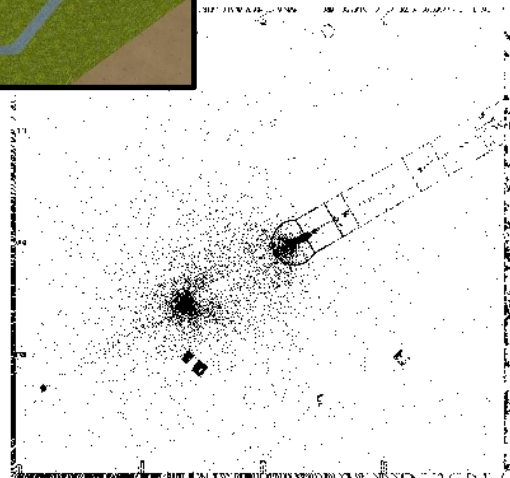
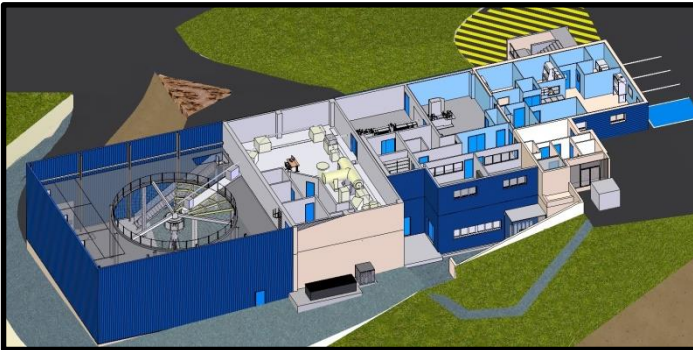




INSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Faire avancer la sûreté nucléaire

EASY PTRAC : LECTURE ET EXPLOITATION DU PTRAC DE MCNP



LARD le 13/10/2016

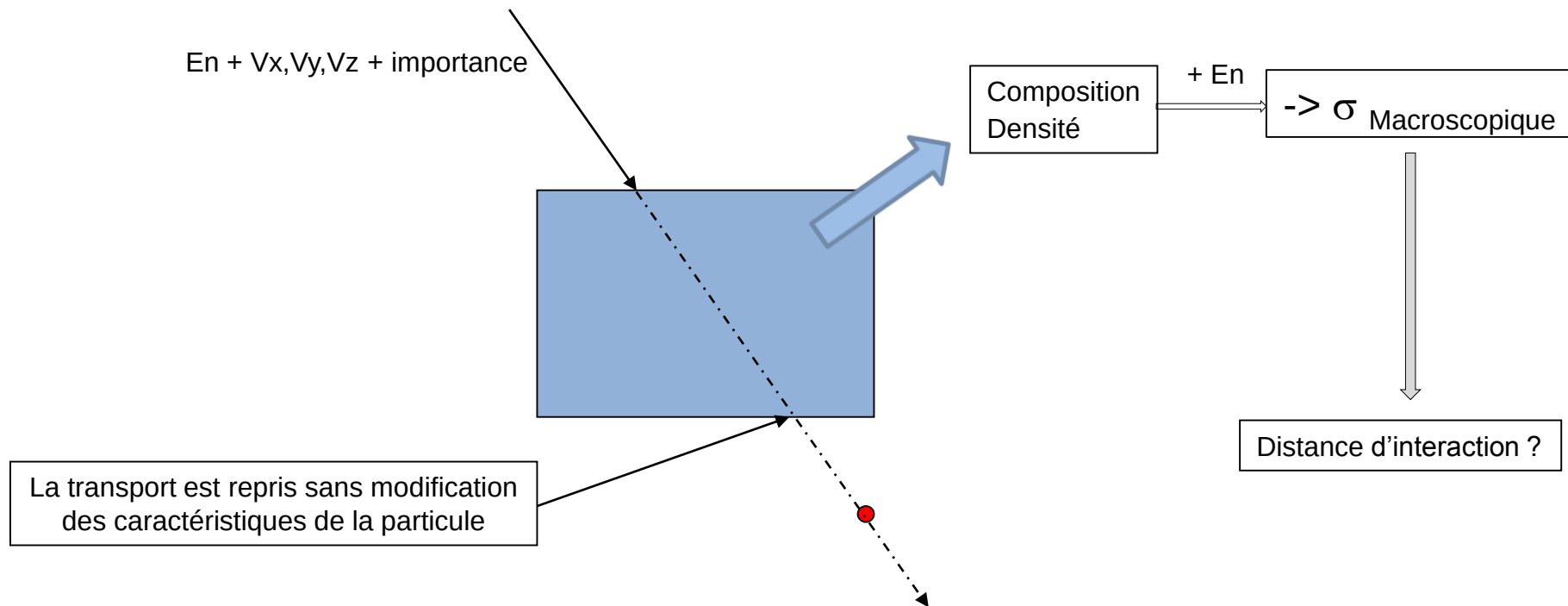
Besançons

Michaël PETIT

IRSN/LMDN (Cadarache)

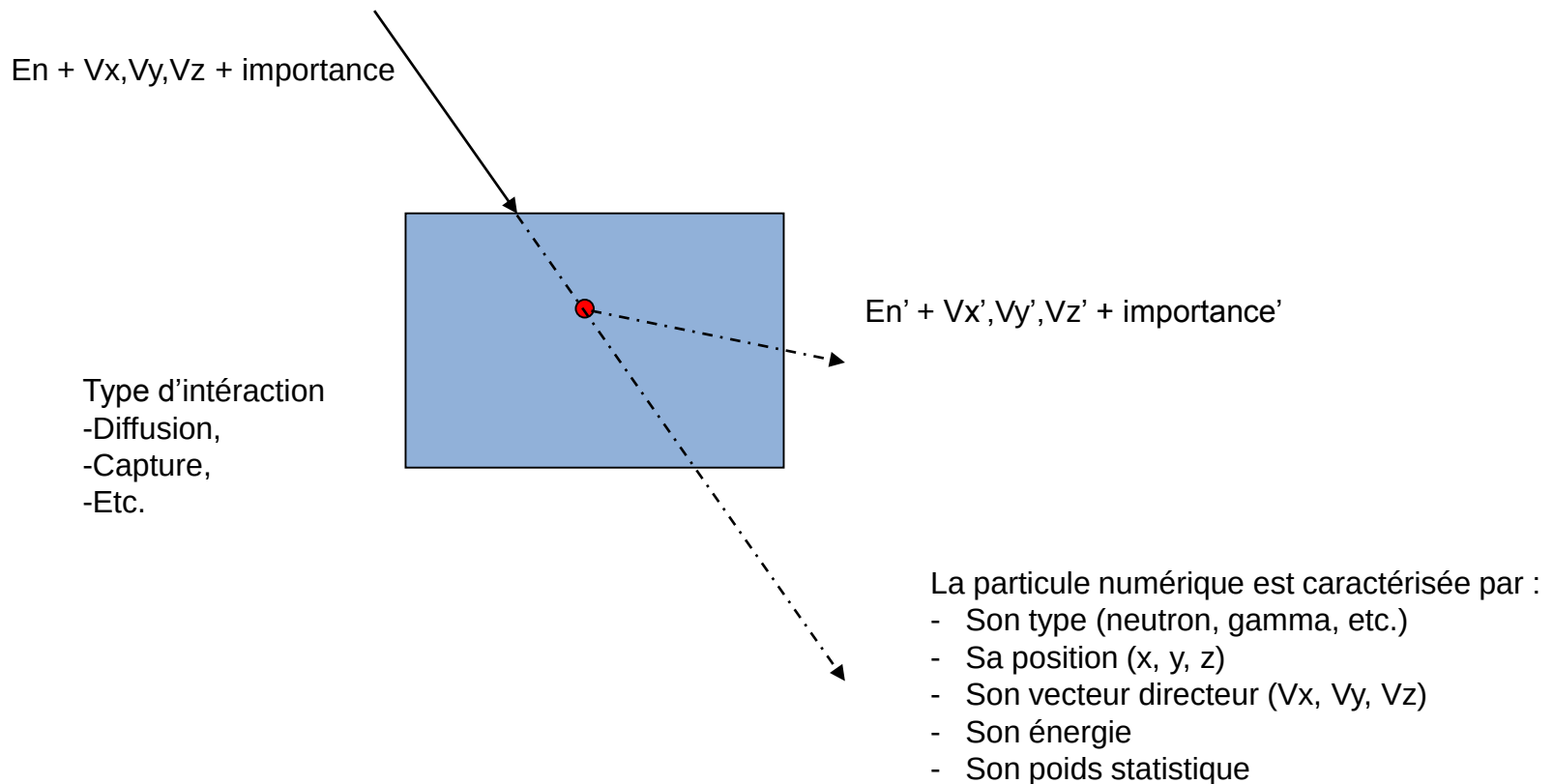
Calcul par la méthode de Monte Carlo

Transport de particules ; rappel (hors particules chargées)



