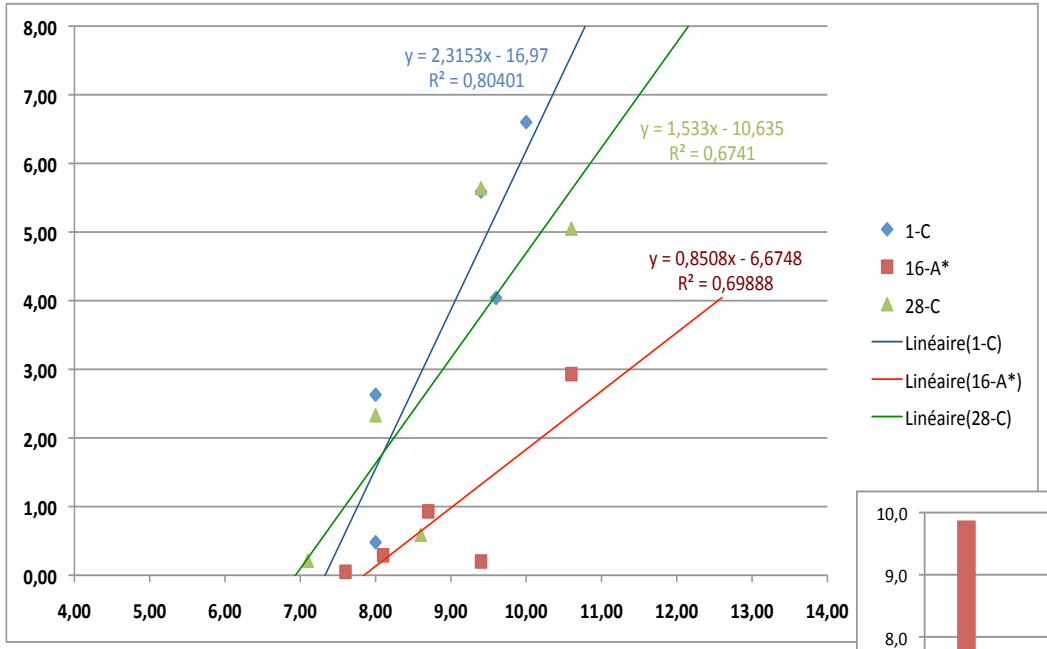
Teneur CO_2 (sep.08-mar.13)

