

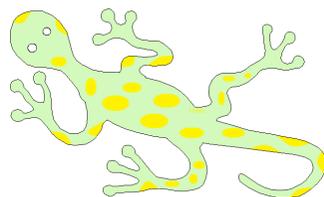
TABLE DES MATIÈRES.

Renseignements généraux et caractéristiques	P 0 1
<i>Menu Afficher TRACE</i>	P 0 2
<i>Décalage latéral de la TRACE</i>	P 0 3
<i>MENU Numériser</i>	P 0 4
<i>Le mode ALTERNATIF</i>	P 0 5
<i>Amplification durant l'échantillonnage</i>	P 0 5
<i>Sous-menu SYNCHRONISATION</i>	P 0 6
<i>Sauvegarde des enregistrements en EEPROM</i>	P7 et P8
<i>Affichage des Fenêtres individuelles</i>	P 0 9
<i>Récupération des enregistrements EEPROM</i>	P 1 0
<i>Exporter la TRACE vers le Moniteur de l'IDE</i>	P 1 0
<i>Réaliser simplement un graphe pour archivage</i>	P 1 1
<i>Menu du RESET</i>	P 1 2
<i>Nature des traces générées dans le Menu du RESET</i>	P 1 3
<i>Le menu SURPRISE</i>	P 1 4
<i>Gestion logicielle de la BASE de TEMP</i>	P 1 5
<i>Organisation de l'écran graphique</i>	P 1 6
<i>Organisation de l'EEPROM</i>	P 1 7
<i>Codage du Calibre</i>	P 1 7
<i>Contenu de l'EEPROM</i>	P 1 9
<i>Contenu de l'EEPROM</i>	P 2 0
<i>SCHÉMA ÉLECTRIQUE du circuit imprimé principal</i>	P 2 1
<i>Circuit imprimé du petit clavier</i>	P 2 3
<i>Divers branchements</i>	P 2 3
<i>Circuit imprimé Principal</i>	P 2 4

Note pour le bas de la page 3 : La saisie de l'orientation du potentiomètre donne une numérisation qui peut fluctuer à ± 1 comme pour toute valeur binaire issue d'une mesure. Il en résulte parfois une instabilité latérale qui peut agacer. Il suffit d'utiliser la touche HAUT avec *clac long* pour suspendre le décalage latéral.

Abréviations utilisées dans ce manuel :

- **BdT** : Base de Temps.
- **BFdP** : Bouton Flèche du Potentiomètre.
- **B.P.** : Bouton Poussoir du petit clavier.



OSCILLOSCOPE NUMÉRIQUE.



- Surcharge permanente tolérée sur **E** : $\pm 15V$. (*15V~ efficace*)
- Surcharge inférieure à 10 secondes sur **E** : $\pm 40V$. (*40V~ eff.*)
- Impédance d'entrée 330K Ω . (*Calibre 5V en entrée E.*)
- Impédance d'entrée 12K Ω en mode ALTERNATIF.
- Signal étalon "carré" : 490Hz avec amplitude 4V crête.



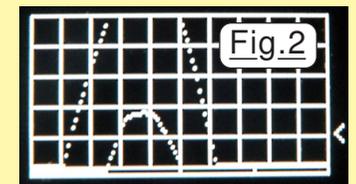
IMPORTANT : Pour éviter des représentations du signal erronées, toujours partir d'une BdT de valeurs faible et augmenter progressivement la BdT entre deux captures. Fig.1



ATTENTION : Actuellement les courbes "filaires" ne sont plus en PIXELS.



ATTENTION : On ne doit utiliser l'amplification par deux, c'est à dire le calibre 2,5V que si le signal pour toute la durée mémorisée ne dépasse pas la valeur du calibre. On ne doit utiliser l'amplification x4 que si le signal pour toute la durée mémorisée ne dépasse pas 1,25v. C'est pour faciliter l'observation des dépassements de ces deux seuils que par défaut c'est le calibre 5v qui est initialisé dans l'ouverture de la fonction Numériser.

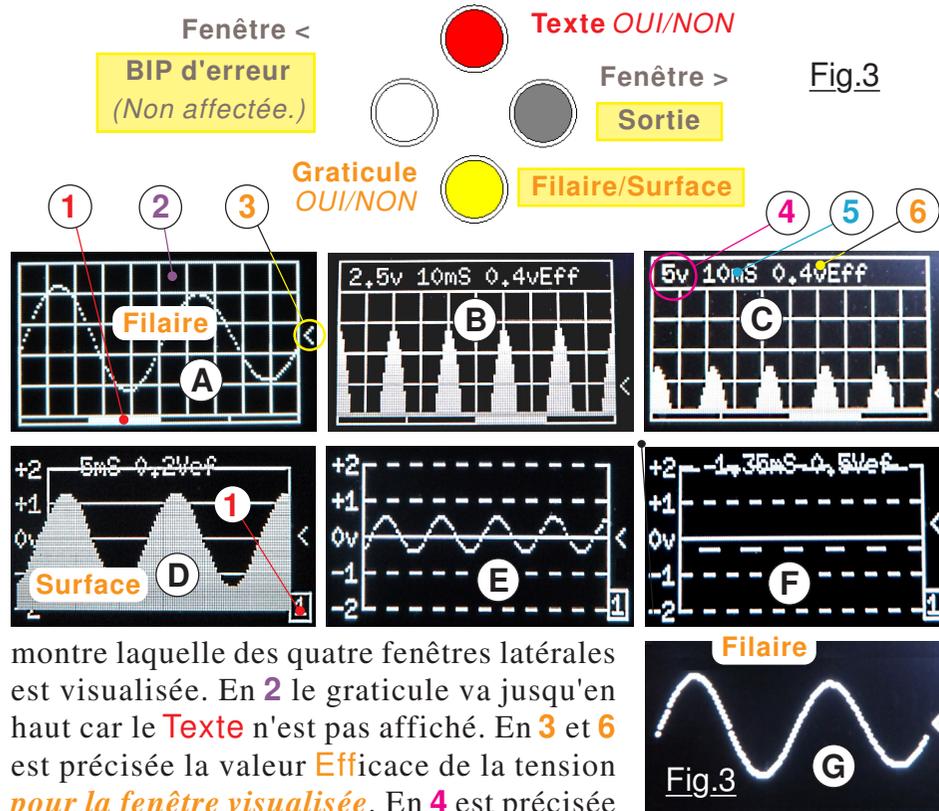


NOTE : Le MENU de BASE ignore *clac court* / *clac long*. La LED tricolore éclaire en bleu durant ce menu.

Menu Afficher TRACE. (MENU de BASE)

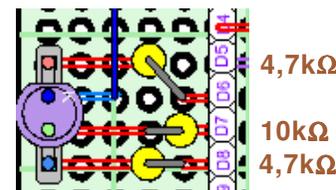
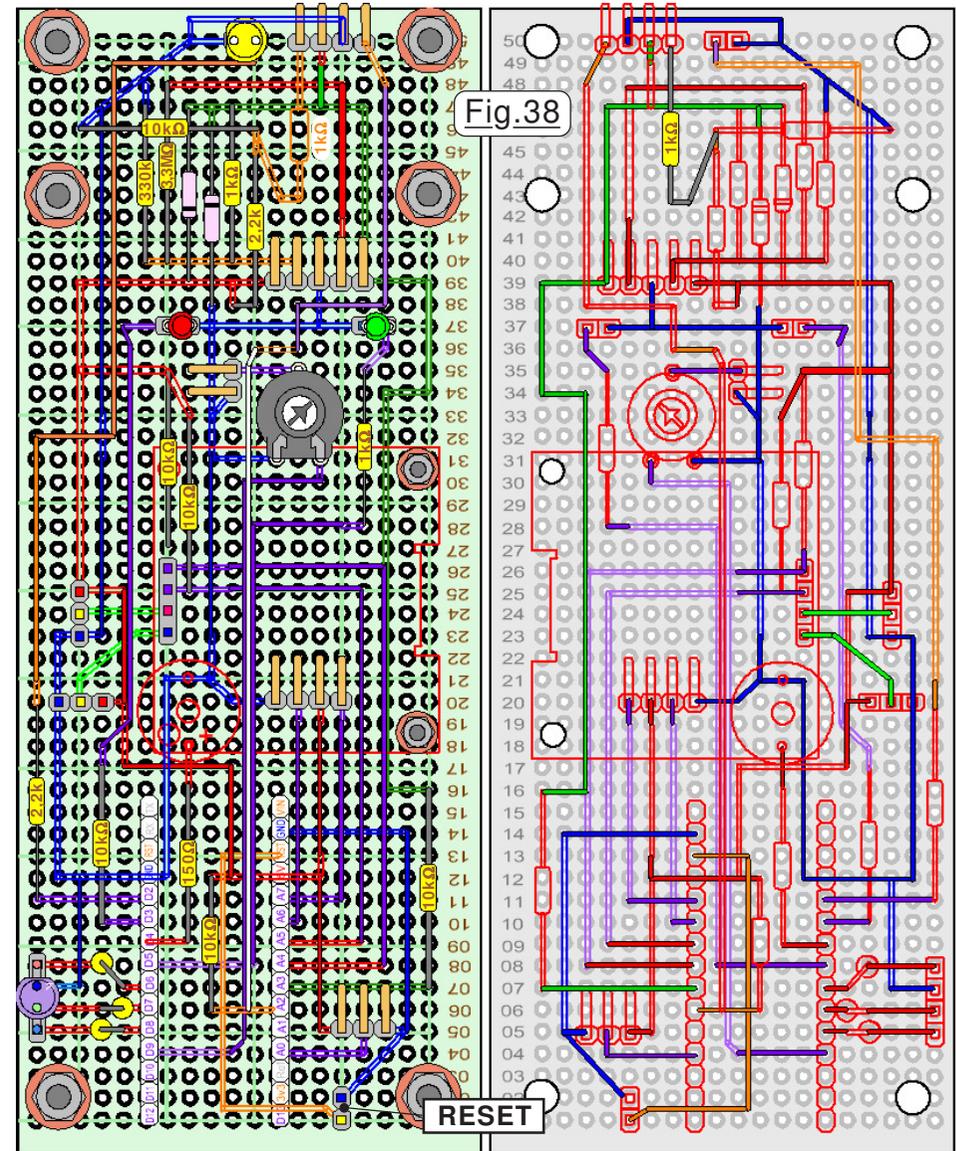
Pour cette fonction la répartition des actions est résumée sur la Fig.1 avec surligné en jaune les fonctions déclenchées par un **clic long**. Les trois exemples **A**, **B** et **C** de la Fig.3 sont relatifs à une capture en mode courant continu alors que **D**, **E** et **F** sont en **ALTERNATIF**. En mode alternatif le graticule est en pointillés sauf si avec HAUT **clic long** on a opté pour un tracé continu. En **1** l'index