Calcul par la méthode de Monte Carlo

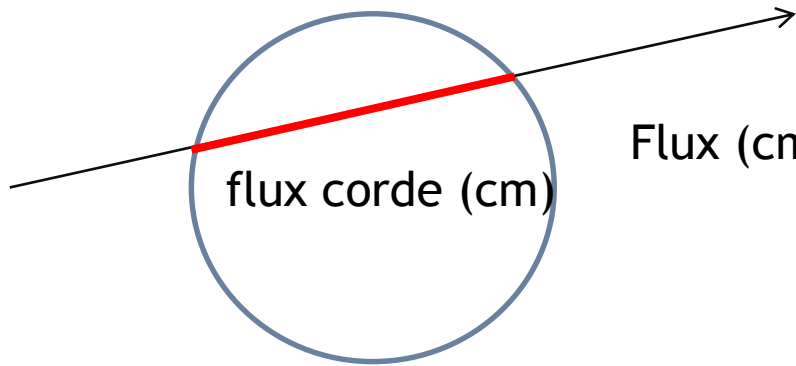
Transport de particules ; rappel (hors particules chargées)



Données standards accessibles par MCNP

■ Les scores (les Tallies)

- Les tallies 2, 4 ou 6 + Mesh tally ; comptabilisation par évènement effectif
- Exemple du tally 4


$$\text{Flux (cm}^{-2}\text{)} = \frac{\sum \text{flux corde (cm)}}{\text{Volume (cm}^3\text{)}}$$

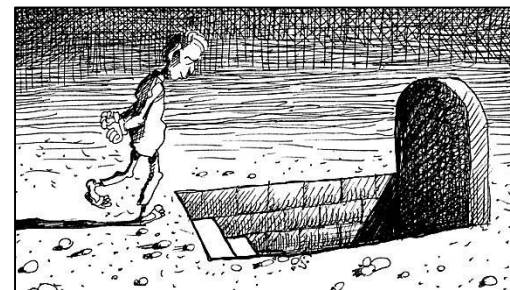
Histoire et évènement pour un neutron « libre »

Histoire

- Une histoire de neutron, c'est sa "vie" hors du noyau ; de sa naissance à sa mort. Rappel ; un neutron « libre » est radioactif -> $T_{1/2} \approx 10 \text{ mn}$

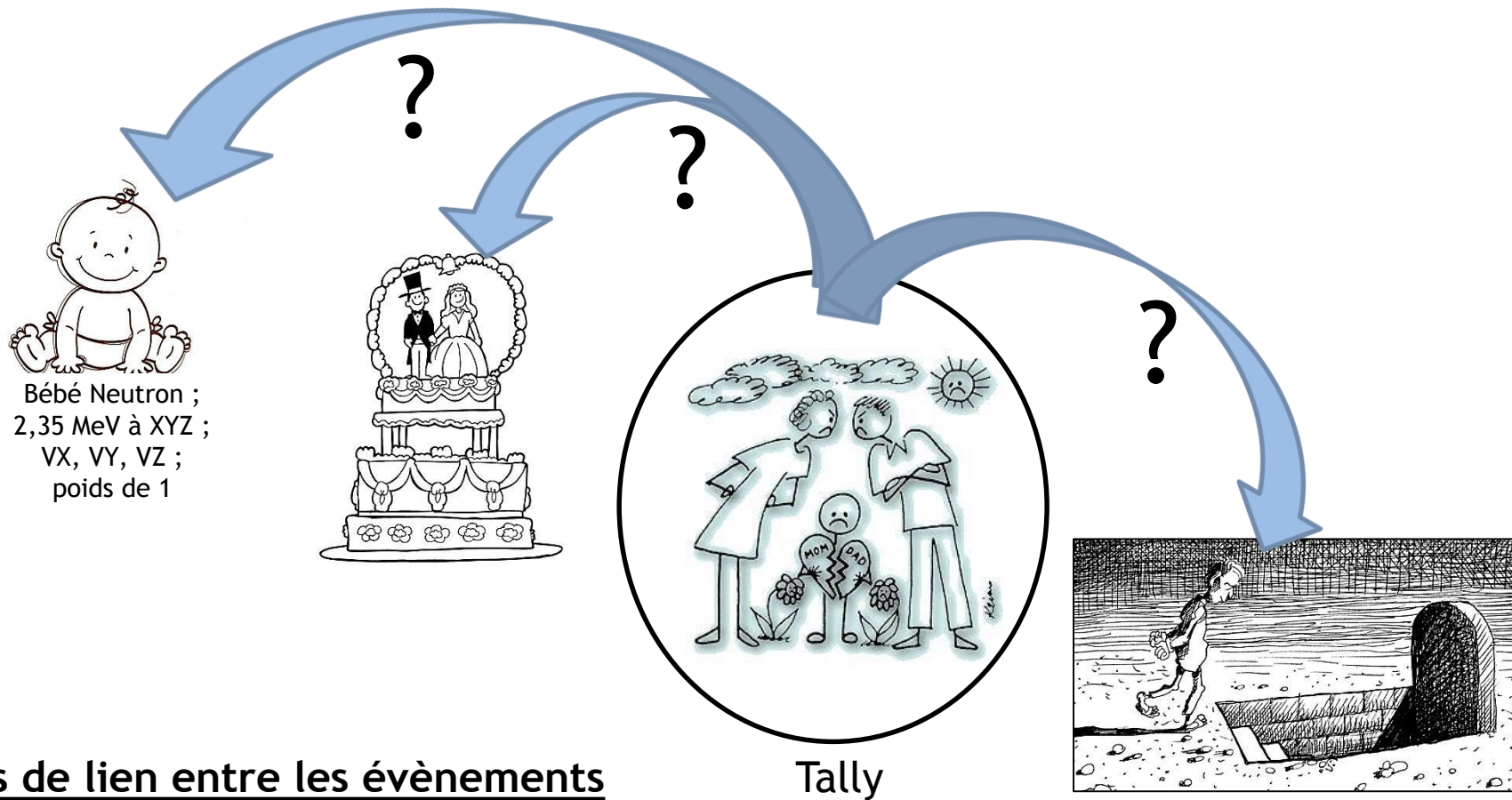
Evènement

- C'est un moment particulier de l'histoire du neutron



Exemple d'histoire

Histoire - problématique liées à une utilisation « standard » de MCNP



Faire le lien ; le fichier Ptrac

Le Ptrac de MCNP -> trop de liens ...

- Difficile à lire ...