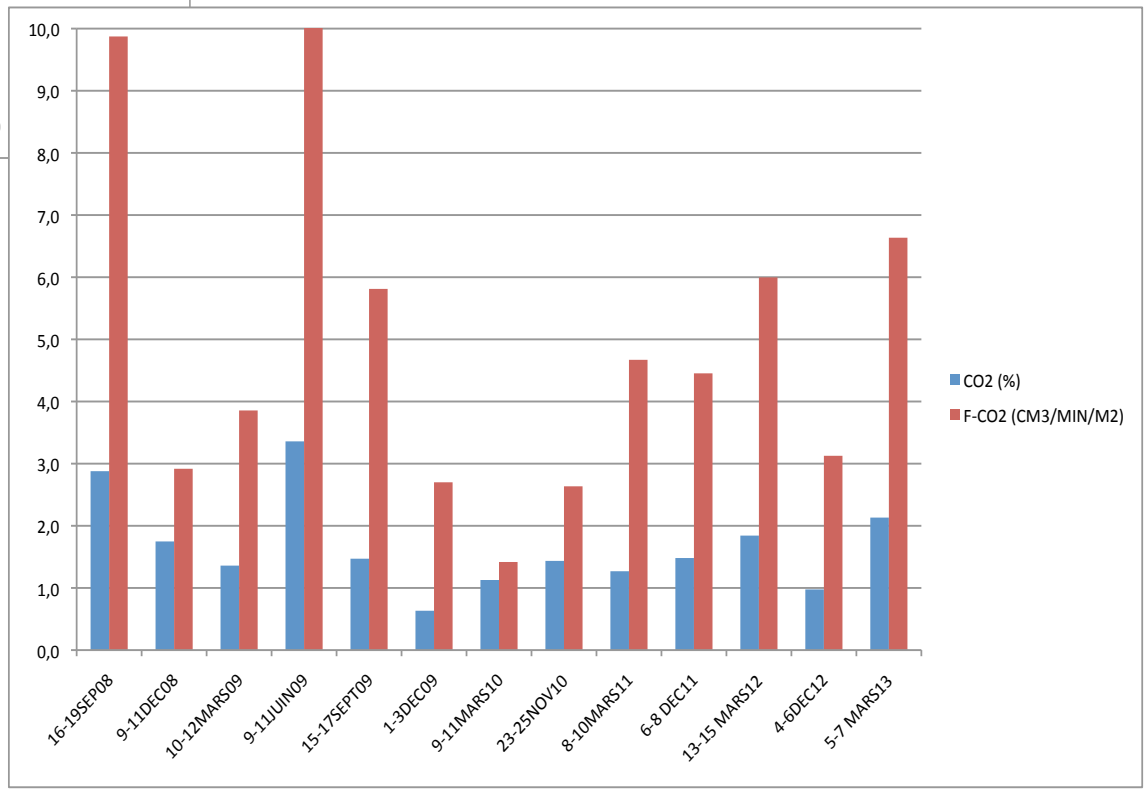
	16-19SEP08	9-11DEC08	0-12MARS0	9-11JUIN09	15-17SEPT0	1-3DEC09	9-11MARS10	23-25NOV10	8-10MARS11	6-8 DEC11	13-15 MARS12	4-6DEC12	5-7 MARS13				
	CO_2 (%)	CO_2 (%)	CO_2 (%)	CO_2 (%)	CO_2 (%)	CO_2 (%)	CO_2 (%)	CO_2 (%)	CO_2 (%)	CO_2 (%)	CO_2 (%)	CO_2 (%)	CO_2 (%)	moy	σ	moy dec	σ dec
		9,40				*8,00*		*9,60*		*10,00*		*8,00*					
1-C	**5,50**	**5,59**	5,07	9,74	3,38	2,63	6,67	4,04	1,84	**6,6**	3,7	0,48	2,53	4,44	**2,45**	3,83	**2,79**
2-D	0,15	2,00	0,31	0,65	1,17	1,92	0,09	0,08	0,03	0,03	0,03	**6,6**	2,98	1,23	**1,88**	2,64	**2,79**
3-A	4,29	2,28	1,49	0,78	2,49	0,69	0,04	0,16	1,73	0,11	2,9	0,28	0,07	1,33	1,34	0,84	0,99
4-B	0,46	2,94	0,03	0,16	0,85	0,05	0,09	0,04	1,08	0,78	0,08	0,24	0,07	0,53	0,81	1,00	1,33
5-B	2,02	0,41	0,69	0,16	0,41	1,01	1,01	1,72	1,00	0,88	0,53	1	2,25	1,01	0,64	0,83	0,28
6-C	0,03	0,13	0,06	0,32	1,29	0,05	1,73	0,09	0,51	0,1	0,3	0,05	0,03	0,36	0,54	0,08	0,04
7-B	2,65	4,72	0,27	6,56	0,17	0,17	0,25	1,44	1,98	0,39	3,4	0,66	3,91	2,04	2,07	1,49	**2,17**
8-A	1,25	0,09	1,20	3,29	0,66	0,32	0,29	0,04	1,48	0,16	0,4	0,09	1,37	0,82	0,91	0,17	0,11
9-A*	1,77	0,17	0,29	0,23	0,77	0,05	0,13	0,20	0,85	0,08	4	0,09	0,11	0,67	1,11	0,10	0,05
10-C	0,22	0,69	1,95	2,76	0,72	0,97	1,85	0,65	1,75	2,04	0,2	0,83	0,94	1,20	0,79	1,13	0,62
11-C*	1,65	0,21	0,08	0,29	0,72	0,90	0,73	0,96	1,32	0,43	1,32	0,28	1,93	0,83	0,59	0,46	0,31
12-A*	2,65	1,36	1,20	1,76	1,53	0,41	1,73	1,48	1,51	1,78	3,5	1,76	1,37	1,70	0,73	1,33	0,64
13-A	3,21	2,13	1,51	1,29	1,27	0,37	1,41	1,32	1,37	2,48	1,7	0,33	2,92	1,64	0,86	1,33	1,14
14-A	2,51	1,65	0,28	2,59	0,66	0,53	3,81	1,09	0,59	0,08	1,5	1,59	4,15	1,62	1,31	0,96	0,78
15-A*	4,26	1,53	1,13	3,76	1,30	0,09	0,29	1,44	1,40	2,61	1,18	0,96	0,71	1,59	1,24	1,30	1,06