Si graticule ALTERNATIF repères Pointillé / Continu



montre laquelle des quatre fenêtres latérales est visualisée. En **2** le graticule va jusqu'en haut car le **Texte** n'est pas affiché. En **3** et **6** est précisée la valeur **Efficace** de la tension pour la fenêtre visualisée. En **4** est précisée l'**amplitude verticale** de capture des échantillons. (*Amplitude pour les cinq graduations en hauteur.*) Cette précision est inutile en mode **ALTERNATIF**. En **5** est indiquée la valeur de la **BdT** c'est à dire la durée pour une graduation en largeur. En **F** on distingue mal le signal des **Pointillés** raison pour laquelle avec une trace binaire il faut privilégier les traits **Continus**. Enfin en **G** toutes les options sont suspendues, seule la trace est affichée. (*Écran épuré au maximum.*)

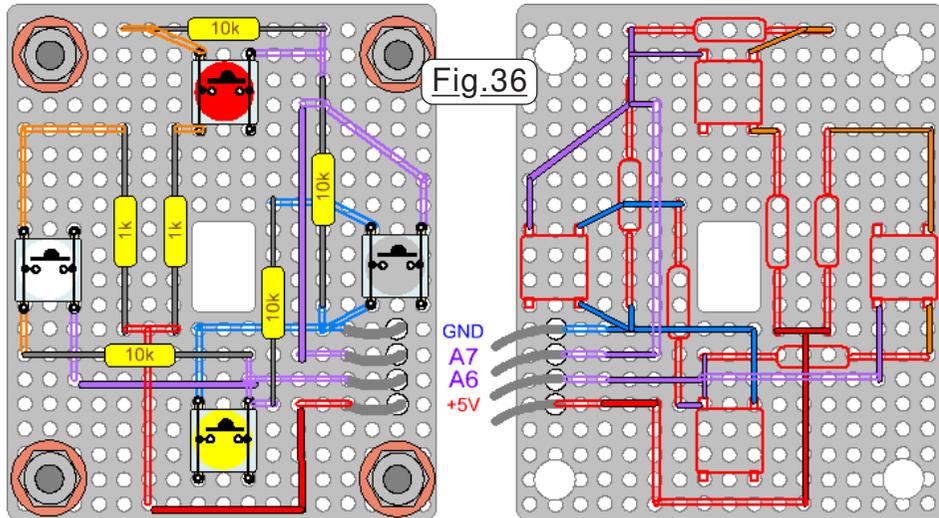
Circuit imprimé Principal.



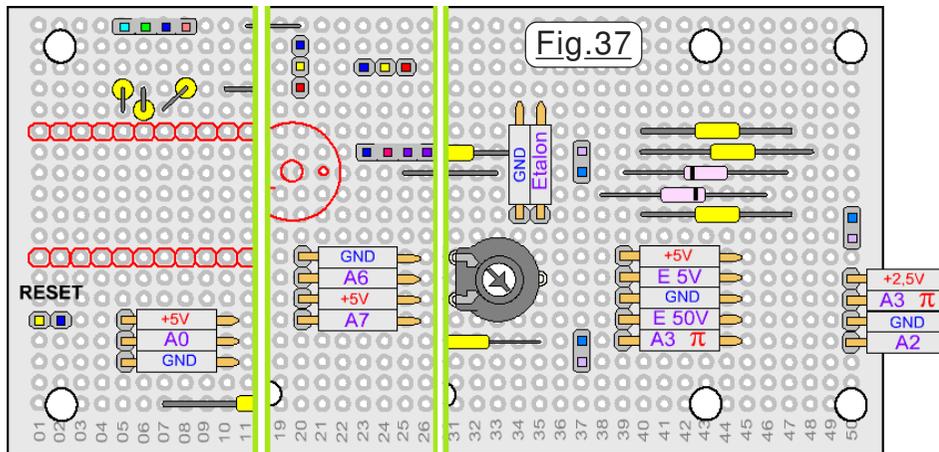
Note : Toutes les résistances de limitation de courant des LEDs sont choisies pour obtenir des éclairagements équivalents, car elles n'ont pas des rendements lumineux identiques. (*Choix expérimental.*)

de la source en **E** sont en parallèle via **R3** et **R4**. Du coup, l'impédance d'entrée de l'oscilloscope passe d'environ 330KΩ à environ 12kΩ. Du coup la pleine déviation se fait pour 4V, c'est à dire pour ± 2V en entrée **E** quand la tension "d'offset" est appliquée par la section **Inv1**. Pour que le logiciel soit informé de la configuration "Alternatif" **A2** est reliée à la section **Inv2** et forcée à +5Vcc par **R7** configuration banale. Quand l'inverseur passe en position travail, le mode "Alternatif" est configuré et **A2** se retrouve sur **GND** qui engendre un état "0".

Circuit imprimé du petit clavier.

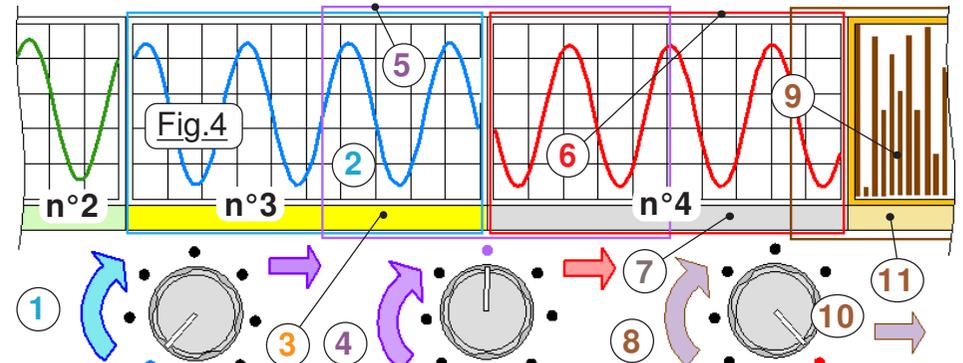


Divers branchements.

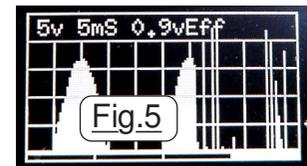


> Décalage latéral de la TRACE.

Lorsque la fonction d'affichage du signal capturé est active, le **BFdP** sert à décaler latéralement le signal affiché. Si l'on veut évaluer la durée d'une portion de la courbe pour en déduire la période et la fréquence, il faut pouvoir librement aligner l'une des transitions sur le graticule dans la fonction **Afficher TRACE**. Il suffit de faire tourner le potentiomètre pour *décaler la trace vers la gauche*. En position **0** la fenêtre n'est pas décalée. (Voir la Fig.4) Supposons que l'on a validé avec le curseur **3** la fenêtre **n°3** et que le potentiomètre soit en butée antihoraire. On visualise la courbe



contenue dans la fenêtre repérée par le cadre **2**. On tourne dans le sens horaire **1** la fenêtre se déplace vers la droite. Quand la flèche est vers le haut, on a balayé la moitié de l'amplitude possible de rotation. La fenêtre de visualisation repérée par le cadre **5** est à moitié sur **n°3** et à moitié sur **n°4**. On continue en **4** de tourner le **BFdP**. Lorsque la pleine rotation est appliquée, le décalage vers la droite est équivalent à la largeur d'une fenêtre, ce qui revient à afficher la section voisine **n°4** repérée dans le cadre rouge **6**. Un aléa se produit si on a indexé avec le curseur en **7** la fenêtre **n°4**. Tourner comme en **8**, le logiciel va aveuglément chercher à droite **10** dans la mémoire dynamique les octets en **9** qui suivent, comme s'il y avait une autre fenêtre (Coloriée en orange) avec le curseur virtuel **11**. Hors ce sont des données du programme qui contiennent des valeurs quelconques comprises entre 0 et 225. Du coup, on voit



sur la grille arriver comme sur la Fig.5 des affichages "quelconques". *Ce n'est pas du tout un problème majeur, il suffit d'y penser.*

Voir la **Note** en bas de la Page 24.