56302	1000	14	9.85500E-04							
3000	1	40	990	2	0					
-0.28729E+00	-0.32477E-01	0.71960E+03	-0.59647E+00	-0.80261E+00	0.64670E-02	0.53062E+00	0.10000E+01	0.00000E+00		
3000	2	4004	0	987	2	0				
-0.55045E+02	-0.73716E+02	0.72019E+03	-0.59647E+00	-0.80261E+00	0.64670E-02	0.53062E+00	0.10000E+01	0.91156E+01		
3000	3	971971.3	142	969	2	0				
-0.37247E+03	-0.50084E+03	0.72363E+03	-0.59647E+00	-0.80261E+00	0.64670E-02	0.53062E+00	0.10000E+01	0.61957E+02		
3000	4	958.2	179	959	2	0				
-0.37253E+03	-0.50092E+03	0.72363E+03	-0.59647E+00	-0.80261E+00	0.64670E-02	0.53062E+00	0.10000E+01	0.61967E+02		
3000	5	4051	179	957	17	0				
-0.37275E+03	-0.50123E+03	0.72364E+03	-0.59647E+00	-0.80261E+00	0.64670E-02	0.53062E+00	0.10000E+01	0.62005E+02		
3000	6	956.2	179	960	2	0				
-0.37278E+03	-0.50127E+03	0.72364E+03	-0.59647E+00	-0.80261E+00	0.64670E-02	0.53062E+00	0.10000E+01	0.62010E+02		
3000	7	946.2	179	970	2	0				
-0.37686E+03	-0.50675E+03	0.72368E+03	-0.59647E+00	-0.80261E+00	0.64670E-02	0.53062E+00	0.10000E+01	0.62688E+02		
4000	8	950.2	179	950	15	0				
-0.37993E+03	-0.51089E+03	0.72371E+03	-0.59647E+00	-0.80261E+00	0.64670E-02	0.53062E+00	0.10000E+01	0.63200E+02		
3000	8	6000	2	950	15	1				
-0.38031E+03	-0.51140E+03	0.72372E+03	0.78308E+00	0.70728E-01	-0.61788E+00	0.41016E+00	0.10000E+01	0.63263E+02		
3000	9	950.2	58	970	2	1				
-0.37936E+03	-0.51132E+03	0.72297E+03	0.78308E+00	0.70728E-01	-0.61788E+00	0.41016E+00	0.10000E+01	0.63400E+02		
4000	10	950.1	72	949	15	1				
-0.37851E+03	-0.51124E+03	0.72229E+03	0.78308E+00	0.70728E-01	-0.61788E+00	0.41016E+00	0.10000E+01	0.63524E+02		
4000	10	1001	2	949	15	2				
-0.37827E+03	-0.51122E+03	0.72210E+03	0.31458E+00	0.60355E+00	-0.73264E+00	0.22560E+00	0.99999E+00	0.63558E+02		
4000	10	1001	2	949	15	3				
-0.37825E+03	-0.51118E+03	0.72206E+03	0.74801E+00	-0.26496E+00	-0.60850E+00	0.61232E-01	0.99999E+00	0.63568E+02		
4000	10	1001	2	949	15	4				
-0.37659E+03	-0.51177E+03	0.72071E+03	0.20602E+00	0.12460E+00	-0.97058E+00	0.31007E-01	0.99998E+00	0.64216E+02		

Le fichier Ptrac - comment le lire simplement

« Logiciel » EASY-PTRAC

▪ Lecture et mise en forme du Ptrac

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
	output	particule_n	filiation	particule_ty	event_type	volume_nui	material_n	X_coordina	Y_coordina	Z_coordina	Theta_x	Theta_y	Theta_z	Energy	Importance	Time	Surface_nu	Angle_with	NXS	MTP	NTYN	NTER	branch_number	
1	out0	64867	primary	null	Src	990	2	-0.35346	0.30747	719.85	0.67234	-0.7337	9.24E-04	0.24173	1	0								1
2	out1	64867	primary	null	Sur	647	2	-0.33554	0.28118	719.85	0.67234	-0.7337	9.24E-04	0.24173	1	0.005227	3	102						1
3	out1	64867	primary	null	Sur	643	27	-0.01951	-0.06621	719.85	0.67234	-0.7337	9.24E-04	0.24173	1	0.0743	3	102						1
4	out1	64867	primary	null	Sur	644	3	0.13851	-0.2399	719.85	0.67234	-0.7337	9.24E-04	0.24173	1	0.10884	3	102						1
5	out1	64867	primary	null	Sur	645	5	0.62862	-0.77865	719.85	0.67234	-0.7337	9.24E-04	0.24173	1	0.21596	1	15						1
6	out1	64867	primary	null	Sur	646	5	0.63822	-0.85515	719.85	0.67234	-0.7337	9.24E-04	0.24173	1	0.23117	1	14						1
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
1	out2	64867	primary	null	Col	951	15	433.07	-467.61	722.05	0.68187	-0.47123	0.55946	4.76E-08	0.70051	8382.8				6000	2			1
80	out2	64867	primary	null	Col	951	15	433.12	-467.64	722.09	-0.21943	0.46173	0.85945	6.70E-08	0.69673	8406.2				1001	4			1
81	out2	64867	primary	null	Col	951	15	433.11	-467.63	722.12	-0.53382	-0.7055	0.46617	1.35E-07	0.69325	8415.1				1001	4			1
82	out2	64867	primary	null	Col	951	15	433.1	-467.64	722.13	-0.53382	-0.7055	0.46617	1.35E-07	0.69325	8419.1	1	18						1
83	out1	64867	primary	null	Sur	950	15	432.67	-468.2	722.5	-0.89905	0.005772	0.4378	8.72E-08	0.68891	8575.3				1001	4			1
84	out2	64867	primary	null	Col	950	15	432.55	-468.2	722.56	0.84329	0.43334	0.31793	5.11E-08	0.68648	8610.1				1001	4			1
85	out2	64867	primary	null	Col	950	15	432.55	-468.2	722.56	0.066075	-0.89056	0.45004	4.02E-08	0.68288	8611.5				1001	4			1
86	out2	64867	primary	null	Col	950	15	432.47	-468.83	722.8	-0.16532	-0.98454	0.057909	4.02E-08	0.67543	8660.6				1001	2			1
87	out2	64867	primary	null	Col	950	15	432.46	-468.92	722.8	-0.42565	0.42535	-0.73869	1.75E-08	0.67173	8893.7				1001	4			1
88	out2	64867	primary	null	Col	950	15	432.46	-468.91	722.65	0.88552	0.43149	0.17225	1.75E-08	0.6628	9000.7				1001	2			1
89	out2	64867	primary	null	Col	950	15	432.65	-468.82	722.69	-0.32776	0.25687	-0.26877	1.12E-08	0.66227	9114.9				6000	2			1
90	out2	64867	primary	null	Col	950	15	432.55	-468.77	722.68	-0.37661	0.2142	0.018704	2.46E-08	0.65255	9201.1				1001	4			1
91	out2	64867	primary	null	Col	950	15	431.26	-468.42	722.85	0.35216	0.8233	0.44514	8.36E-09	0.6446	9848.9				1001	4			1
92	out2	64867	primary	null	Col	950	15	431.26	-468.42	722.85	0.35216	0.8233	0.44514	8.36E-09	0.6446	9848.9				1001	4			1
93	out1	64867	primary	null	Sur	970	2	431.3	-468.32	722.91	0.35216	0.8233	0.44514	8.36E-09	0.6446	9942.5	2	68						1
94	out1	64867	primary	null	Sur	949	15	433.53	-463.12	725.72	0.35216	0.8233	0.44514	8.36E-09	0.6446	14944	1	52						1
95	out1	64867	primary	null	Sur	970	2	433.55	-463.06	725.71	0.17701	0.31066	-0.93389	8.36E-09	0.63955	15019	1	146						1
96	out1	64867	primary	null	Sur	949	15	435.31	-459.98	716.46	0.17701	0.31066	-0.93389	8.36E-09	0.63955	22850	1	33						1
97	out2	64867	primary	null	Col	949	15	435.36	-459.88	716.16	-0.17062	-0.63619	-0.75243	2.77E-08	0.63453	23104				1001	4			1
98	out2	64867	primary	null	Col	949	15	435.32	-460.01	716.02	-0.46418	-0.44421	0.7663	4.30E-08	0.62703	23189				1001	4			1
99	out2	64867	primary	null	Col	949	15	435.28	-460.05	716.1	-0.12666	0.058528	0.99022	3.16E-08	0.62365	23225				1001	4			1
100	out2	64867	primary	null	Col	949	15	435.28	-460.05	716.25	0.26001	0.42073	-0.86913	1.69E-08	0.62006	23287				1001	4			1
101	out2	64867	primary	null	Col	949	15	435.28	-460	716.16	0.78244	-0.57801	0.23171	2.38E-08	0.6159	23345				1001	4			1
102	out2	64867	primary	null	Col	949	15	435.41	-460.09	716.2	-0.43509	0.89816	-0.06327	2.33E-08	0.6121	23419				1001	4			1
103	out2	64867	primary	null	Col	949	15	435.32	-459.91	716.18	0.1281	-0.88688	0.44388	5.27E-08	0.6083	23517				1001	4			1
104	out1	64867	primary	null	Sur	970	2	435.28	-460.16	716.28	-0.49886	-0.83902	0.21723	5.27E-08	0.60512	23607	1	149						1
105	out1	64867	primary	null	Sur	951	15	433.39	-463.33	717.11	-0.49886	-0.83902	0.21723	5.27E-08	0.60512	24801	1	120						1
106	out2	64867	primary	null	Col	951	15	433.35	-463.39	717.12	0.2272	-0.13113	0.96498	3.03E-08	0.60196	24822				1001	4			1
107	out2	64867	primary	null	Col	951	15	433.38	-463.41	717.22	-0.38415	-0.6477	-0.65797	1.39E-08	0.59847	24863				1001	4			1
108	out2	64867	primary	null	Col	951	15	433.28	-463.56	717.06	0.091825	0.038515	0.99503	1.50E-08	0.59425	25012				1001	4			1
109	out2	64867	primary	null	Col	951	15	433.28	-463.57	717.09	-0.95439	-0.25812	0.15005	1.50E-08	0.58606	25033				1001	2			1
110	out2	64867	primary	null	Col	951	15	433.1	-463.9	717.64	0.83288	0.41664	0.36432	3.62E-08	0.57739	25469				1001	4			1
111	out2	64867	primary	null	Col	951	15	433.24	-463.84	717.7	0.47774	-0.73009	-0.4886	5.65E-08	0.57475	25531				1001	4			1
112	out2	64867	primary	null	Col	951	15	433.41	-464.11	717.51	-0.30174	-0.04266	-0.95244	3.44E-08	0.57448	25646				6000	2			1
113	out2	64867	primary	null	Col	951	15	433.33	-464.02	717.23	0.38041	0.87089	-0.3119	3.44E-08	0.568	25782				1001	2			1
114	out2	64867	primary	null	Col	951	15	433.27	-463.81	717.26	0.40153	-0.78654	0.46917	6.07E-08	0.56159	25919				1001	4			1
115	out2	64867	primary	null	Col	951	15	433.5	-464.26	717.53	0.001944	0.99399	0.004815	4.62E-08	0.55871	26087				1001	4			1
116	out2	64867	primary	null	Col	951	15	433.5	-464.2	717.53	-0.28861	0.29596	0.91056	6.44E-08	0.55573	26104				1001	4			1
117	out1	64867	primary	null	Sur	946	6	433.32	-464.02	718.1	-0.28861	0.29596	0.91056	6.44E-08	0.55573	26282	1	152						1
118	out1	64867	primary	null	Sur	952	19	433.3	-464	718.15	-0.28861	0.29596	0.91056	6.44E-08	0.55573	26298	1	152						1
119	out4	64867	primary	null	Ter	952	19	432.91	-463.6	719.4	-0.28861	0.29596	0.91056	6.44E-08	5.88E-04	26688							6	1
120																								
121																								

