

HAPPEX2

Etalonnage et test de linéarité des photomultiplicateur HAPPEXII

1) Etalonnage en gain.

La méthode utilisée consiste à déterminer le flux d'une diode à l'aide d'un photomultiplicateur connu. Les caractéristiques de la chaîne de mesure (filtre, atténuateur, amplificateur...) ayant déjà fait l'objet d'étalonnage.

a1) recherche du photoélectron :

Dans un premier temps, nous recherchons le photoélectron pour la détermination d'un point d'étalonnage parfaitement connu. La détermination se fait en réglant le niveau de seuil très bas par rapport à l'amplitude du pic. La base utilisée est la base Happex A

$$\underline{\text{H.T.} = 1900 \text{ V} \Rightarrow \text{G} = 0,85 \cdot 10^7} \quad (\text{Pied} = 174 ; \text{Signal} = 250)$$

b1) détermination du flux et mesure du gain :

$$\text{H.T.} = 1900 \text{ V} \Rightarrow \text{G} = 0,85 \cdot 10^7$$

Pied : 176

Signal : 1456

$$N_{\gamma}^{\text{diode}} = \frac{Nbcx \cdot 10^{-12}}{4} \frac{1}{1.610^{-19} \cdot G_{PM}} \frac{1}{\text{Att.Filtre}} = 5,87 \cdot 10^4 \text{ photoélectron/pulse}$$

Résultats:

Photomultiplicateur : BURLE ; Base : Happex B

H.T.(V)	1900	1800	1700	1600	1500	1400	1300	1200	1100	1000	900
Pied	176	176	176	176	174	174	174	174	174	174	174
Signal	1447	830	488	318	236	561	320	702	360	1022	388
Gain	$0.85 \cdot 10^7$	$4.35 \cdot 10^6$	$2.08 \cdot 10^6$	$9.44 \cdot 10^5$	$4.12 \cdot 10^5$	$1.84 \cdot 10^5$	$6.93 \cdot 10^4$	$1.40 \cdot 10^4$	$4.94 \cdot 10^3$	$1.61 \cdot 10^3$	$4.06 \cdot 10^2$
Filtre (0.4%)	√	√	√	√	√	√	√				
Ampli .×14						√	√	√	√	√	√

Tableau 1 : résultats de la mesure du gain ; P.M. BURLE avec base Happex B

Note : Afin d'être compatible avec la gamme de l'ADC, nous avons interposé entre le PM et le FIFO soit un filtre (0,4%) soit un amplificateur (× 14) ou bien les deux ensemble.