MENU Numériser.

ATTENTION : Actuellement les courbes "filaires" ne sont plus en PIXELS.

Pour cette fonction du MENU de BASE la répartition des actions est résumée sur la Fig.6 avec surligné en jaune les fonctions déclenchées par un *clac long*. Les options prioritaires sont invoquées

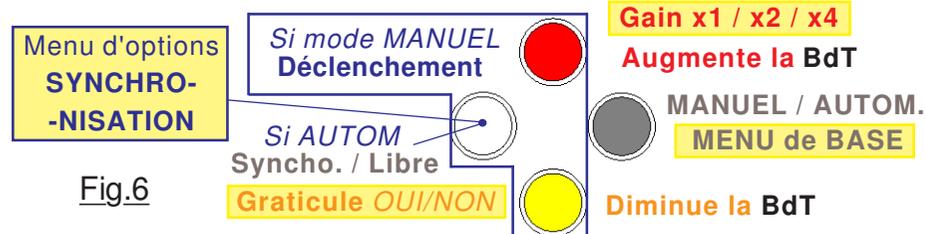


Fig.6

par un *clac court* pour des raisons de convivialité, et les directives secondaires avec un *clac long*. La petite LED rouge de $\phi 3\text{mm}$ s'allume dès que la trace arrive tout en haut du graticule car il y a soupçon de débordement par saturation. La petite LED verte de $\phi 3\text{mm}$ s'illumine dès que la TRACE vient contre le bas du graticule car il peut y avoir écrêtage par débordement en tension négative.

Pendant la capture des échantillons la LED tricolore s'illumine en vert. Dans cette fonction le mode "*Filaire*" ou "*Surface*" et l'*affichage du graticule où non* sont conservées. Le texte des conditions de captures est toujours présent. En 1 est précisée l'*amplitude verticale* de capture des échantillons. (*Amplitude pour les cinq graduations en hauteur.*)

En 2 est précisée la valeur de la BdT c'est à dire la durée pour une graduation en largeur. En 3 la lettre 'A' signifie Automatique, alors que 'M' précise le mode Manuel. En 4 la lettre 'N' signifie qu'un Niveau de Seuil est validé alors qu'un 'B' est à préférer pour un signal Binaire avec supposition d'un niveau TTL. (*TTL pour Transistor/Transistor/Logic fonctionnant entre 0 et +5Vcc.*) En 5 est affiché la nature du Front de déclenchement soit Descendant comme en Fig.7 ou Montant comme en Fig.8 sachant que le Seuil de synchronisation est imposé à +2,5V si l'option 'B' est validée car le signal injecté en

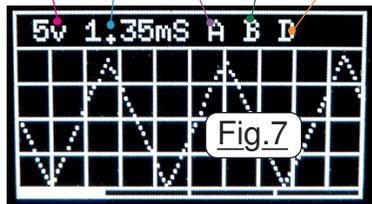


Fig.7

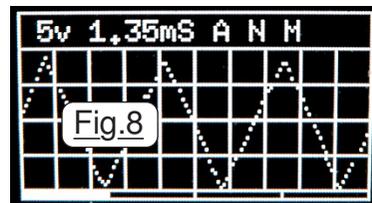


Fig.8

Par ailleurs, D4 peut générer de la PWM ce qui éventuellement pourrait servir pour gérer le bruitage. Pour la génération du signal étalon D9 facilite également l'étude du circuit imprimé. Pour la gestion des B.P. une seule entrée aurait été possible. Comme nous avons des broches de disponible "à revendre", il est préférable de "doubler la mise" car ainsi les seuils de décision sont plus éloignés les uns des autres ce qui favorise à l'élimination "du bruit" parasite.

Électronique des deux entrées E et 50Vcc.

C'est l'entrée E qui recevra les signaux à analyser pour une plage de 5V crête à crête. Pour mesurer des tensions plus élevées les deux résistances R1 de 330k Ω et de R2 de 3,3M Ω constituent un diviseur potentiométrique par dix. Supposons que l'on injecte sur l'entrée E une tension alternative ou une tension négative de -15V. (*Ou 15V~efficace*) La diode D2 est conductrice et court-circuite le signal sur GND. La tension en π est alors de -0,7V. L'entrée analogique de l'ATmega328 possède sa propre protection interne. Toutefois la documentation précise qu'il ne faut pas dépasser de $\pm 0,3\text{V}$ la tension nulle et celle du +Vcc. C'est la raison pour laquelle une résistance de 10k Ω de limitation de courant supplémentaire est insérée entre π et A3. Dans ces conditions c'est la résistance R3 de 1K Ω qui est en danger car soumise à 15V elle est traversée par un courant de 15mA. Elle dissipe une puissance de $15 \times 0,015 = 0,225\text{W}$. Prévue pour dissiper 1/4W elle peut supporter ce régime en permanence. Si l'on surcharge à $\pm 40\text{V}$ il ne faut pas dépasser dix secondes, car ensuite elle surchaufferait et serait en danger car soumise à 1,6W. Sur le calibre 50V on peut en principe aller jusqu'à 800V. L'intensité devient 242 μA . R2 est alors soumise à une puissance dissipée en chaleur de 0,19W qu'elle peut supporter en permanence. (*Attention toutefois à la tension d'isolement entre les broches du connecteur HE14 en entrée.*) Si la surcharge est positive on retrouve des puissances dissipées équivalentes. L'appareil à été soumis en E à une tension alternative de $\pm 15\text{V}$ crête durant plusieurs heures sans subir le moindre dommage. La tension écrêtée par les diodes D1 et D2 varie entre -0,7V et +5,8V.

Les deux résistances R5 et R6 constituent un diviseur de tension pour amener à environ +3,8Vcc le point π . Quand on bascule l'inverseur double en position travail, la tension en α , donc également en π chute à +2,3Vcc car maintenant R5 et l'impédance

... / ...

SCHÉMA ÉLECTRIQUE du circuit imprimé principal.

Pour **A4** et **A5** nous sommes tributaires de la bibliothèque **U8glib.h** qui utilise une ligne de dialogue de type I2C. (*Two Wire Interface.*) Pour gérer la LED triple, **D6**, **D7** et **D8** ainsi que **D2** pour la LED jaune et **D4** pour le bruiteur et **A0** pour **Pot** ont été choisies dans le but de faciliter l'implantation des composants sur le circuit imprimé.

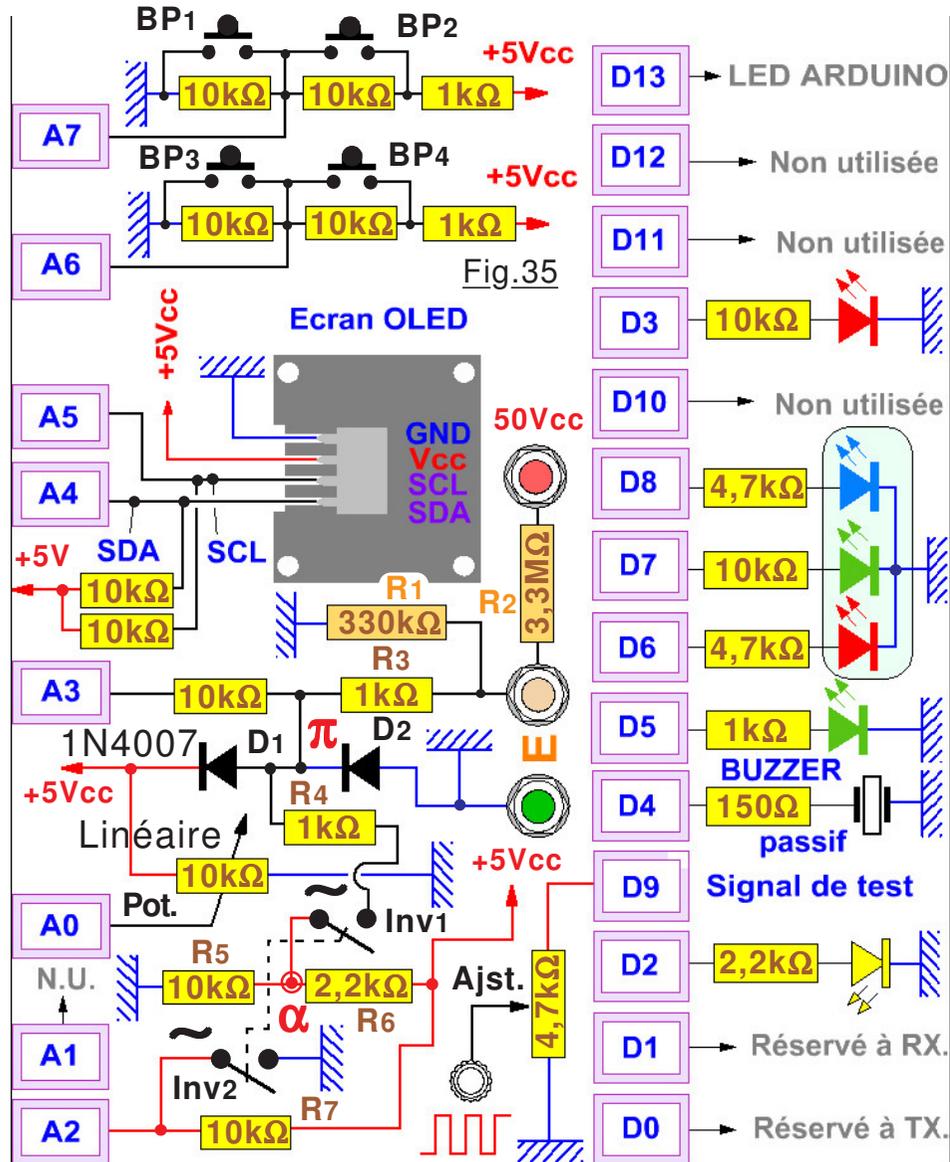
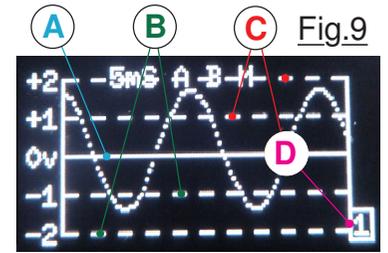