16-A*	4,01	0,93	3,49	1,62	1,08	0,05	0,61	0,20	2,27	2,93	2,25	0,29	1,14	1,61	1,29	1,05	1,31
17-D	2,82	3,73	0,05	0,16	3,45	3,33	0,85	0,08	2,85	0,28	1,68	0,29	3,4	1,77	1,52	1,91	**1,88**
18-B	**6,91**	0,13	0,03	7,16	2,34	0,05	0,13	**6,20**	0,40	0,04	0,48	**8,5**	**5,53**	2,92	**3,36**	2,18	**4,21**
19-C	3,45	0,89	1,76	3,31	1,54	0,29	0,77	1,32	0,10	1,73	2,4	1,72	3,4	1,74	1,13	1,16	0,70
20-B	1,86	2,05	2,76	0,84	0,69	0,29	2,81	1,60	2,45	0,53	3,08	0,15	3,4	1,73	1,13	0,76	0,88
21-C	3,81	4,76	0,93	3,18	1,97	1,21	0,53	3,99	2,74	1,68	1,55	1,24	1,81	2,26	1,32	2,22	1,71
22-B	2,10	0,13	0,08	0,97	0,93	0,12	0,04	1,40	0,03	0,5	0,71	0,1	0,07	0,55	0,65	0,21	0,19
24-D*	**8,95**	3,08	2,62	11,89	2,57	0,21	1,60	3,90	1,70	**10**	5,01	0,34	4,1	4,31	**3,72**	3,41	**4,59**
25-A*	**10,40**	4,60	7,20	10,65	7,40	0,13	0,17	4,57	0,58	0,16	**6,22**	0,38	3,11	4,27	**3,89**	1,32	**2,19**
26-B	2,82	2,05	1,34	2,85	2,03	0,49	0,29	1,52	0,67	2,31	1,36	1,48	1,37	1,58	0,81	1,58	0,81
27-C	1,35	0,12	0,13	8,75	1,17	0,13	0,05	2,42	1,62	0,5	2	1,8	3	1,77	2,31	0,64	0,79
28-C	**6,30**	**5,64**	1,27	6,96	1,73	2,33	1,28	0,59	2,15	**5,05**	4,63	0,21	5,29	3,34	**2,35**	3,31	**2,52**
29-A	0,27	0,17	0,05	0,16	0,13	0,17	0,05	0,05	0,08	0,08	0,08	0,14	0,07	0,12	0,07	0,14	0,04
30-C	2,95	3,69	0,85	5,16	1,86	0,21	0,93	2,19	0,46	2,32	0,96	0,29	4,34	2,02	1,62	1,63	1,69
31-B	3,85	0,29	6,97	8,22	1,20	0,69	5,72	2,20	4,21	1,7	3,57	0,3	2,41	3,18	2,56	0,75	0,66
32-C	2,03	0,93	0,40	3,43	0,69	1,48	0,09	1,01	1,98	1,5	0,44	0,19	2,8	1,31	1,03	1,03	0,62
33-C	0,67	0,13	0,60	3,82	0,69	0,09	0,33	0,32	0,11	0,19	1,23	0,1	1,73	0,77	1,04	0,13	0,05
34-C	0,66	0,13	0,08	0,49	0,55	0,05	1,89	0,33	0,20	0,16	0,15	0,19	0,07	0,38	0,49	0,13	0,06
35-B*	0,05	0,09	0,05	0,23	0,59	0,05	0,09	0,16	0,10	0,16	0,1	0,24	0,11	0,16	0,14	0,14	0,08