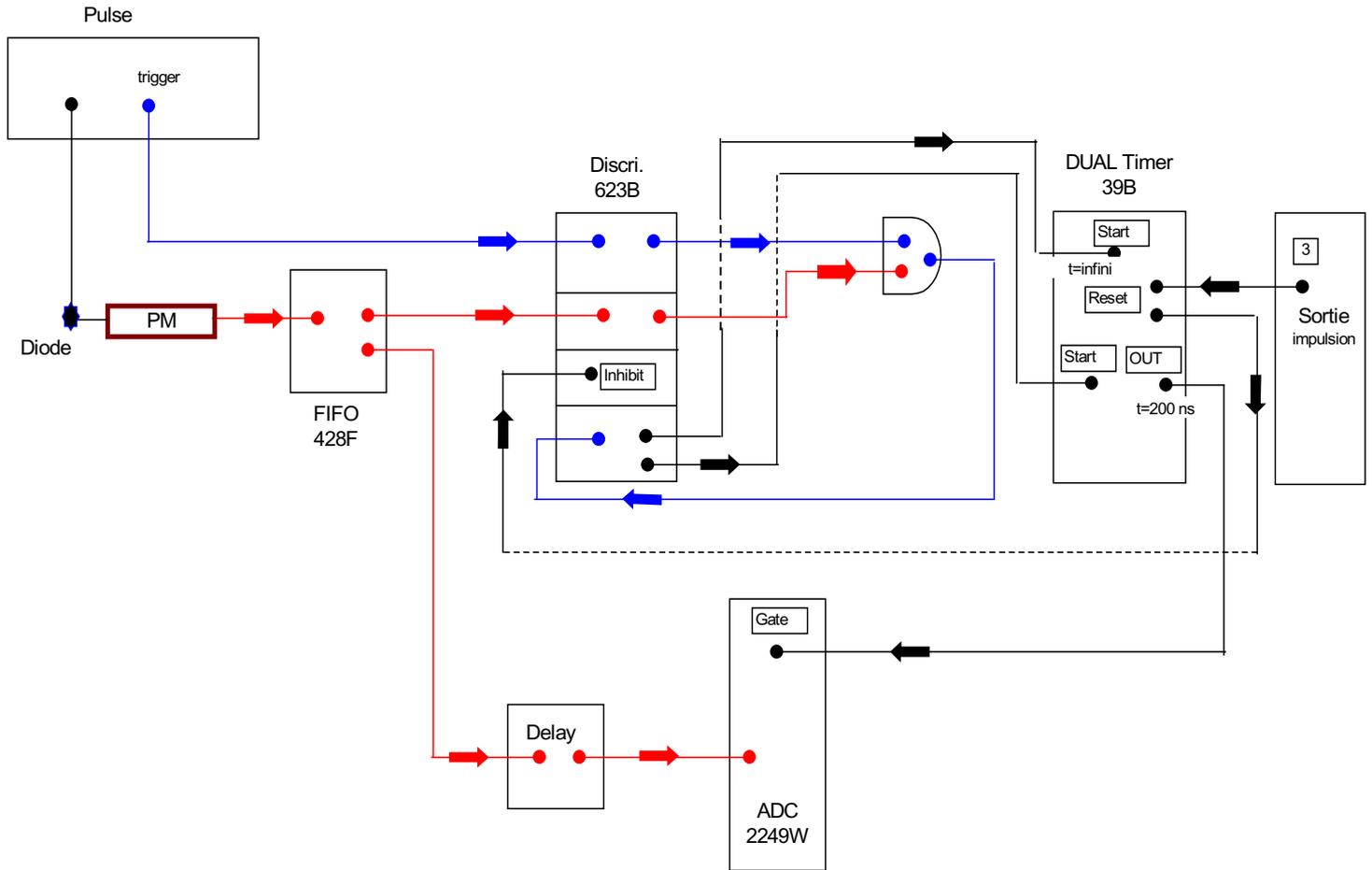


Figure 1 : Schéma de principe de la mesure.

c1) détermination du gain de la base 'proto'.

La base 'proto' est le prototype des bases que nous pensons utilisé lors des expériences à Cebaf. Le principe de la mesure reste le même ; nous partons d'un gain connu (P.M. Burle + base Happex B) pour raccorder la base 'proto'.

Détermination du flux :

$H.T=1700 \text{ V} \Rightarrow G=2.08.10^6$; signal – pied=891 $\Rightarrow N_{\gamma}^{\text{diode}} = 1,67.10^5 \text{ photoélectron/pulse}$

H.T.(V)	2200	2100	2000	1900	1800	1700	1600	1500	1400	1300	1200	1100	1000
Pied	260	262	264	264	264	264	260	260	259	258	259	260	260
Signal	1612	1008	662	470	366	1065	631	420	932	520	350	780	419
Gain	$3.16.10^6$	$1.74.10^6$	$9.29.10^5$	$4.81.10^5$	$2.38.10^5$	$1.34.10^5$	$6.19.10^4$	$2.66.10^4$	$6.29.10^3$	$2.45.10^3$	$8.50.10^2$	$3.47.10^2$	$1.06.10^2$
Filtre	√	√	√	√	√	√	√	√					
Ampli						√	√	√				√	√