Fig.35

Page 5

E est de type **B**inaire. Si avec **GAUCHE** en *clac court* on valide l'option '**L**' on impose le mode **Libre** qui suspend les options de synchronisation. La capture se fait sans attendre des conditions en **4** et **5** qui ne sont alors plus affichés.



► Le mode **ALTERNATIF**.

Validé avec l'inverseur positionné sur \sim le graticule devient celui de la Fig.9 qui précise par rapport à la ligne zéro en **A** la tension présente en entré **E** avec sa polarité positive en **C** et négative en **B**. Ce nouveau graticule ne permet plus de visualiser l'index qui indique laquelle des quatre zones en largeur est affichée. Aussi, en **D** dans le petit cadre est précisée cette information. Consulter également l'option en **D** de la Fig.3 qui reste mémorisée.

Option	Synchro.	Remarque
3 : A	Mode	AUTOMATIQUE.
3 : M	Mode	MANUEL. (<i>LED triple en violet.</i>)
4 : L	Libre	Suspend 4 et 5 . Synchronisation
4 : N	Niveau	Déclenche au niveau du Seuil .
4 : B	BINAIRE	Force le seuil à +2,5V. (<i>TTL.</i>)
5 : M	Transition	Déclenche sur Front M ontant
5 : D	Transition	Déclenche sur Front D escendant.

ATTENTION : Si la tension de seuil est supérieure au maximum du signal le système reste figé jusqu'à injection d'un signal de tension suffisante ou d'un **RESET**.

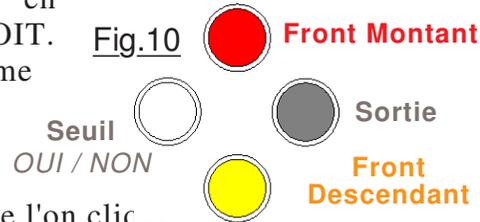
Consulter l'encadré de la Fig.2 en page de garde.

► Amplification durant l'échantillonnage.

Modifier le gain par logiciel en permutation circulaire x1, x2 et x4 en entrée se fait avec **HAUT** en *clac long*. À titre d'exemple c'est le cas sur la Fig.3 en **B** qui montre un signal alternatif dont les "arcs négatifs" sont éliminés par la protection électronique. Sur cette photographie on peut vérifier que l'amplitude verticale à pleine échelle est choisie à **2,5V**, c'est à dire avec l'amplification x2. Chaque graduation est équivalente à 0,5v. **Consulter l'encadré de la Fig.1 en page de garde.**

Sous-menu SYNCHRONISATION.

Il s'obtient par un *clac long* sur GAUCHE dans le menu *Numériser* décrit en page 4. C'est durant la saisie des échantillons qu'il faut pouvoir modifier les conditions "en temps réel" sans avoir à sortir de la fonction. C'est donc, comme montré sur la Fig.6 avec la touche de GAUCHE en *clac long* que l'on ouvre ce sous-menu lorsque la fonction d'échantillonnage est en cours. L'affectation des touches de la Fig.10 ignore la notion de *clac court* ou de *clac long* et la sortie se fait de façon "standard" en utilisant le bouton poussoir DROIT.



L'entrée dans cette fonction allume dans la LED tricolore la composante bleue pour inviter à utiliser l'une des touches du mini clavier. Précisé en 1 lorsque l'on clique sur la touche du HAUT ou celle du BAS on modifie la nature du Front qui engendrera le déclenchement. Haut valide une variation Montante affichée FM en 3 alors que BAS valide le front Descendant qui est indiqué par FD. Cette transition sera prise en compte aussi bien sur des signaux analogiques que sur des traces binaires. En



présence de ce menu, l'orientation du bouton flèche du potentiomètre est prise en compte et transposée entre 0 et +5Vcc avec visualisation analogique sur la rampe verticale 5 et numérique à proximité en 4. En 2 sur la Fig.11 on peut valider ou suspendre le niveau de Seuil de déclenchement. Quand on suspend

cette option la synchronisation ne tient plus compte de la valeur de la tension mais déclenche la numérisation dès que la tension est au dessus ou en dessous de +2.5V en fonction du Front sélectionné. Ignorer le seuil de déclenchement est à utiliser quand le signal est de type binaire de type TTL pour pouvoir déclencher sur une transition "verticale". Dès la sortie de ce menu les contraintes sont immédiatement prises en compte sauf si on valide le mode Libre. La sortie de ce sous-menu se fait avec la touche de DROITE quelle que soit la durée du clic.

➔ Voir l'encadré en bas de Page 14.

ADRS	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F
0384	0	9	0	A	0	B	0	C	0	D	0					
0400	E	0	F	d	u		R	E	S	E	T	B	d	T	.	
0416	V	e	r	s	i	o	n		O	/	N	.	0	.	6	4
0432	3	S	0	.	1	6	S	I	n	i	t	P	I	L	E	
0448	-	T		S	=	s	u	r	V	e	r	s				
0464	i	o	n		o	g	i	c	i	e	l	l	e	(	F	
0480	E	6	A	A	)	s	i	g	n	a	l	b	a	u	d	
0496	.	C	a	i	b	r	e	v								
0512	o	r	t	e	s	u	r	U	S	B	:	S	i			
0528	n	u	s	o	i	d	a	l	.	..	00	02	02	02	02	02
0544	02	02	02	02	80	8D	9A	A7	B3	BF	CA	D4	DC	E5	EC	F2
0560	F5	F9	FB	FC	FA	F8	F4									A5
0576	98	8C	7F	73	67	5B	4F									0D
0592	0C	0C	0C	0E	12	16	1C									74
0608	80	8B	97	A2	AD	B7	C1									ED
0624	EB	E9	E6		DC	D6	CF									75
0640	6A	5F	55		43	3B	33	2C	27	22	1E	1C	1B	1B	1B	1D
0656	20	24	29		36	3D	45	4E	58	61	6B	75	80	8A	94	9D
0672	A7	B0	B8		C6	CC	D2	D6	D9	DB	DD	DE	DC	DA	D8	D4
0688	CF	CA	C4		B5	AD	A5	9C	92	89	80	76	6D	64	5B	53
0704	4C	45	3E		34	30	2D	2A	2A	2A	2A	2B	2F	32	36	3B
0720	41	47	4E		5E	66	6E	77	80	88	91	99	A0	A8	AF	B6
0736	BB	C0	C5		CB	CD	CE	CF	CC	CC	CA	C7	C2	BE	B9	B3
0752	AC	A5	9E		BF	87	80	78	70	69	61	5A	55	4F	49	44
0768	41	3E	3B		B9	39	39	3A	3D	40	43	47	4C	51	57	5D
0784	64	6A	71		80	87	8D	94	9A	A0	A6	AC	B0	B4	B8	BB
0800	BC	BE	BF		BE	BD	BB	B9	B5	B2	AE	A9	A3	9E	98	92
0816	8C	86	7F		73	6D	68	62	5D	59	54	51	4E	4B	49	48
0832	48	48	48		4B	4D	50	53	57	5B	60	65	6A	6F	74	7A
0848	7F	85	8A		94	99	9D	A2	A5	A8	AB	AD	AE	AF	B0	B1
0864	AF	AE	AD		A8	A6	A2	9F	9B	97	92	8E	89	84	80	7B
0880	76	72	6E		56	63	60	5D	5B	59	58	56	57	57	57	57
0896	59	5B	5D		53	65	69	6C	70	74	78	7C	80	83	87	8B
0912	8E	91	95		9A	9C	9E	9F	A0	A1	A1	A2	A0	A0	9F	9E
0928	9B	99	97		92	8F	8C	89	86	83	7F	7C	79	77	74	71
0944	6F	6D	6B		58	67	66	65	66	66	66	66	68	69	6A	6B
0960	6E	6F	71	74	76	78	7B	7D	7F	82	84	86	88	8A	8C	8E
0976	8E	90	91	92	92	92	92	93	91	91	91	90	8E	8D	8C	8B
0992	89	87	86	84	83	81	80	7E	7D	7B	7A	79	78	77	76	75
1008	75	75	74	74	75	75	75	75	76	76	77	77	79	79	7A	7B

Fig.34

Vaut 00 pour false, 01 pour true. Booléen d'affichage du LOGO.