Flux CO_2 (sep.08-mar.13)

16-19SEP08	9-11DEC08	10-12MARS0	9-11JUIN09	15-17SEP09	01-03DEC09	9-11MAR10	23-25NOV10	8-10 MARS11	6-8 DEC11	13-15 MARS	4-6 DEC12	5-7 MARS13				
F-CO_2 (CM^3/MIN /M^2)	**F-CO_2** CM^3/MIN/M^2	**F-CO_2** CM^3/MIN/ M^2	**F-CO_2** CM^3/MIN/ M^2	**F-CO_2** CM^3/MIN/ M^2	**F-CO_2** CM^3/MIN/M^2	**F-CO_2** CM^3/MIN/ M^2	**F-CO_2** CM^3/MIN/ M^2	**F-CO_2** CM^3/MIN/ M^2	**F-CO_2** CM^3/MIN/M^2	**F-CO_2** CM^3/MIN/ M^2	**F-CO_2** CM^3/MIN/M^2	**F-CO_2** CM^3/MIN/ M^2	**moy**	**σ**	**moy dec**	**σ dec**
	9,6				*5,3*		*5,3*		*7,6*		*8,1*					
6,2	2,3	1,5	6,6	6,5	1,6	3,5	2,3	5,6	2,5	5,3	2,4	**8,6**	4,22	2,34	2,20	0,41
1,8	2,2	0,0	7,1	1,4	0,5	0,4	0,0	3,4	3,2	**7,4**	1,6	**8,9**	2,92	3,01	1,88	1,13
4,7	2,2	1,4	**9,3**	**12,5**	1,9	2,1	2,3	5,7	3,7	4,0	4,9	**9,0**	4,90	3,42	3,18	1,39
14,2	3,3	3,0	**10,5**	**7,8**	1,5	2,9	3,0	4,5	4,3	5,7	3,1	4,8	5,28	3,58	3,05	1,16
5,9	2,9	2,1	2,8	6,0	1,6	2,3	0,2	0,4	4,6	**7,7**	3,8	7,3	3,66	2,47	3,23	1,29
6,3	2,5	6,1	**17,5**	3,2	3,4	1,0	4,1	5,0	6,5	6,2	2,5	5,6	5,38	4,05	3,73	**1,90**
8,8	1,7	5,2	**11,9**	2,6	4,1	1,2	2,2	4,1	3,2	3,8	2,0	6,5	4,41	3,08	2,75	1,11
11,7	2,9	**11,3**	**14,6**	5,0	2,9	1,1	6,1	7,0	5,3	**7,9**	2,9	7,2	6,61	3,98	3,50	1,20
7,2	4,7	4,2	**20,9**	5,1	2,6	0,1	3,7	7,0	3,8	**7,8**	3,2	4,8	5,78	**4,99**	3,58	0,90
6,9	2,6	4,4	**8,1**	3,7	3,2	1,6	2,7	4,9	3,5	4,4	4,2	3,9	4,16	1,74	3,38	0,67
9,3	0,0	3,6	**19,7**	4,1	2,6	2,0	2,4	6,2	4,7	3,8	5,6	4,1	5,24	**4,89**	3,23	**2,49**
20,5	1,5	**7,6**	**16,4**	4,9	3,4	3,5	3,4	6,6	**10,4**	**12,4**	4,8	**7,5**	7,92	**5,62**	5,03	**3,83**
13,0	5,3	5,0	**9,7**	6,4	3,1	2,5	4,9	4,5	3,8	4,1	3,5	4,0	5,37	2,92	3,93	0,96
9,3	1,6	7,1	**11,3**	4,0	2,2	0,0	1,5	5,7	3,5	**7,9**	2,1	4,7	4,68	3,40	2,35	0,81