P.M. BURLE
Gain versus Haute Tension

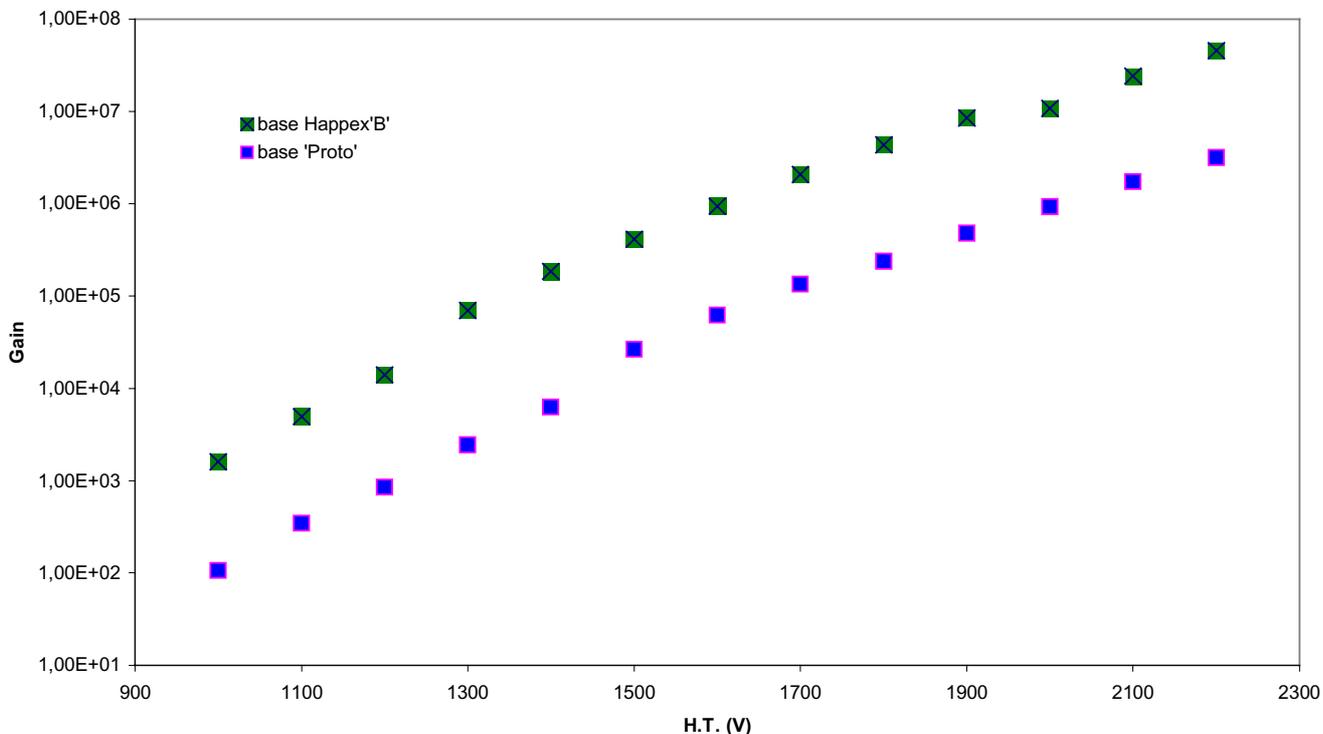


Figure 2 : Courbe de gain P.M. Burle

d1) détermination du gain des bases HAPPEXII

Suite aux résultats effectués sur le 'proto', nous avons fait faire 4 bases qui seront utilisées pour l'expérience, la méthode de recherche du gain restant inchangée.

P.M. BURLE + base Happex B :

H.T = 1900 V \Rightarrow G = $0.85 \cdot 10^7$; Pied = 254 ; signal = 1600 $\Rightarrow N_{\gamma}^{diode} = 6,17 \cdot 10^4$ photoélectron/pulse

H.T.(V)	2200	2100	2000	1900	1800	1700	1600	1500	1400	1300	1200	1100	1000
Pied	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254	254
Signal	796	555	417	1600	928	579	402	321	543	365	900	475	324
Gain	$3.43 \cdot 10^6$	$1.90 \cdot 10^6$	$1.03 \cdot 10^5$	$6.07 \cdot 10^5$	$3.04 \cdot 10^5$	$1.47 \cdot 10^5$	$6.68 \cdot 10^4$	$3.02 \cdot 10^4$	$7.30 \cdot 10^3$	$2.81 \cdot 10^3$	$1.16 \cdot 10^3$	$3.99 \cdot 10^2$	$1.26 \cdot 10^1$
Filtre	√	√	√	√	√	√	√	√					
Ampli				√	√	√	√	√			√	√	√