Organisation et contenu de l'EEPROM.

En A on stocke Calibre vertical et Base de Temps sélectionnés durant la saisie des échantillons. Pour la sauvegarde en mode Quatre TRACES c'est la fenêtre présente sur la page écran qui est stockée, avec son décalage potentiométrique. C'est important car ainsi on conserve la coïncidence des transitions qui étaient initiées par l'opérateur avec les graduations du graticule. Analyse en Page 17.

Contenu EEPROM du Dimanche 4 Decembre 2023.

Remplissage EEPROM avec des \$FF.

Fig.33

Ecriture en EEPROM des textes :

```
MENU de BASE.HAUT : BAS : Afficher TRACE.GAUCHE : Menu
Menu EEPROM.DROITE : Sortie USB.1.35mS1.252.5v VeffNu
m.ÉriserSYNCHRONISATION.H : FM.B : FD.G : Seuil > D : S
ortie.OUINONBASE de TEMPSDurée : Total : Fenêtr e : Pas
de TRACE !EffacerLongue QuatreEEPROM.Recharger.Sauvega
garder.Complète.ChangeATTENTION : 4On les remplace ? 1
a S.)Listage du contenu de l'ADRS 00 01 02 03 04 05 0
6 07 08 09 0A 0B 0C 0D 0E 0Fdu RESETBdT.Version O/N.
0.643S0.16SinitPILE - TAS = surVersion logicielle(FE6A
E)signalbaud. Calibrev Exporte sur USB :Sinusoïdal.
```

Inscription des Echantillons en EEPROM.

ADRS	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F
0000	M	E	N	U	d	e		B	A	S	E	.	H	A	U	
0016	T	:		B	A	S	:	A	f	f	i	c	h			
0032	e	r		T	R	A	C	E	.	G	A	U	C	H	E	
0048	:	M	e	n	u		E	E	P	R	O	M	.	D	R	
0064	O	I	T	E	:	S	o	r	t	i	e	U	S			
0080	B	.	1	.	3	5	m	S	1	.	2	5	2	.	5	v
0096		V	e	f	f	N	u	m	É	r	i	s	e	r	S	Y
0112	N	C	H	R	O	N	I	S	A	T	I	O	N	.	H	
0128	:	F	M	.	B	:	F	D	.	G	:					
0144	S	e	u	i	l	>	D	:	S	o	r	t				
0160	i	e	.		O	U	I	N	O	N	B	A	S	E		
0176	d	e		T	E	M	P	S	D	u	r	É	e	:		
0192	T	o	t	a	l	:	F	e	n	É	t	r	e			
0208	:	P	a	s	d	e	T	R	A	C	E	!				
0224	E	f	f	a	c	e	r	L	o	n	g	u	e	Q	u	
0240	a	t	r	e	E	E	P	R	O	M	.	R	e	c	h	a
0256	r	g	e	r	.	S	a	u	v	e	g	a	r	d	e	r
0272	.	C	o	m	p	l	É	t	e	.	C	h	a	n	g	e
0288	A	T	T	E	N	T	I	O	N	:	4	O	n			
0304	l	e	s		r	e	m	p	l	a	c	e	?			
0320	l	a	S	.	)	L	i	s	t	a	g	e	d	u		
0336	c	o	n	t	e	n	u	d	e	l	'	A				
0352	D	R	S		0	0		0	1		0	2		0	3	
0368	0	4		0	5		0	6		0	7		0	8		

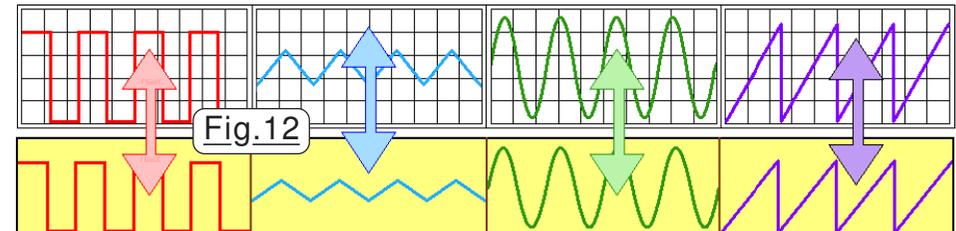
Page 7

Sauvegarde des enregistrements en EEPROM.

Lorsque dans le MENU de BASE on clique sur la touche de GAUCHE *clic court* ou *clic long* on ouvre le MENU EEPROM de la Fig.13, la LED triple passant alors du bleu au vert pour mettre en évidence ce changement de page écran sur OLED avec des commandes spécifiques à invoquer avec les touches du clavier.

➤ La sauvegarde de plusieurs fenêtres.

En général, le signal que l'on a échantillonné est périodique, et l'intégralité de l'enregistrement est une suite continue de "motifs" qui se répètent. Dans ce cas, déplacer le curseur de fenêtre en fenêtre ne fait que montrer des traces qui sont analogues, la manipulation n'apportant pas d'information supplémentaire. Sauvegarder l'intégralité des 476 échantillons n'est alors plus



pertinent, on "gaspille" la place disponible dans les partitions 1, 2, 3 et 4 de la Fig.34 en page 19. Il est dans ce cas bien plus utile, comme représenté sur la Fig.12 de ne sauvegarder que l'une des fenêtres dont on précisera l'ordre. Dans ce cas elle ne prend que 119 cellules et l'on utilise la partition mise en évidence par les limites de zones marron de la Fig.34 avec les quatre zones 10, 11, 12 et 13 pour des fenêtres indépendantes. Ce n'est que pour un échantillonnage dont la forme d'onde varie sur l'intégralité de "la largeur" de l'enregistrement qu'il est intéressant de ne sauvegarder qu'une seule trace étendue. Le Menu EEPROM montré en Fig.13 propose trois actions de base. La nature de l'enregistrement actuellement présent en mémoire EEPROM est précisé en A le texte étant Longue TRACE ou Quatre TRACES. Ainsi l'opérateur est informé du type d'informations qu'il s'apprête à "écraser".

MENU EEPROM, Fig.13

HAUT : Effacer, A

GAUCHE : Recharger,

DROITE : Sauvegarder,

(Longue TRACE,)

Sauvegarde en EEPROM. (SUITE.) ... / ...

Enfin, ce sous-menu peut nous informer comme sur la Fig.14 en **A** que ce n'est pas la peine d'insister avec les commandes possibles car la zone des échantillons est actuellement entièrement effacée et ne contient pas d'échantillons. Si on désire effacer entièrement la zone réservée aux 476 échantillons en EEPROM en la remplaçant par

(Quatre TRACES.)

(Longue TRACE.)

des valeurs zéro, on clique sur le bouton HAUT qui en Fig.15 montre la page-écran qui demande confirmation. En effet, on pourrait avoir cliqué sur la touche par mégarde et vouloir ne pas engager l'effacement. Cette demande de confirmation engendre également l'allumage en rouge de la LED tricolore. Les touches BAS ou DROITE ramènent directement au MENU de BASE avec retour au bleu de la LED triple. (Clic court suffisant.) Même effet si on accepte l'effacement avec toutefois un délai d'environ deux secondes correspondant à l'écriture des 476

Effacer TRACE ?
HAUT : OUI.
BAS : NON.
DROITE : Sortie.