17,9	2,2	0,9	**16,0**	3,9	4,5	1,1	2,6	4,8	6,0	**7,7**	4,3	6,4	6,02	**5,26**	4,25	**1,56**
16,5	1,1	2,6	**9,7**	**8,4**	1,1	0,0	1,6	1,4	4,3	7,2	3,1	6,6	4,89	**4,68**	2,40	**1,58**
8,9	0,8	3,4	**8,8**	5,1	1,7	0,0	2,2	3,6	**8,0**	2,1	1,7	4,2	3,88	3,00	3,05	**3,33**
5,4	0,5	3,5	**8,8**	4,2	1,8	0,7	2,3	2,8	3,4	3,6	0,9	4,1	3,23	2,24	1,65	1,29
6,5	3,2	4,4	**12,1**	5,3	4,9	2,3	4,4	2,9	3,9	4,7	2,6	4,8	4,77	2,50	3,65	0,99
5,9	2,4	4,4	**13,0**	2,7	3,1	0,8	3,9	2,1	3,2	2,5	2,1	3,9	3,85	3,03	2,70	**0,54**
19,3	**8,7**	**8,5**	**16,4**	**10,5**	**8,6**	5,2	**10,3**	**7,4**	**9,0**	**7,6**	5,9	**8,0**	9,65	3,97	8,05	1,44
9,4	3,7	2,9	6,9	2,7	1,6	0,9	1,2	1,7	2,1	1,7	1,1	3,6	3,04	2,49	2,13	1,13
15,8	5,4	3,7	**13,0**	**9,4**	**5,2**	1,2	3,3	4,2	2,3	4,2	3,1	2,7	5,65	**4,39**	4,00	**1,54**
10,6	5,5	7,0	**11,4**	**7,7**	2,3	2,1	3,3	5,4	4,1	5,3	2,4	**17,4**	6,50	**4,42**	3,58	**1,53**
5,6	2,7	2,5	6,9	3,0	2,1	0,9	2,6	1,6	2,4	0,9	2,0	2,8	2,77	1,70	2,30	0,32
5,9	2,9	4,2	5,9	3,9	1,4	1,6	3,2	3,2	2,9	2,5	1,6	3,0	3,25	1,45	2,20	0,81
9,3	2,2	1,0	**15,2**	5,9	1,4	1,6	4,1	3,6	5,9	**9,0**	4,6	**8,1**	5,53	4,06	3,53	**2,09**
9,0	3,6	2,7	**9,7**	**10,8**	1,6	0,6	1,3	4,8	3,9	6,4	2,0	5,6	4,77	3,36	2,78	1,14
9,9	3,4	1,2	**13,2**	3,4	4,6	0,2	3,6	6,7	4,3	6,9	6,3	**8,5**	5,55	3,57	4,65	1,21
10,5	2,7	2,4	**10,4**	4,3	2,4	1,3	0,0	5,6	6,1	6,8	4,2	**10,8**	5,19	3,61	3,85	**1,69**
10,3	2,5	3,7	**8,3**	**7,7**	1,5	0,7	0,0	3,7	4,4	**9,0**	3,3	**9,0**	4,93	3,50	2,93	1,23
7,1	3,4	2,4	3,8	3,4	2,4	0	0	6,7	3,1	7,3	2,4	**8,0**	3,85	2,66	2,83	0,51
12,4	3,6	4,5	**11,5**	**10,2**	2,5	1,8	0,9	**8,6**	5,6	**11,5**	3,6	**11,0**	6,75	4,22	3,83	1,29
13,7	3,0	2,7	**14,1**	**11,9**	2,5	1	0	**7,4**	3,5	**8,6**	2,5	**10,2**	6,24	**4,97**	2,88	0,48