Tableau 2 : résultats de la mesure du gain : P.M. BURLE avec base n°1

P.M. BURLE + base n°1:

H.T = 1700 V \Rightarrow G = $1.47 \cdot 10^5$; Pied = 264 ; signal = 519 $\Rightarrow N_{\gamma}^{diode} = 4,83 \cdot 10^4$ photoélectron/pulse

H.T.(V)	2200	2100	2000	1900	1800	1700	1600	1500	1400	1300	1200	1100	1000
Pied	264	264	264	264	264	264	264	264	264	264	264	264	264
Signal	693	497	385	1329	795	517	374	308	546	368	895	472	322
Gain	$3.46.10^6$	$1.88.10^6$	$9.77.10^5$	$6.10.10^5$	$3.06.10^5$	$1.47.10^5$	$6.34.10^4$	$2.54.10^4$	$9.11.10^3$	$3.36.10^3$	$1.45.10^2$	$4.79.10^2$	$1.34.10^2$
Filtre	√	√	√	√	√	√	√	√					
Ampli				√	√	√	√	√			√	√	√

Tableau 3 : résultats de la mesure du gain : P.M. BURLE avec base n°2

P.M. BURLE + base n°1:

H.T = 1700 V \Rightarrow G = $1.47.10^5$; Pied = 260 ; signal = 685 \Rightarrow $N_{\gamma}^{diode} = 8,05.10^4$ photoélectron/pulse

H.T.(V)	2200	2100	2000	1900	1800	1700	1600	1500	1400	1300	1200	1100	1000
Pied	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260
Signal	956	642	464	364	1133	421	450	341	550	371	298	484	327
Gain	$3.37.10^6$	$1.85.10^6$	$9.88.10^5$	$5.04.10^5$	$3.02.10^5$	$1.47.10^5$	$6.57.10^4$	$2.80.10^4$	$5.62.10^3$	$2.15.10^3$	$7.36.10^2$	$3.13.10^2$	$0.95.10^2$
Filtre	√	√	√	√	√	√	√	√					
Ampli					√	√	√	√				√	√

Tableau 4 : résultats de la mesure du gain : P.M. BURLE avec base n°3

P.M. BURLE + base n°1:

H.T = 1700 V \Rightarrow G = $1.47.10^5$; Pied = 263 ; signal = 570 \Rightarrow $N_{\gamma}^{diode} = 5,82.10^4$ photoélectron/pulse

H.T.(V)	2200	2100	2000	1900	1800	1700	1600	1500	1400	1300	1200	1100	1000
Pied	263	263	263	263	263	263	263	263	263	263	263	263	263
Signal	781	545	411	1540	906	570	398	318	490	347	764	433	313
Gain	$3.47.10^6$	$1.89.10^6$	$9.92.10^5$	$6.11.10^5$	$3.08.10^5$	$1.47.10^5$	$6.46.10^4$	$2.63.10^4$	$6.08.10^3$	$2.25.10^3$	$9.59.10^2$	$3.25.10^2$	$0.95.10^2$
Filtre	√	√	√	√	√	√	√	√					
Ampli				√	√	√	√	√			√	√	√