Fig.15

zéros dans les cellules EEPROM. Étant dans le MENU EEPROM de la Fig.13, cliquer sur GAUCHE fait passer la LED triple en cyan, génère un BIP sonore d'erreur et affiche Pas de Trace ! avec attente d'une touche au clavier. N'importe lequel des quatre boutons poussoir fait revenir au MENU de BASE LED triple à nouveau en bleu. Étant en MENU EEPROM, quand on clique sur la touche de DROITE la LED triple passe en rouge avertissant que les commandes de la Fig.16 peuvent faire perdre des données. (Si cette page écran s'affiche, c'est qu'il y a bien présence d'une TRACE en EEPROM.) Si on clique sur HAUT et que la mémoire contient actuellement des traces individuelles, la page écran de la Fig.17 s'ouvre et le logiciel

zéros dans les cellules EEPROM. Étant dans le MENU EEPROM de la Fig.13, cliquer sur GAUCHE fait passer la LED triple en cyan, génère un BIP sonore d'erreur et affiche Pas de Trace ! avec attente d'une touche au clavier. N'importe lequel des quatre boutons poussoir fait revenir au MENU de BASE LED triple à nouveau en bleu. Étant en MENU EEPROM, quand on clique sur la touche de DROITE la LED triple passe en rouge avertissant que les commandes de la Fig.16 peuvent faire perdre des données. (Si cette page écran s'affiche, c'est qu'il y a bien présence d'une TRACE en EEPROM.) Si on clique sur HAUT et que la mémoire contient actuellement des traces individuelles, la page écran de la Fig.17 s'ouvre et le logiciel

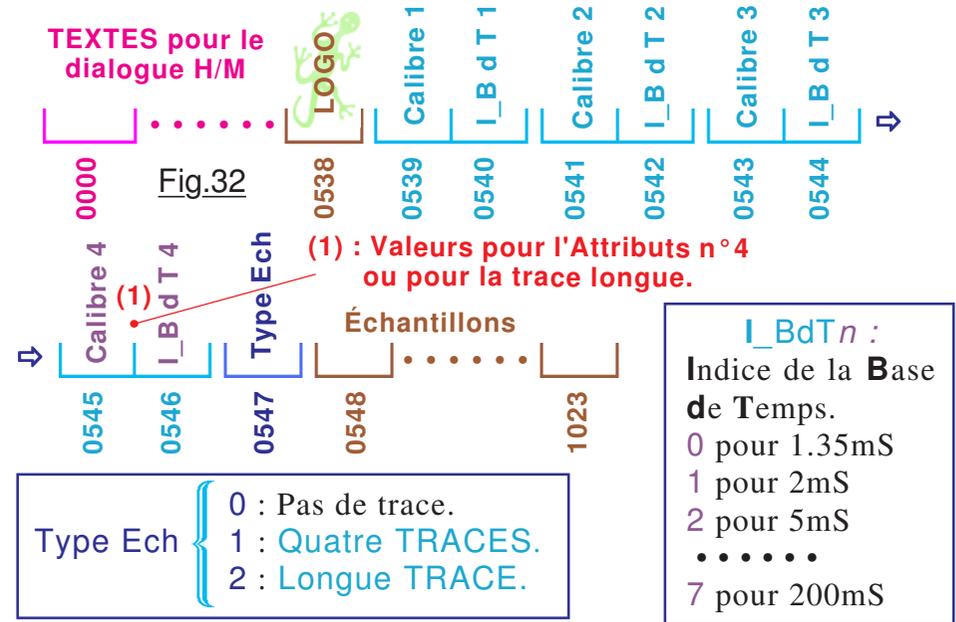
Sauvegarde TRACE ?
HAUT : Complète.
BAS : Fenêtre
GAUCHE : Change
DROITE : Sortie.

Fig.16

ATTENTION : 4 TRACES.
On les remplace ?
HAUT : OUI.
BAS : NON
DROITE : Sortie.

Fig.17

Organisation et contenu de l'EEPROM.



Codage de Calibre.

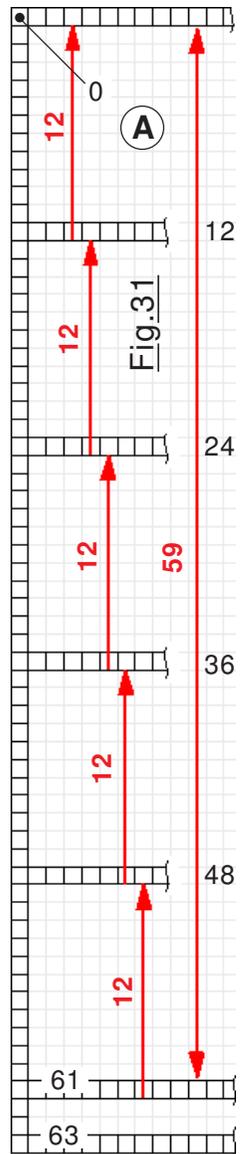
Calibre, nommé Gain dans le logiciel, représente le nombre de décalages à droite effectué pour diviser la valeur numérisée de l'échantillon. La numérisation se fait sur un int avec une définition de 1024 alors que l'écran ne totalise que 59 PIXELs de hauteur. Il faut diviser cette valeur par 4 soit $1024 / 4 = 256$ qui peut alors être codée et enregistrée comme un byte. (byte TRACE [476];)

Lorsque Gain = 2,1,0 le signal sera "multiplié" par 0, 2 et 4.
Si Gain = 3 alors on est en mode ALTERNATIF.

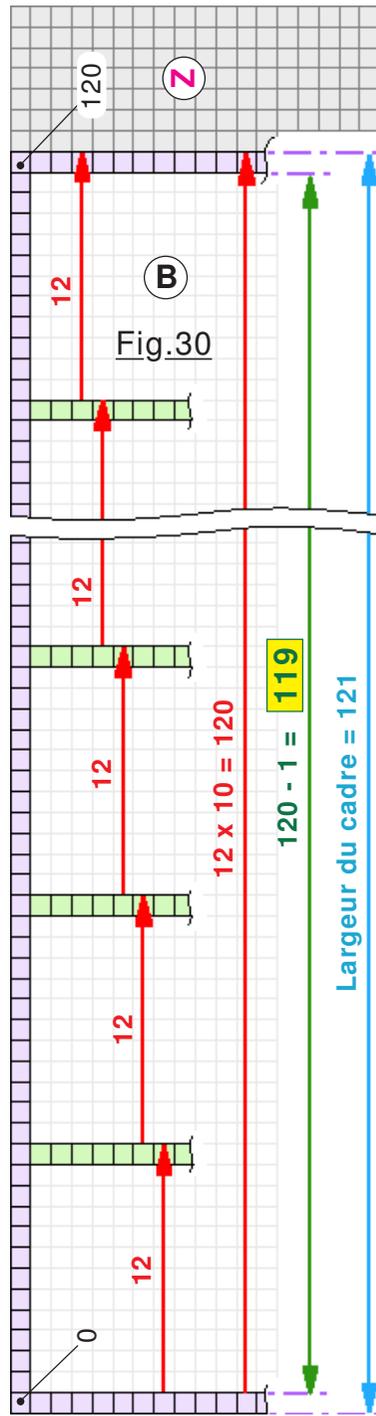
OPTIMISATION de l'ENREGISTREMENT : Chaque colonne de PIXELs de l'afficheur réservée à la représentation du signal enregistré correspondra à un échantillon. Sur une fenêtre d'écran on ne peut présenter au maximum que 119 points en largeur. Il est donc inutile d'en stocker plus en mémoire. Un enregistrement en zone RAM ou en mémoire non volatile EEPROM sera composé de 4 x 119 numérisations soit 476 échantillons.

Contraintes imposées par les limites de l'écran graphique.

Le nombre de PIXELS en hauteur par graduations est de $64 / 5 = 12,8$ que l'on arrondi à 12. En largeur les éléments de la grille sont carrés. On en placera



128 / 12 = 10,6 arrondi à 10. En **A** le dessin représente le coté gauche de la mosaïque. La plus grande hauteur disponible pour représenter la TRACE sera de 12 x 5 moins un pour la ligne du bas du cadre. **La TRACE sera limitée à 59 PIXELs en hauteur.** En largeur les dix graduations de large repérées en verts clair sur le dessin **B** totalisent 12 x 10 = 120 PIXELs. La dernière "colonne graduée" a son coté droit qui coïncide avec le cadre violet pastel. La largeur totale du cadre fait donc 121 pavés de largeur numérotés de 0 à 120. La courbe du signal occupera en largeur **119 PIXELs** de la colonne n° 1 à la colonne n° 119.

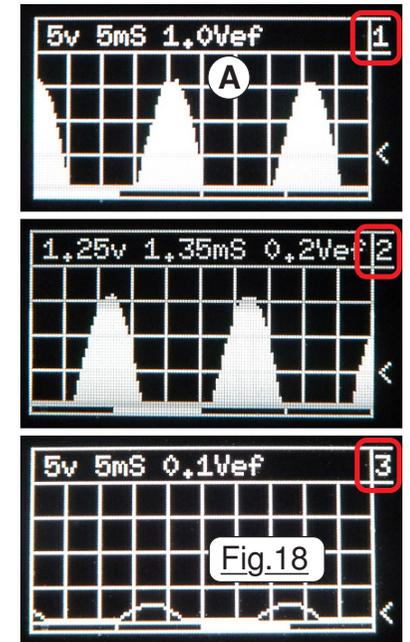


Largeur du cadre = 121

attend confirmation. Le refus ramène au MENU de BASE. Si l'on persiste, un texte précise "Sauvegarde la Longue." durant environ deux seconde puis il y a retour au MENU de BASE. Si l'on désire sauvegarder une Fenêtre, c'est dans ce cas qu'au préalable il devient pertinent d'effacer l'EEPROM. Avec la touche de GAUCHE on peut changer à convenance le numéro de la fenêtre qui pourra être sauvegardée. Chaque clic sur GAUCHE change l'ordre en permutation circulaire et le précise dans le petit encadré situé à hauteur de la ligne de texte **BAS : Fenêtre**. Cliquer sur cette touche GAUCHE aura pour effet de sauvegarder les 119 valeurs des échantillons relatifs à la Fenêtre concernée par l'index de sélection du bas de la page écran d'affichage des traces. C'est la zone affichée de la courbe qui est mémorisée, c'est à dire que le décalage latéral de la visualisation avec le potentiomètre est pris en compte. Seule l'une des zones **1, 2 3** et **4** de la Fig.34 en page 19 désignée par la touche GAUCHE sera remplacée par les nouvelles données.