Le PTRAC ; Comment l'exploiter simplement

EASY-PTRAC ; Fonction tri sur les histoires

- Définition d'un filtre sur la base des évènements
 - Bande en énergie, passage par un volume, etc.
 - Possibilité de faire une combinaison de plusieurs filtres avec des “ET”, des “OU” et des filtres de rejection (je ne prends pas si ...)

EASY-PTRAC ; Fonction tri sur les évènements

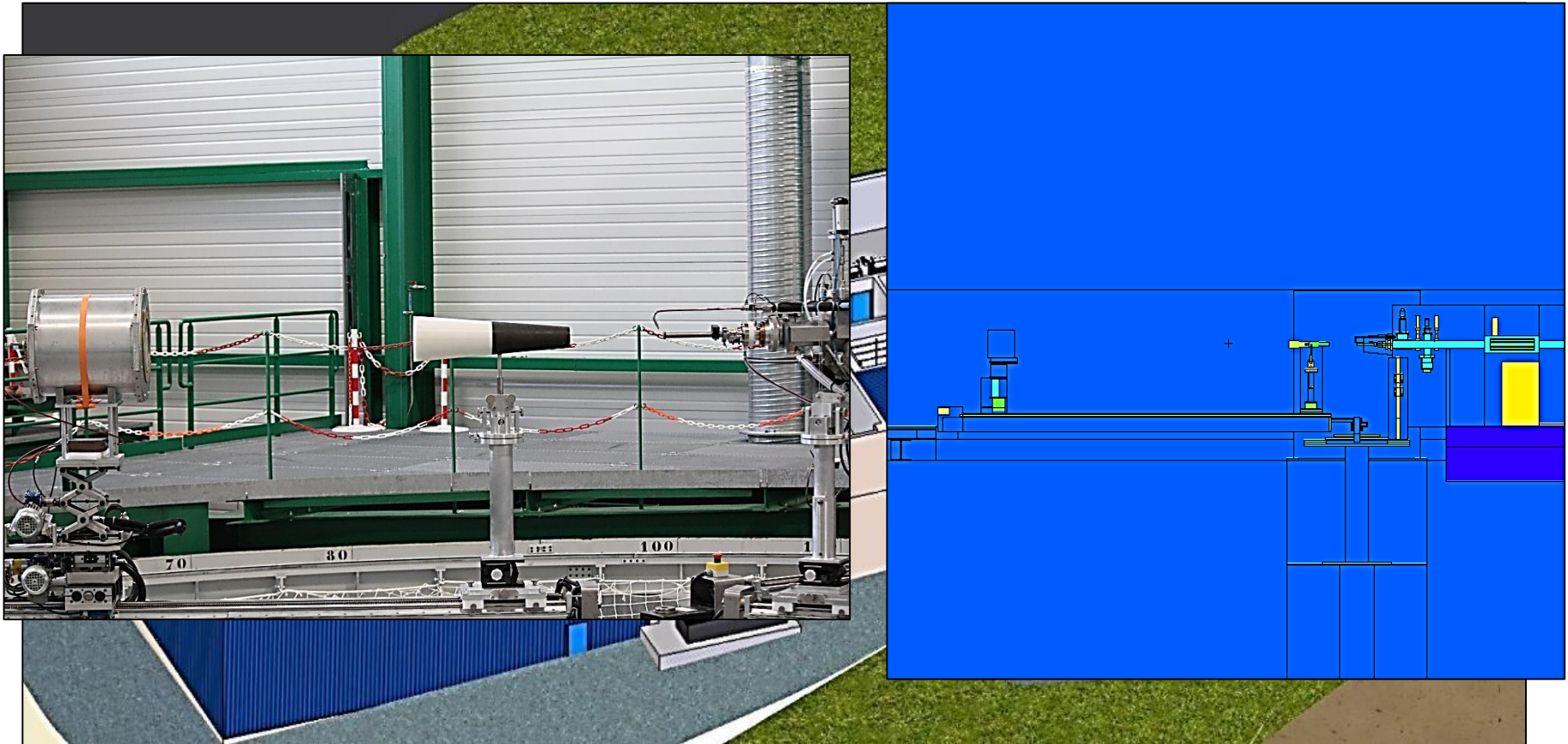
- Choix d'un évènement sur la base d'une spécificité de l'évènement
 - Type d'évènement, passage par un volume, etc.
 - Pour l'évènement choisi, on peut décider de ce que l'on souhaite avoir en évènement de sortie (cet évènement, celui juste avant ou juste après, le premier, tous ceux avant etc.)