Tableau 5 : résultats de la mesure du gain : P.M. BURLE avec base n°4

Etalonnage en gain des bases HappexII

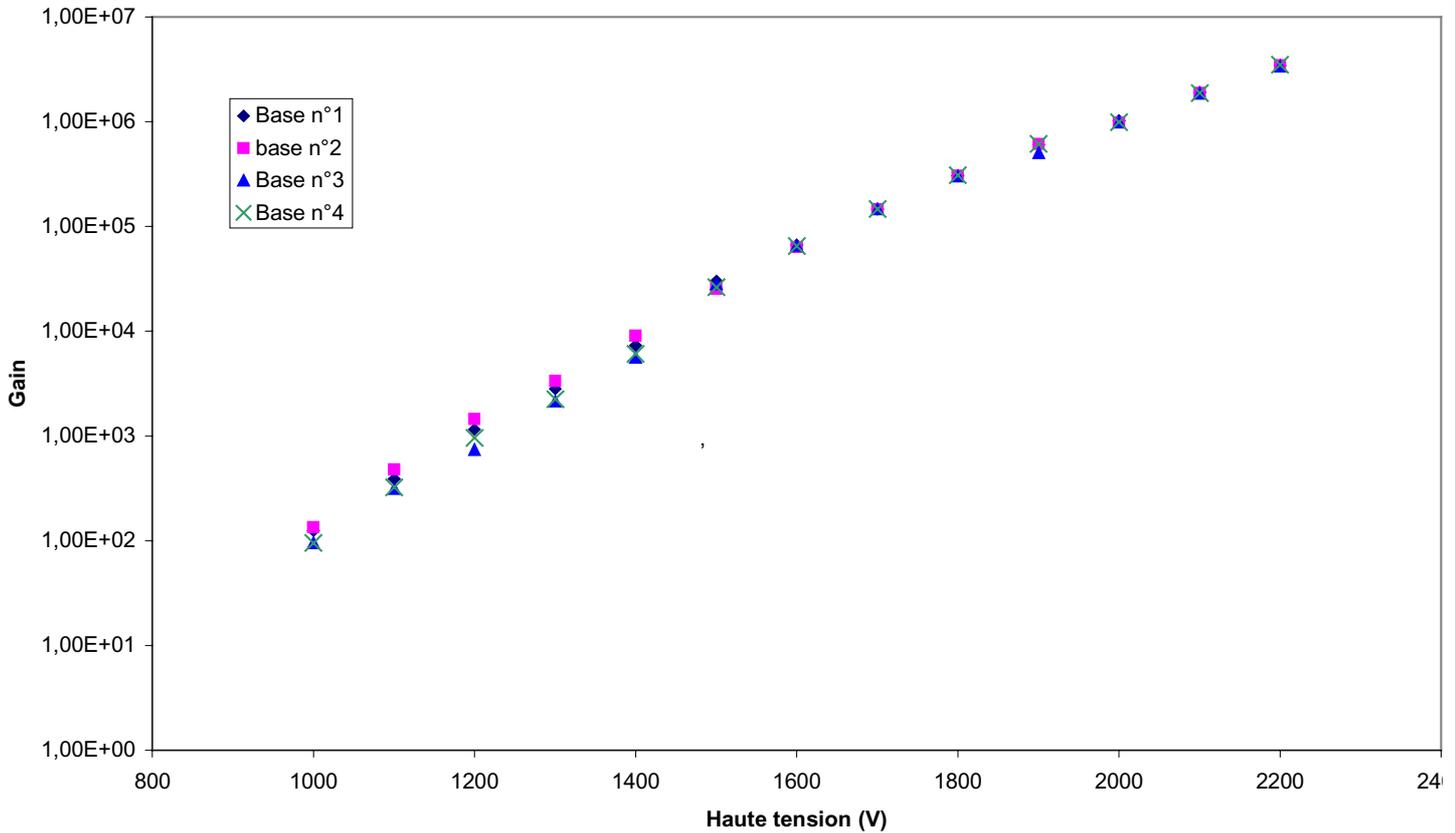


Figure 3 : Etalonnage en gain des Bases HappexII.

Nous pouvons constater au vue de ces courbes, que les bases ont des gains très proches pour un même photomultiplicateur. D'autre part leurs performances sont conforme à ce que l'on attend pour l'expérience.

2) Test de linéarité des bases.

Afin de déterminer la linéarité des bases, nous avons pour une tension donnée, interposé entre la diode et le photomultiplicateur cinq filtres aux caractéristiques connues.

a2) Détermination des valeurs des filtres.