➤ Affichage des Fenêtres individuelles.

Fenêtre élémentaire au lieu de Longue TRACE, la Fig.18 en donne des exemples, ne modifie en rien l'aspect de l'affichage, il n'est pas évident pour l'opérateur de s'en rendre compte au premier coup d'œil. Aussi, pour attirer son attention le numéro de la fenêtre est ajouté dans l'encadré rouge sur les trois images. Ce détail prévient l'opérateur qu'il s'agit bien d'une *fenêtre élémentaire*, et que par conséquent *les attributs ne sont relatifs que pour la page écran affichée*. Quand on change de fenêtre les valeurs sont mises à jour. Par exemple en **A** le calibre était de 5V et la base de temps de 5mS par graduation horizontale. Pour chaque fenêtre la valeur de la tension efficace est recalculée. Dès que l'on procède à un nouvel échantillonnage, l'intégralité de la "largeur" lui est attribuée et automatiquement on revient en Longue TRACE.



Récupération des enregistrements EEPROM.

Si l'EEPROM contient une trace **Longue** ou de type Fenêtre, cliquer sur GAUCHE allume la LED triple en cyan et affiche la page écran de la Fig.15 avec attente d'une confirmation. La touche de GAUCHE est sans effet mis à part qu'elle déclenche un BIP d'erreur. Les trois boutons poussoir en **clac court** ou **clac long** font revenir au MENU de BASE. Seul celui du HAUT recharge l'intégralité de la zone d'échantillons en "écrasant" ce qui était présent en mémoire vive.

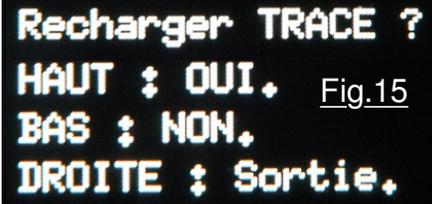


Fig.15

Exporter la TRACE vers le Moniteur de l'IDE.

Lorsque dans le MENU de BASE on clique sur la touche de DROITE **clac court** la LED triple passe alors au rouge durant une seconde environ et l'écran OLED affiche "Exporte sur USB :". Puis il y a retour au MENU de BASE la LED tricolore étant à nouveau bleu azur. Pour bénéficier de cette fonction il faut au préalable avoir activé le Moniteur de l'IDE en 57600baud avec . (Ce qui impose un RESET à l'oscilloscope et oblige à réenregistrer la TRACE sauf si elle a été préservée en EEPROM.) On obtient un listage qui ressemble à celui de la Fig.16 avec en 1 l'information sur le type de trace numérisée. Si on est en présence d'une **Longue TRACE** l'indication des conditions d'enregistrement 2 se retrouve pour les quatre "blocs" 3 listant chacun les 109 échantillons enregistrés d'une fenêtre. Au contraire, pour 4 TRACES individuelles chaque champs 2 sera relatif à la fenêtre concernée, informations propres aux 119 échantillons en 3.

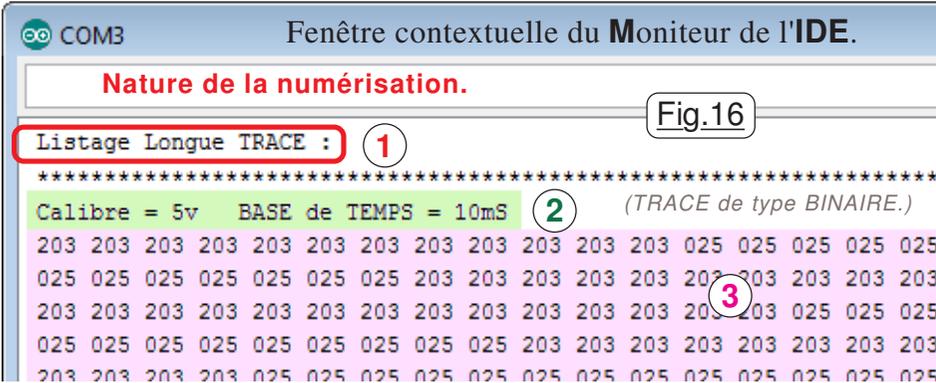
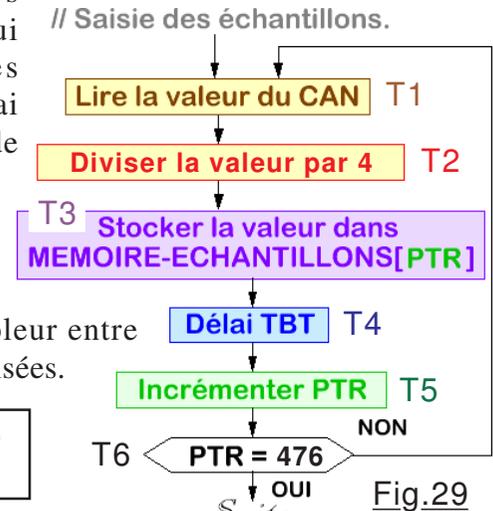


Fig.16

Gestion logicielle de la BASE de TEMP.

Il faut tenir compte du temps consommé par la CAN et celui nécessaire au stockage des données pour déterminer le délai à ajouter TBT entre la saisie de deux échantillons. Construire la base de temps revient à confier dans un tableau Valeurs_BT les grandeurs des délais qui seront imposées au microcontrôleur entre deux stockages de données numérisées.



$$BdT = T1 + T2 + T3 + T4 + T5 + T6$$

Le programme doit calculer à partir de la base de temps désirée, le délai T4 (Exprimé en µS.) qui ajustera avec précision le temps passé entre deux saisies d'échantillons :

$$TBT = T4 = BdT - (T1 + T2 + T3 + T5 + T6)$$

Les divers essais destinés à mesurer le temps de traitement pour (T1 + T2 + T3 + T5 + T6) ont donné comme résultat 112µS. Le calcul devient : TBT = (BdT * 1000 / 13) - 112 en µS. Avant d'activer une numérisation il suffira de faire appel à l'instruction TBT = Valeurs_BT[I_BdT]; et dans la boucle de saisie des 476 échantillons se contenter de la temporisation delayMicroseconds(TBT). On aboutit au tableau donné ci-dessous qui résume la liste des valeurs des diverses temporisations.

Temporisation entre deux échantillon en fonction de la BdT.

1mS	2mS	5mS	10mS	20mS	50mS	100mS	200mS
1µS	53µS	301µS	714µS	1540µS	4020µS	8152µS	16383µS
0	1	2	3	4	5	6	7

En réalité 1.35mS I_BdT L'instruction delayMicroseconds() est limitée à une valeur maximale de 16383.

Le menu **SURPRISE**.

C'est dans le **Menu du RESET** que l'on ouvre cette possibilité "cachée" avec un **clic long** sur la touche du HAUT. La LED triple s'illumine alors en "blanc". (La LED jaune clignote alors rapidement pour inciter l'opérateur à activer l'un des B.P.)

Avec HAUT **clic long** on ouvre le sous menu de la Fig.26 qui permet la fuite avec clic sur DROITE et retour au **Menu du RESET**. Dans

DROITE : Sortie.
Autres touches :
Changement du rapport
de fréquence. **A**
Un clic : Suite.

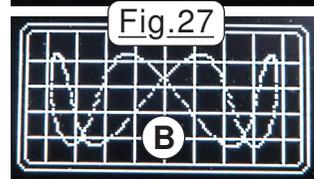


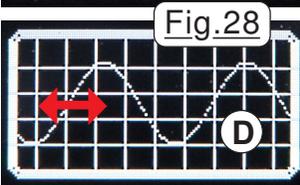
Fig.26

Menu de la **SURPRISE**.
HAUT : Postsynchroni-
-sation par satellite
BAS : Capture PHASE.
DROITE : Retour.

ce menu Fig.26 un clic sur le B.P. du HAUT ouvre la simulation de la Fig.27 **B** avec au préalable l'explication **A**. Dans cette page toute touche fait passer en **B** qui affiche une figure de LISSAJOUS. Cette dernière "tourne" simulant le changement de phase du signal reçu du à la rotation du satellite sur lui-même. Chaque clic autre que DROITE qui ramène au **MENU de BASE**

fait changer la fréquence "verticale" et augmente le nombre de lobes de la figure. Si en menu de la Fig.26 on valide l'autre option avec BAS on transite par la page **C** de la Fig.28 qui donne "la règle du jeu". La LED triple éclaire en orange comme pour le cas précédent. L'amplitude du signal fluctue simulant la désorientation de l'antenne due à la rotation du satellite. Pour ajuster la phase du récepteur à grand gain simulé, il faut positionner le potentiomètre pour annuler le décalage latéral symbolisé par la double flèche rouge sur la photographie **D**.