Ensuite le travail de l'ingénieur ou du chercheur commence

- Lecture du fichier de sortie après tri
 - Passage sur un outil de traitement (programme C++, Fortran, root, ...)
 - Compactage des données, tri, etc.

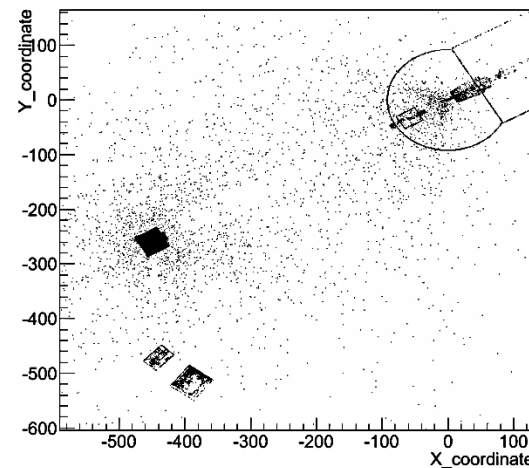
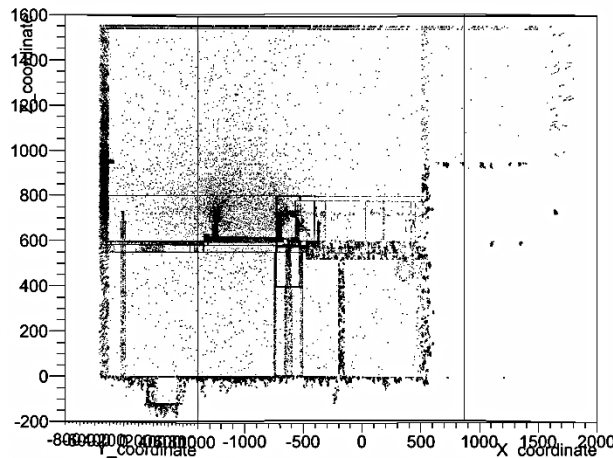
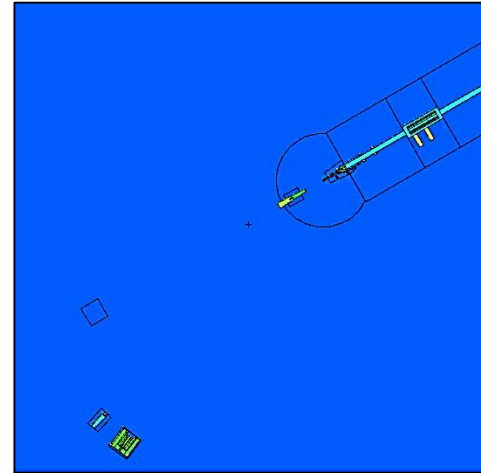
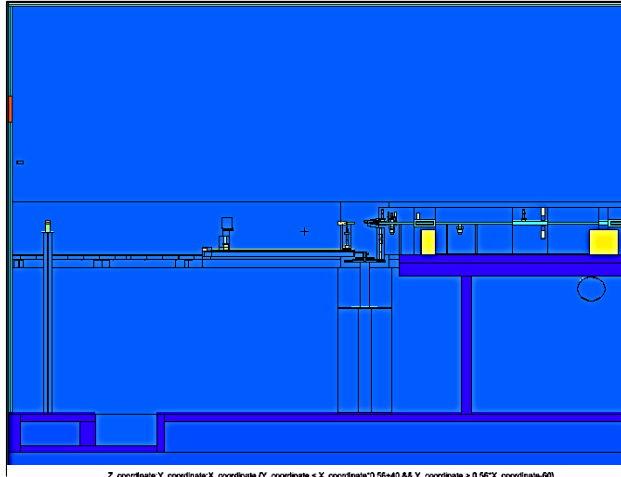
EASY-PTRAC ; exemple d'utilisation

Vérification des histoires des neutrons diffusés passant par le volume d'étalonnage d'AMANDE



EASY-PTRAC ; exemple d'utilisation

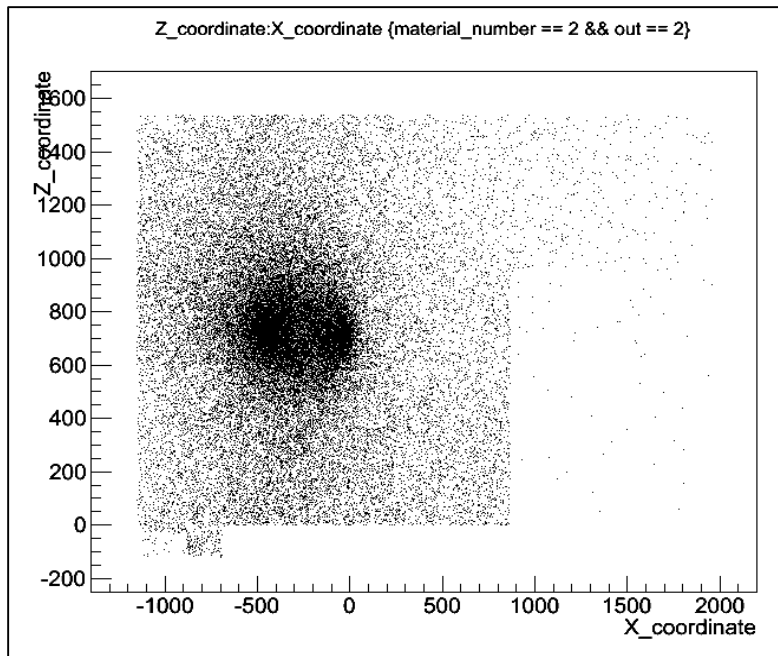
Vérification des neutrons passant par le volume d'étalonnage d'AMANDE