Les 5 filtres ont été mesurés au spectrophotomètre Lambda dont les caractéristiques et l'utilisation sont décrits dans le document : HAPPEX2 Mesure de la transmission des barres de quartz (G. Tauzin, C. Jeanney).

Filtre	27 %	23 %	20.9 %	20.6 %	10.6 %
σ	$9.78 \cdot 10^{-3}$	$5.86 \cdot 10^{-3}$	$3.09 \cdot 10^{-3}$	$7.15 \cdot 10^{-3}$	$3.55 \cdot 10^{-3}$

Tableau 5 : Valeurs des filtres.

b2) résultats des tests de linéarité.

	1200 V	1300 V	1400 V	1500 V
27 %	403	1172	1436	452
23 %	334	971	1206	379
20.9 %	308	910	1121	351
20.6 %	301	886	1104	344
10.6 %	156	460	586	180

Tableau 6: Résultats des tests de linéarité base 'proto'.

Pour la base 'proto' les valeurs correspondantes aux tensions indiquées sont :

$$1200 \text{ V} \Rightarrow G = 8,50.10^2$$

$$1300 \Rightarrow G = 2,00.10^3$$

$$1400 \text{ V} \Rightarrow G = 8,42.10^3$$

$$1500 \text{ V} \Rightarrow G = 2,66.10^4$$

	1200 V	1300 V	1400 V	1500 V
27 %	179	520	80	202
23 %	147	429	65	162
20.9 %	137	395	62	151
20.6 %	135	387	58	146
10.6 %	67	201	28	69

Tableau 7 : Résultats des tests de linéarité base n°1.

	1200 V	1300 V	1400 V	1500 V
27 %	178	502	82	199
23 %	148	416	68	166
20.9 %	138	389	63	155
20.6 %	135	381	62	152
10.6 %	68	196	31	78

Tableau 8 : Résultats des tests de linéarité base n°2.

	1200 V	1300 V	1400 V	1500 V
27 %	181	508	82	201
23 %	150	425	68	168
20.9 %	140	396	63	157
20.6 %	136	386	60	153
10.6 %	72	200	31	80

Tableau 9 : Résultats des tests de linéarité base n°3.

	1200 V	1300 V	1400 V	1500 V
27 %	178	502	82	199
23 %	148	416	68	166
20.9 %	138	389	63	155
20.6 %	135	381	62	152
10.6 %	68	196	31	78

Tableau 10: Résultats des tests de linéarité base n°4.

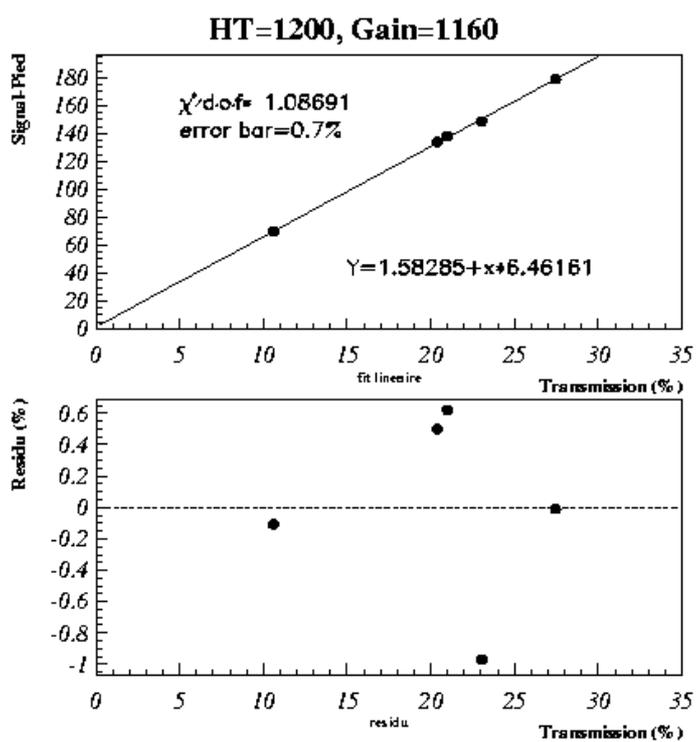


Figure 4 : Courbe de linéarité base n°1 (1200 V)