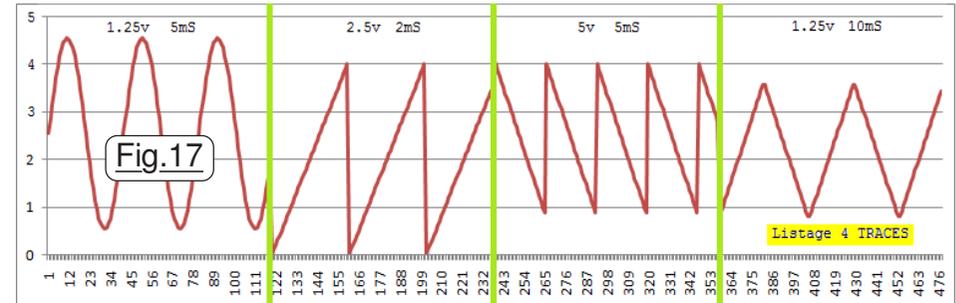
Tourner le
potentiometre
pour capturer
la PHASE. **C**
DROITE : Sortie.



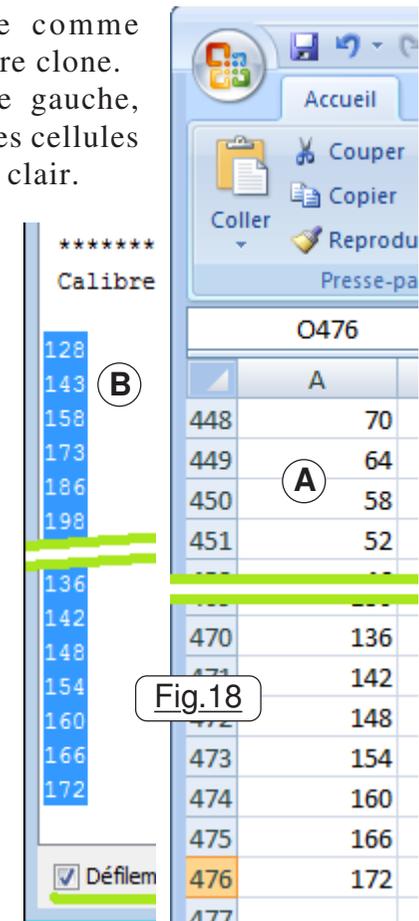
Option	État	Effet
Mode	AUTOM	Aucun effet sur les autres options.
Mode	MANUEL	Aucun effet sur les autres options.
Seuil	OUI	Impose la tension de seuil.
Seuil	NON	Force de seuil à +2,5V. (BINAIRE.)
Front	FM / FD	Front M ontan / Front D escendant.

> Réaliser simplement un graphe pour archivage.

Examinons dans ce chapitre un protocole possible visant à transformer une TRACE multiple exportée en un graphe analogue à celui de la Fig.17 par exemple.



- 1) ouvrir un tableur quelconque comme **Exel.com** par exemple ou tout autre clone.
- 2) Sélectionner dans la colonne de gauche, comme montré sur la Fig.18 en **A** les cellules sur **476** lignes qui deviennent gris clair.
- 3) Activer le **Moniteur de l'IDE** et exporter la trace en **mode colonne** par un **clic long** sur la touche de DROITE dans le **MENU de BASE**.
- 4) Utiliser "l'ascenseur latéral" pour sélectionner dans la colonne de gauche, comme montré sur la Fig.18 en **B** les 476 lignes.
- 5) **[CTRL c]** pour les copier.
- 6) Revenir vers le tableur qui garde la sélection des 476 cellules dans la colonne de gauche. **[CTRL v]** pour y coller toutes ces données ce qui donne le résultat montré en **A**.
- 7) Puis cliquer sur l'onglet **Insertion** > **Colonne** ou toute autre présentation possible, et avec les techniques du tableur utilisé on complète le graphe.



Menu du RESET.

Un redémarrage avec l'une quelconque des B.P. du clavier activée ouvre la page-écran de la Fig.19 qui offre quatre options avec un **clac court**. La première avec activation de la touche du HAUT invoque la fonction d'affichage de la Fig.20 qui fait passer la LED

```

BASE de TEMPS
Durée : 1,35mS
Total : 643S0,
Fenêtre : 0,16S
    
```

triple de vert à cyan. Haut et BAS augmentent ou diminuent la valeur de la **BdT** (*En permutation circulaire.*) et l'écran précise la durée de capture qui en résulte pour une fenêtre ou la totalité des 476 échantillons. Ce n'est qu'une page d'informations. Retour au **Menu du RESET** avec DROITE.

Ayant activé le **Moniteur de l'IDE** à 57600baud un clic sur BAS effectuée dans la fenêtre contextuelle le listage intégral du contenu de l'EEPROM comme on peut le voir sur la Fig.33 et la Fig.34 des pages 18 et 19 de ce livret avec un retour direct au **Menu du RESET**.

Avec un clic sur la touche de GAUCHE l'écran affiche le sous-menu de la Fig.21 et la LED triple passe en couleur cyan. En haut de cette page est précisée la place de disponible entre la **PILE** et le **TAS**. (*Information pour les programmeurs.*) HAUT et BAS servent à positionner en EEPROM le booléen dans la cellule d'adresse **0538**. (*Voir la Fig.32 en page 17.*) Si on clique sur HAUT la présentation en haut à droite de la page de garde s'affichera à chaque redémarrage avec éclairage en "orange" de la LED tricolore et attente d'une touche pour activer le **MENU de BASE**. La sortie de cette option Fig.21 ramène au **Menu du RESET**.

```

Generation du signal,
HAUT : Sinusoidal,
BAS : 4 TRACES,
GAUCHE : BINAIRE,
DROITE : Sortie,
    
```

Fig.22

Cliquer sur la touche de droite ouvre le menu de la Fig.22 qui permet de générer à notre convenance une **TRACE fictive**. La LED triple éclaire en "orange" et si l'on clique sur HAUT ou sur GAUCHE on génère une **TRACE longue**. Au contraire, avec la touche du bas c'est alors **4 TRACES** indépendantes qui seront générées avec des contraintes de capture différentes. Quel que soit le choix effectué il y a retour au **Menu du RESET** avec la LED allumée en vert.

Fig.19

```

Menu du RESET :
HAUT : Menu Durée BdT,
BAS : Listage EEPROM,
GAUCHE : Version O/N,
DROITE : Init TRACES,
    
```

```

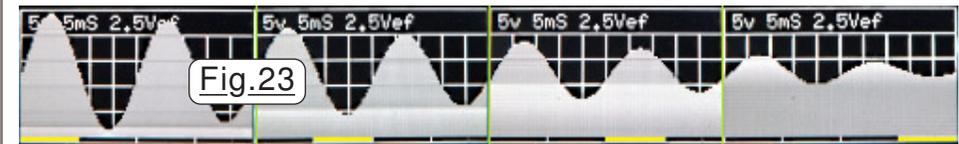
<PILE - TAS = 1043>
Aff Version sur RESET
HAUT : OUI,
BAS : NON,
DROITE : Sortie,
    
```

Fig.21

Pour sortir du **Menu du RESET** et retrouver le **MENU de BASE** il faut en standard un **clac long** sur le bouton poussoir de droite.

> Nature des traces générées dans le Menu du RESET.

Étant dans le **Menu du RESET**, avec un clic sur la touche du HAUT on génère la sinusoïde amortie de la Fig.23 qui occupe toute la largeur des 476 échantillons. C'est donc une **TRACE longue** qui pour chaque fenêtre indexée présentera un **Calibre** et une **BdT** identiques. La valeur **Vefficace** est identique et correspond à la composante continue, l'influence alternative étant quasi nulle.



Quatre signaux indépendants en Fig.24 sont obtenus avec un clic sur le B.P. du BAS. En **A** une sinusoïde d'environ 17mS de période soit 60Hz, en **B** un signal triangulaire sans composante continue, en **C** un autre signal de type triangulaire avec composante continue et en **D** quand à lui est une variante des deux précédents, toujours avec présence d'une composante continue mais sans les fronts



brusques de transition. Cas **B** on analyse le comportement sur un front descendant brusque, alors qu'en **C** c'est la transition montante qui sera étudiée. Le signal triangulaire **D** quand à lui est une variante des deux précédents, toujours avec présence d'une composante continue mais sans les fronts brusques de transition.

Le signal de la Fig.25 est surchargé par un contour rouge. Il présente un **Calibre** de 5 volts et une base de temps de 10mS par graduation. Cette trame est relative à une donnée sérielle de 30 impulsions avec un BIT de START à l'état "1" en tête, de six BITS Correcteurs par Redondance, d'un BIT de Parité et d'un BIT de STOP à l'état "0". Cette trame présente une vitesse de transmission de 100baud.