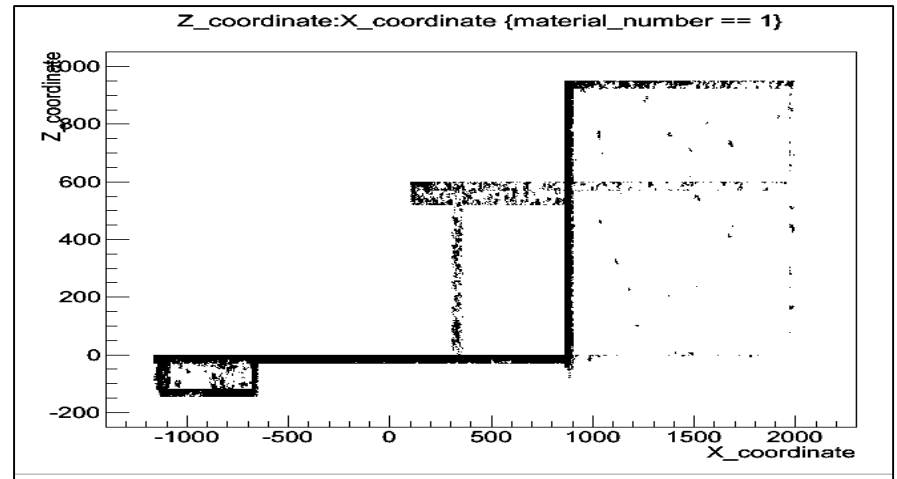
EASY-PTRAC ; exemple d'utilisation

Visualisation des évènements

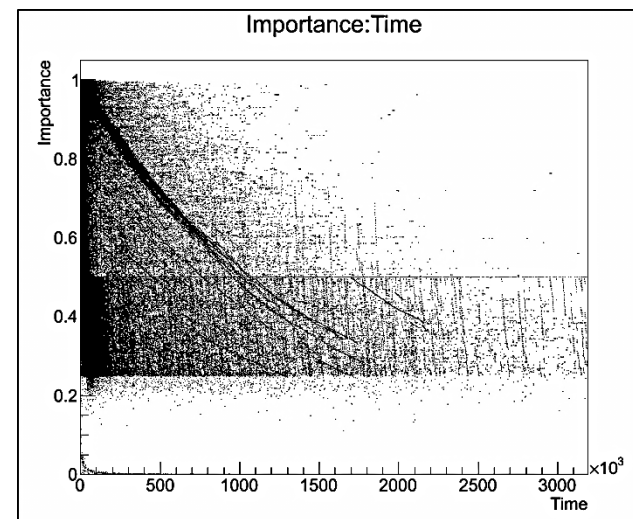
Collision dans l'air



Collision dans le béton

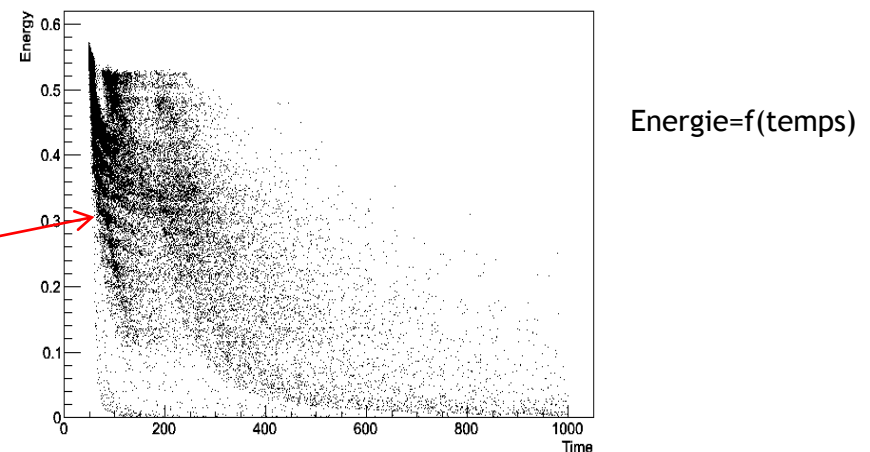
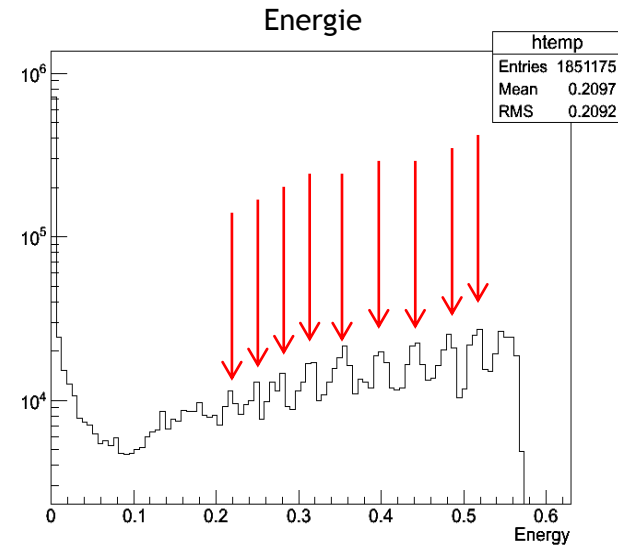
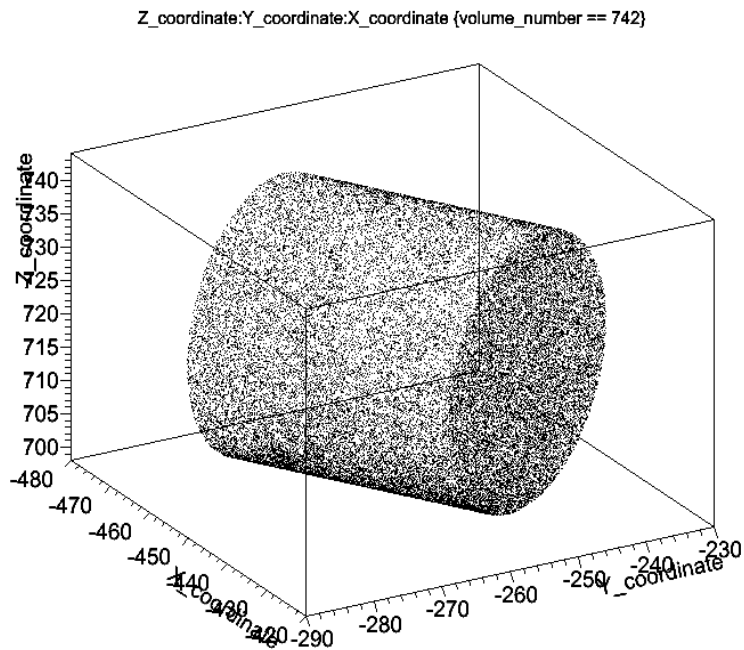


Importance en fonction
du temps



EASY-PTRAC ; exemple d'utilisation

Vérification des neutrons passant par le volume d'étalonnage d'AMANDE

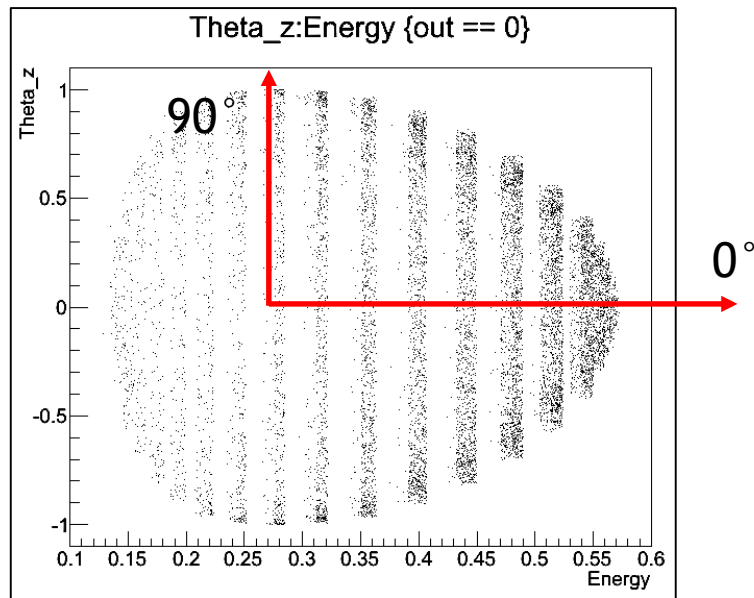


EASY-PTRAC ; exemple d'utilisation

Visualisation de la source

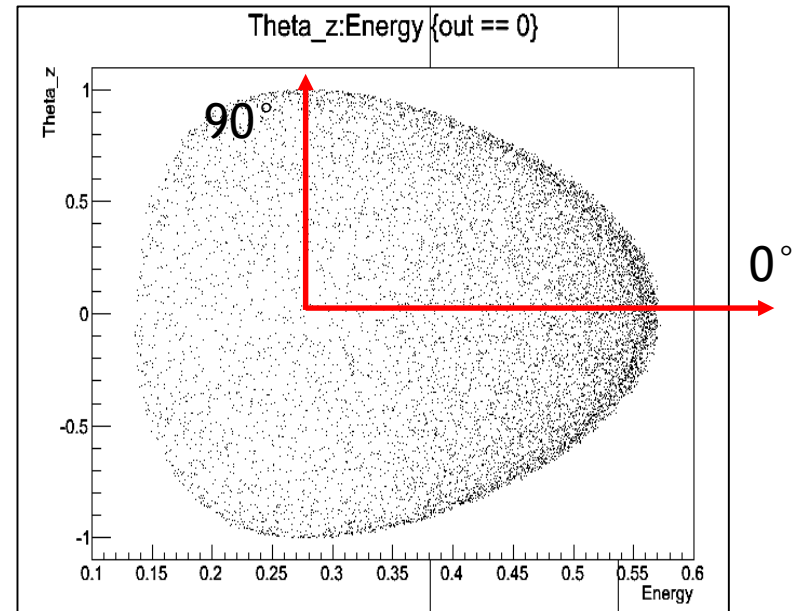
Source donnée via Target (PTB)