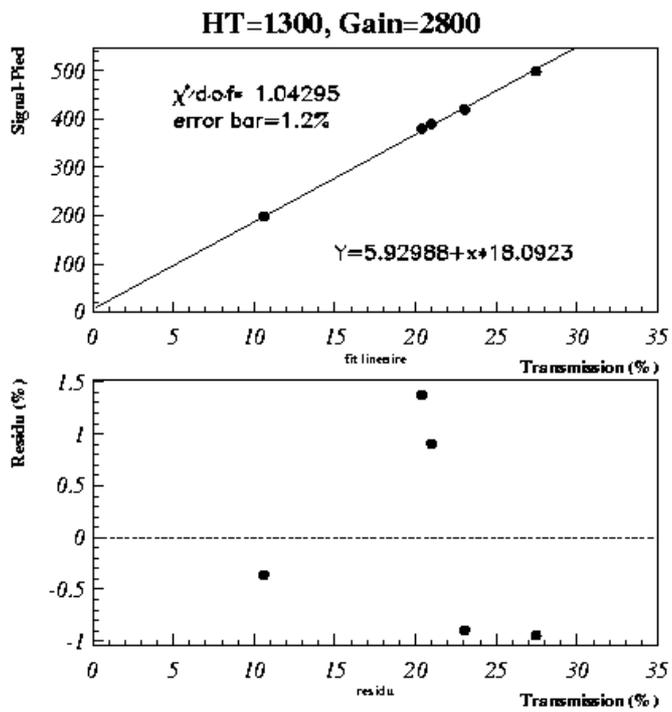
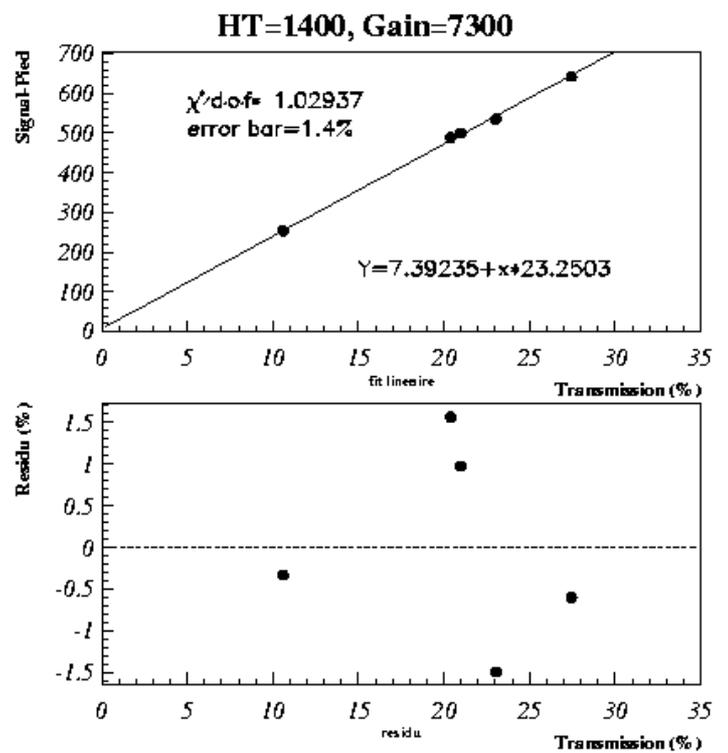


Figure 5 : Courbe de linéarité base n°1 (1300 V)

Figure 6 : Courbe de linéarité base n°1 (1400 V)



3) Conclusion.

Les bases qui ont été faites et testées pour l'expérience correspondent au cahier des charges à savoir :

- un gain diminuée d'un facteur ≈ 30 par rapport aux bases Happex' (cf. figure 2),
- une bonne linéarité (cf. figure4, 5 et 6).