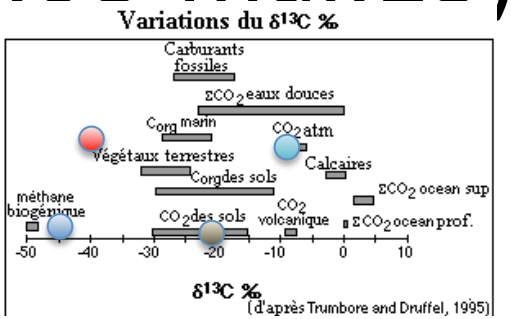
Couplage teneur CO_2 /saison-température

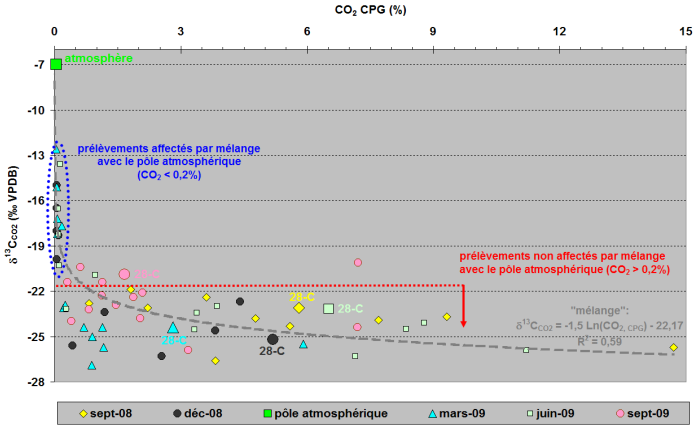




$\delta^{13}C$ CO_2 (sep.08-mar.13)

$$\delta^{13}C = \left(\frac{\left(\frac{^{13}C}{^{12}C}\right)_{Échantillon} - \left(\frac{^{13}C}{^{12}C}\right)_{PDB}}{\left(\frac{^{13}C}{^{12}C}\right)_{PDB}} \right) * 1000$$





	δ13C °/∞	δ13C °/∞	δ13C °/∞	δ13C °/∞	δ13C °/∞	δ13C °/∞	δ13C °/∞	δ13C °/∞	δ13C °/∞	δ13C °/∞	δ13C °/∞	δ13C °/∞	δ13C °/∞	moy	σ		
1-C	-23,8					-25,5	-26,7	-25,2	-26,5			-24,6	-26,7	-25,57	**1,13**	-25,05	0,64
2-D			-23,1							-12,9			-26,8	-20,93	**7,20**	-12,90	
3-A			-26,9											-26,90			
4-B			-12,6	-18,2	-20,4					-19,2				-17,60	3,45	-19,20	
5-B	-21,9				-21,4	-25,4								-22,90	2,18	-25,40	
6-A	-23,9		-15,1	-13,6	-21,4		-23,7							-19,54	4,87		
7-B		-24,6				-20,7			-25,0			-24,5		-23,70	2,01	-23,27	2,22
8-C	-22,8	-25,6							-26,0					-24,80	1,74	-25,60	
9-A			-17,7	-20,9										-19,30	2,26		
10-C			-25,0							-23,3		-23,6		-23,97	0,91	-23,45	0,21
11-C			-17,2			-15,2			-26,1					-19,50	5,80	-15,20	
12-A	-23,1				-22,3		-24,8			-24,5		-26,3		-24,20	1,56	-25,40	1,27
13-A			-24,3						-24,0	-24,0			-23,6	-23,98	0,29	-24,00	
14-A		-23,4				-22,0	-24,8					-23,5	-25,5	-23,84	1,36	-22,97	0,84
15-A				-23,0		-13,5						-13,7		-16,73	5,43	-13,60	0,14
16-A					-23,2	-13,0	-26,4			-26,1				-22,18	6,28	-19,55	9,26
17-B	-26,6			-20,3	-25,9				-28,0				-28,5	-25,86	3,28		
18-B	-24,3				-23,8									-24,05	**0,35**		
19-C				-24,5	-22,9					-25,0		-24,0		-24,10	0,90	-24,50	0,71
20-B				-16,5	-24,0		-26,4						-26,9	-23,45	4,80		
21-B	-22,4	-22,7				-23,0	-24,3	-22,8	-22,6			-23,2		-23,00	0,63	-22,97	0,25
22-B		-19,9				-13,3		-24,1						-19,10	5,44	-16,60	4,67
23-B			-18,2		-20,1									-19,15	**1,34**		
24-A	-25,7	-26,3		-26,3	-24,4		-26,2	-26,1	-25,8	-26,8		-26,9	-26,7	-26,12	**0,72**	-26,67	0,32
25-A	-23,7			-24,1	-22,1			-23,5						-23,35	**0,87**		
26-B			-25,7							-25,3		-24,7	-25,0	-25,18	0,43	-25,00	0,42
27-C				-24,5		-11,0						-25,5	-27,0	-22,00	7,40	-18,25	10,25
28-C	-23,1	-25,2	-24,4	-23,2	-20,9	-23,6	-24,6		-23,7	-24,2		-22,4	-25,1	-23,67	**1,26**	-23,85	1,17
29-A		-16,5				-14,8								-15,65	1,20	-15,65	1,20
30-C			-24,4		-22,4				-23,3	-24,6			-25,7	-24,08	1,27	-24,60	
31-B			-25,5			-23,1	-24,6	-23,6	-23,9					-24,14	0,93	-23,10	
32-C			-22,9			-24,4		-23,6					-23,4	-23,58	0,62	-24,40	
33-C		-15,0		-23,4						-21,2				-19,87	4,36	-18,10	4,38
34-C		-18,0		-23,2			-24,9	-20,4						-21,63	3,05	-18,00	
35-B		-18,3				-14,2								-16,25	2,90	-16,25	2,90
	16-19SEP08	9-11DEC08	0-12MARS0	9-11JUIN09	5-17SEPT0	1-3DEC09	9-11MARS10	23-25NOV10	8-10MARS11	6-8 DEC11	3-15 MARS12	4-6DEC12	5-7 MARS13			-21,24	2,40