Institut de métrologie (Allemagne)



Source donnée par NeuSDec (IRMM)

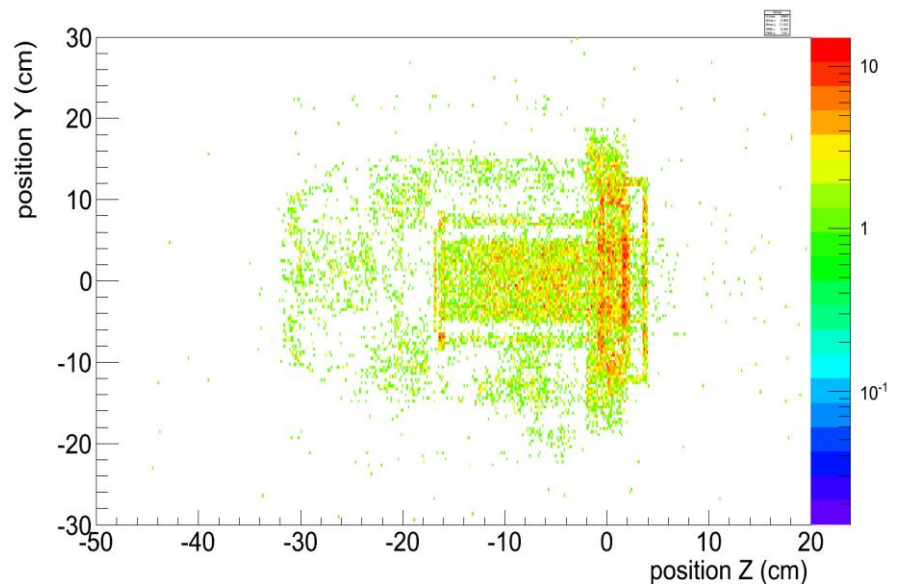
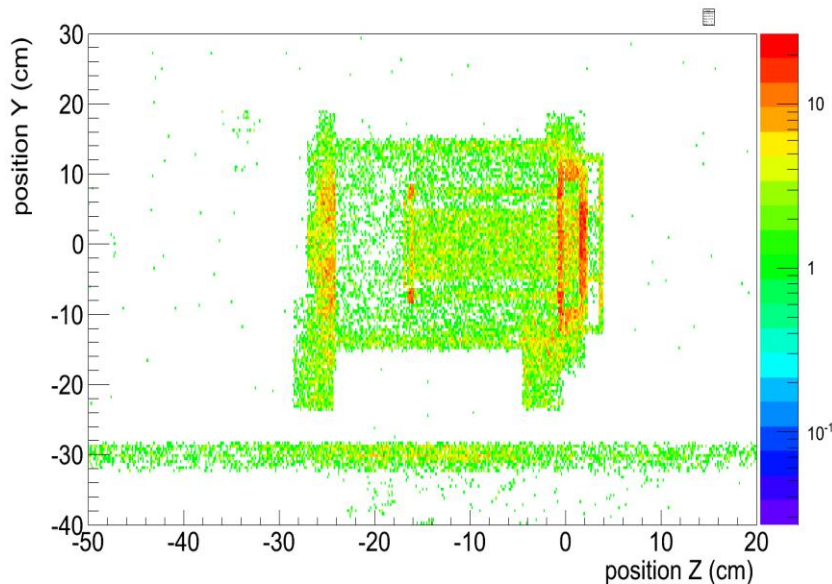
Centre dépendant de la commission Européenne (Belgique)



EASY-PTRAC ; exemple d'utilisation

Optimisation d'un détecteur - la μ TPC (D. MAIRE - 2015)

- Recherche des zones de diffusions avant la detection
- projet toujours en cours avec un autre thésard



Calcul des Tallies par EASY-PTRAC

Calcul des Tally 2 (?), 4 ou 6 (?)

- Exemple ; calcul du Tally 4 pour le volume d'étalonnage d'AMANDE

tally 5					tally 14					tally 24					
nps	mean	error	vov	slope	fom	mean	error	vov	slope	fom	mean	error	vov	slope	fom
64000	2.3685E-07	0.0321	0.6129	3.2	643	1.9806E-07	1.0000	1.0000	0.0	6.6E-01	1.8052E-07	0.2283	0.0669	0.0	13
128000	2.3440E-07	0.0186	0.3589	3.0	1001	5.8469E-07	0.6260	0.6157	0.0	8.8E-01	2.4406E-07	0.1434	0.0260	0.0	17
192000	2.3696E-07	0.0153	0.1627	2.7	1006	4.5208E-07	0.5571	0.5464	0.0	7.6E-01	2.3356E-07	0.1202	0.0183	0.0	16
256000	2.3573E-07	0.0122	0.1309	2.8	1196	1.3788E-06	0.4539	0.2799	0.0	8.6E-01	2.2785E-07	0.1061	0.0142	0.0	16
320000	2.3488E-07	0.0110	0.0929	2.7	1177	1.6555E-06	0.3517	0.1822	0.0	1.1E+00	2.1625E-07	0.0976	0.0121	0.0	15
384000	2.3462E-07	0.0097	0.0741	2.6	1244	1.4720E-06	0.3316	0.1779	0.0	1.1E+00	2.3043E-07	0.0875	0.0096	0.0	15
448000	2.3501E-07	0.0089	0.0588	2.4	1283	1.3249E-06	0.3185	0.1723	0.0	1.0E+00	2.3196E-07	0.0806	0.0081	0.0	16
512000	2.3475E-07	0.0081	0.0499	2.6	1345	1.2977E-06	0.2897	0.1605	0.0	1.1E+00	2.2200E-07	0.0771	0.0075	0.0	15
576000	2.3428E-07	0.0075	0.0431	2.6	1393	1.2103E-06	0.2787	0.1551	0.0	1.0E+00	2.2332E-07	0.0727	0.0066	0.0	15
640000	2.3507E-07	0.0073	0.0346	2.3	1344	1.1368E-06	0.2694	0.1500	0.0	9.8E-01	2.3273E-07	0.0680	0.0057	0.0	15
677129	2.3510E-07	0.0070	0.0319	2.5	1367	1.0954E-06	0.2646	0.1492	0.0	9.6E-01	2.3203E-07	0.0661	0.0054	0.0	15

dump no. 2 on file runtph nps = 677129 coll = 10645489 ctm = 14.88 nrm = 187560483

ascii file ptraq written with 12958 events from 280 histories.

Extrait du
fichier de
sortie de
MCNPX
concernant
les Tallies 4

K12893 =SI(F12893=742;RACINE((H12893-H12894)^2+(I12893-I12894)^2+(J12893-J12894)^2);0)																	
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
12889 out1	675871 primary	null	Sur		647	2	0,12176	-0,3109	720,27	0	0		0,50473	1	0,015144	3	27
12890 out1	675871 primary	null	Sur		990	2	0,016665	-0,32887	720,23	0	0		0,50473	1	0,026663	3	27
12891 out1	675871 primary	null	Sur		987	2	-90,628	-15,829	687,57	0	0		0,50473	1	9,962	4004	19
12892 out2	675871 primary	null	Col		987	2	-207,39	-35,795	645,49	0	0		0,48605	0,9815	22,76		
12893 out1	675871 primary	null	Sur		742	2	-465,58	-248,59	710,85	11,3707739	11,1604146		0,48605	0,9815	58,126	1	100
12894 out1	675871 primary	null	Sur		987	2	-474,19	-255,69	713,03	0	0		0,48605	0,9815	59,305	2	14
12895 out1	675871 primary	null	Sur		988	2	-817,73	-538,84	800	0	0		0,48605	0,9815	106,36	5	78
12896 out1	675871 primary	null	Sur		32	9	-1150	-812,69	884,11	0	0		0,48605	0,9815	151,88	1	139
12897 out1	675871 primary	null	Sur		34	14	-1151	-813,51	884,37	0	0		0,48605	0,9815	152,01	1	139
12898 out1	675871 primary	null	Sur		33	13	-1158	-819,28	886,14	0	0		0,48605	0,9815	152,97	1	139
12899 out1	675871 primary	null	Sur		32	9	-1163	-823,4	887,41	0	0		0,48605	0,9815	153,66	2	40
12900 out1	675871 primary	null	Sur		1	0	-1164	-824,23	887,66	0	0		0,48605	0,9815	153,8	1	139
12901 out4	675871 primary	null	Ter		1	0	-1164	-824,23	887,66	0	0		0,48605	0,9815	153,8		
12902									Flux corde pondéré (cm)	7687,3686							
12903									Volume (cm³)	4,91E+04							
12904									Nb Particule	677129							
12905									Tally-4 recalculé	2,3113E-07							
12906																	

EASY-PTRAC

Logiciel

- Une interface,
- Un fichier d'entrée
- Un exécutable

<path>C:\IRSN\MiP_ptrac\Fichier_CCRI\565A2_742.p</path>

<liste_filtre>

```
<filtre name="F0" type="BandValueFilter">  
  <arg attribut="filiation" value="all"/>  
  <arg attribut="attribut" value="Energie"/>  
  <arg attribut="valinf" value="1.0"/>  
  <arg attribut="valsup" value="5.0"/>  
</filtre>
```

```
<filtre name="F1" type="EqualValueFilter">  
  <arg attribut="filiation" value="all"/>  
  <arg attribut="attribut" value="Vol number"/>  
  <arg attribut="valref" value="742"/>  
</filtre>
```

```
<filtre name="F2" type="ColInVolFilter">  
  <arg attribut="filiation" value="all"/>  
  <arg attribut="particule" value="neutron"/>  
  <arg attribut="volume_number" value="952"/>  
</filtre>
```

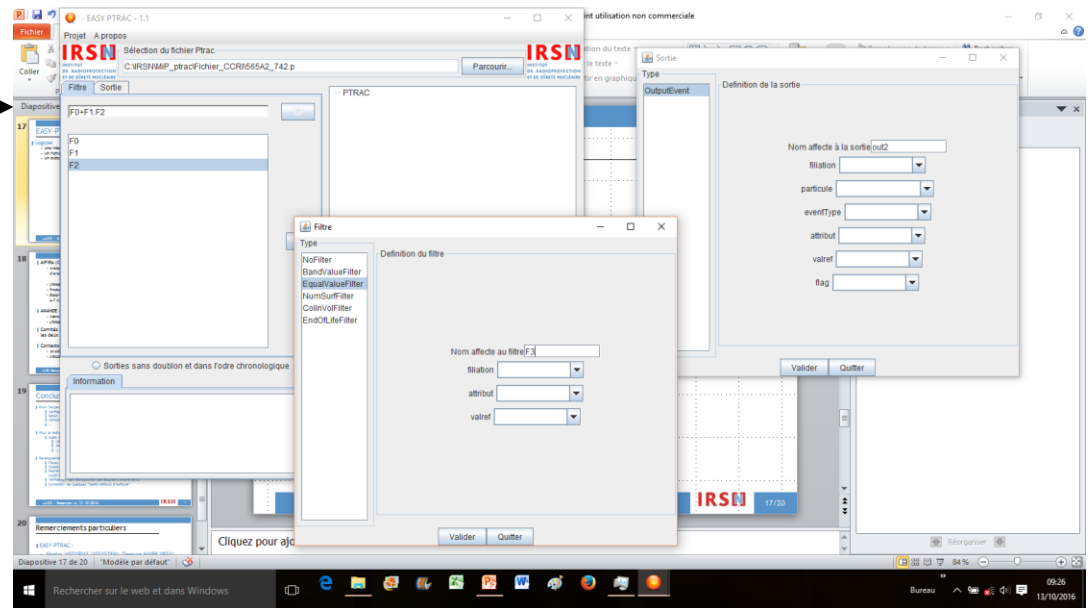
</liste_filtre>

<combinaison>F0+F1.F2</combinaison>

<liste_output>

```
<output name="out0" type="OutputEvent">  
  <arg attribut="filiation" value="all"/>  
  <arg attribut="particule" value="neutron"/>  
  <arg attribut="eventType" value="Src"/>  
  <arg attribut="attribut" value="no"/>  
  <arg attribut="valref" value=""/>  
  <arg attribut="flag" value="this"/>  
</output>
```

```
<output name="out1" type="OutputEvent">  
  <arg attribut="filiation" value="all"/>  
  <arg attribut="particule" value="photon"/>  
  <arg attribut="eventType" value="Bnk"/>  
  <arg attribut="attribut" value="no"/>  
  <arg attribut="valref" value=""/>  
  <arg attribut="flag" value="next"/>  
</output>
```



- > le logiciel ne « crée » rien ; il fait gagner du temps
- Mise à disposition possible sur simple demande
- (validation de la hiérarchie)
 - Contact actuel :
 - michael.petit@irsn.fr ou jean-marc.such@irsn.fr
- Demande de retour sur des bugs ou incohérences

Plate forme commune AIFIRA - AMANDE/MIRCOM

■ AIFIRA (CENBG - Bordeaux)

- Analyse par faisceau d'ions (macro et microfaisceau d'analyse) :
 - PIXE, RBS, STIM, NRA, PIGE, ERDA, IL
- μ faisceau d'ions pour l'irradiation cellulaire
- Production de neutrons
- Etalonnage champs photoniques
6-7 MeV (ARCANE)

■ AMANDE /MIRCOM (IRSN - Cadarache)

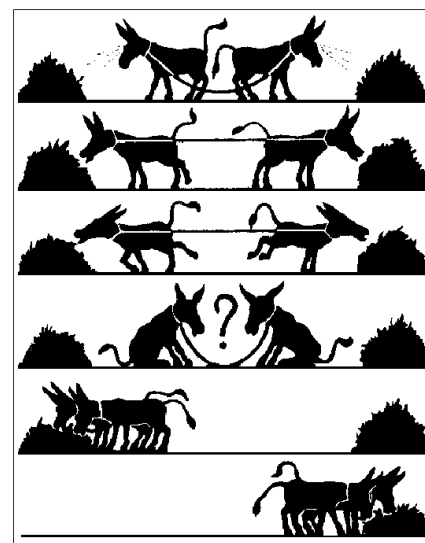
- Métrologie des neutrons et étalonnage neutrons
- μ faisceau d'ions pour l'irradiation cellulaire

■ Comités scientifique et technique joints pour les deux installations

■ Contacts IRSN

- AMANDE (neutrons) : Vincent GRESSIER ; vincent.gressier@irsn.fr
- MIRCOM (microfaisceau) : François VIANNA ; francois.vianna@irsn.fr

COLLABORATION



Conclusions

■ EASY-PTRAC

- Facilité d'exploitation du ptrac de MCNP
 - Gain de temps pour lire le fichier
 - Possibilité de pré-trier les événements -> gain de temps et de taille de fichier
- Accès à l'intégralité des renseignements du transport
 - Lien possible entre tous les événements et dans un événement
- Calcul possible de certain tally (2, 4 ou 6) et accès aux liens et aux détails liés

■ Développement à faire pour optimiser EASY-PTRAC

- Calculs automatique des tallies (tally 2, 4 et 6 notamment)
- Recherche d'évènement rare -> boucle de lancement et gestion automatique MCNP/EASY-PTRAC
- Vérification de l'exhaustivité des lectures d'évènements
- Correction de quelques "petits défauts d'écriture"

■ Remerciements :

- EASY-PTRAC ; Nicolas VISSYRIAS (ASSYSTEM), Donovan MAIRE (IRSN)
- Jean-Marc SUCH (chef du IRSN/LMDN)
- LMDN : Vincent GRESSIER, Benjamin TAMPON et le LMDN

Merci de votre attention