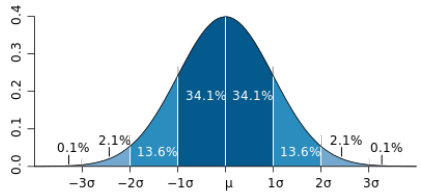
Conclusions et recommandations

- **<u>Couplage d'une mesure directe in-situ et de mesures en laboratoire</u>**

- <u>Seuil-Flux1 :</u> **5,9** $cm^3.min^{-1}.m^{-2}$ (*pour 3 points en simultané avec une mesure au delà du **Seuil-Teneur1** en % du CO_2 dans le sol*) et <u>Seuil-Flux2 :</u> **7,3** $cm^3.min^{-1}.m^{-2}$ (1 point).

- <u>Seuil-Teneur1 :</u> **3,6**% (*pour 3 points en simultané avec une mesure au delà du **Seuil-Flux1** du CO_2 dans le sol*) et <u>Seuil-Teneur2 :</u> **4,7**% (1 point).

- Une contribution négligeable de l'atmosphère pour des teneurs supérieures à 0,5%, le $\delta^{13}C$ fortement négatif du CO_2 injecté (**-39,6 ‰** ; données IFPEN) et une distribution moyenne du CO_2 biogénique à (-25 ‰), une moyenne des mesure sur décembre **2008-13** à (**-21,3‰** ; σ=2,4), nous amène à considérer comme seuil de déclenchement de vigilance $\delta^{13}C$ < (**-26,0** ‰)et d'anomalie $\delta^{13}C$ < (**-28,4** ‰).



Conclusions et recommandations

- Aucun couplage autre que géographique et saisonnier n'a pu être établi entre la mesure et une variabilité quelconque des gaz rares (Rn, Ar et He). Il n'est pas nécessaire de recommander la poursuite de leur monitoring.

- En revanche dans certains échantillons, les mesures réalisées ont mis en évidence quelques fois des teneurs en méthane extrêmement faible mais significatives. L'occurrence de la présence de méthane dans les sols doit continuer à être surveillé, en y ajoutant un facteur seuil de 10 ppm de déclenchement de contrôles supplémentaires(*nouveau prélèvement et analyse sous 1-2 mois et mesure complémentaire du* $\delta^{13}C$ *de* CH_4).

- Le point 23 a été de nombreuses fois noyé. C'est un point qui n'est plus à retenir pour la phase de surveillance post-injection.