Classe de PCSI

Travaux Pratiques d'électricité

Année 2025-2026

Matériels en TP d'électricité

Connexions et sécurité

Multimètres

Générateur Basses Fréquences (GBF)

Oscilloscope

Vidéos de manipulation du matériel d'électricité

CAMILLE VERNET

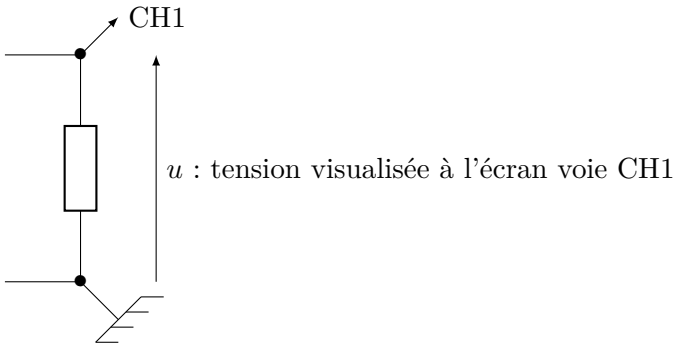
Collège • Lycée • Cpge

Travaux Pratiques

Connexions et sécurité

I Rôles d'un oscilloscope et d'un GBF

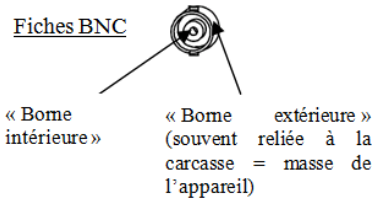
■ Un **oscilloscope** est un appareil de mesure qui permet d'afficher des chronogrammes de tensions, c'est-à-dire de relever des valeurs instantanées de tensions en fonction du temps. Puisqu'il mesure des tensions, il se branche comme un voltmètre c'est-à-dire en dérivation. Il permet aussi de mesurer des tensions moyennes, ou crête à crête, des temps, de déterminer des intensités par l'intermédiaire d'une résistance connue, de comparer des signaux sur les 2 voies ... C'est l'appareil de contrôle idéal, en pratique **vous en aurez un dans chacun de vos montages électriques**.
Représentation schématique du branchement d'un oscilloscope mesurant une tension u dans un circuit :



■ Le **Générateur Basse Fréquence = GBF** est un générateur de tension capable de délivrer des signaux de forme plus ou moins complexe de quelques Hz à quelques MHz.

II Fiches BNC

Sur chaque voie de l'oscilloscope, la tension est relevée au niveau de la fiche BNC située sur la façade avant.
La différence de potentiel est mesurée ainsi : (potentiel de la borne intérieure − potentiel de la borne extérieure).



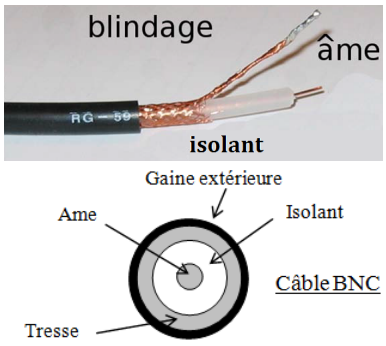
Le GBF dispose aussi de 2 fiches BNC qui permettent de prélever les tensions délivrées par le GBF :

- Sortie « Output 50 Ω » qui fournit le signal dont les caractéristiques sont toutes réglables ;
- Sortie « Output TTL » ou « Sync Output » qui fournit un signal créneau entre 0 et 5 V de fréquence réglable.

III Câbles

Les câbles qui permettent de se connecter aux fiches BNC sont les câbles BNC c'est-à-dire des câbles coaxiaux. Il existe aussi des adaptateurs « BNC − banane »pour utiliser des fils classiques.
Vous utiliserez de préférence les câbles coaxiaux car ils limitent la présence de bruit dans le signal.
Dans les cas où vous utiliserez des fils classiques, pour que votre circuit soit plus facilement « lisible » par vous et par votre correcteur, vous respecterez le code couleur :

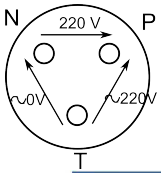
— **fils noirs = masse**
— fils de couleur = signal

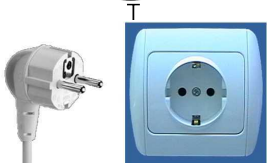


IV Masse et Terre

IV.1 Définitions

■ **La terre**, de symbole : ⏚
EDF délivre une tension sinusoïdale de fréquence 50 Hz et de valeur efficace 220 V entre un conducteur appelé phase (P) et un deuxième conducteur appelé neutre (N).
EDF relie le conducteur N à la Terre (point T) par un système de faible résistance R_T, appelée résistance de Terre, ce qui assure une différence de potentiel (ddp) voisine de zéro entre N et T.





■ **Masse**, de symbole :

Dans un circuit électrique, la masse représente l'ensemble des carcasses métalliques qui composent les différents éléments. Par exemple dans une machine à laver, comme pour un oscilloscope ou la plupart des GBF, la carcasse métallique constitue la masse et est reliée à la borne de masse de la fiche de l'appareil.

■ **Connexions implicites**

Au niveau de l'oscilloscope :

- **Les bornes extérieures des fiches BNC sont reliées entre elles,**
- **En outre elles sont reliées à la masse (carcasse) de l'oscilloscope.**

Au niveau du GBF (si celui-ci n'est pas à masse flottante) :

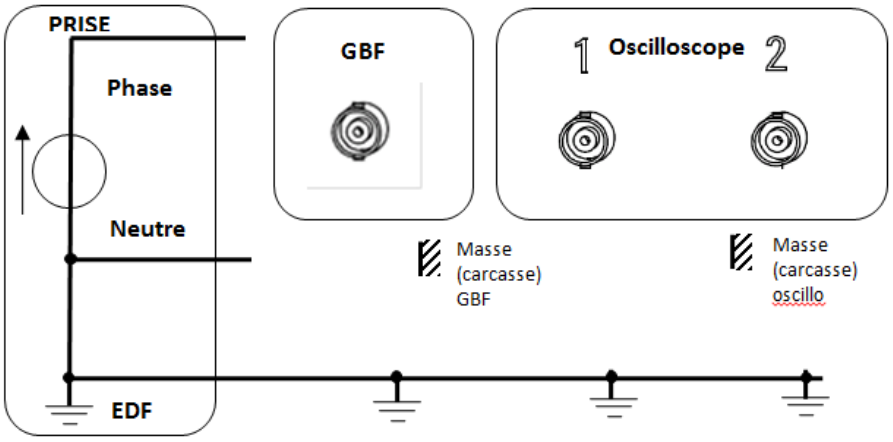
- **La borne extérieure de la fiche BNC de la sortie est reliée à la carcasse (masse).**

Dans les installations électriques domestiques ou au lycée, en enfonçant la fiche dans la prise, il se crée plusieurs connexions :

- L'alimentation de l'appareil se fait via la ddp entre P et N,
- **La carcasse (masse) de l'appareil est reliée à la terre pour des raisons de sécurité.**

IV.2 Boucles de masse

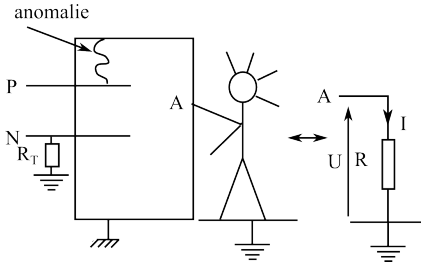
En enfonçant les fiches dans les prises de courant vous réalisez donc des connexions implicites et si vous n'y pensez pas en câblant votre circuit, vous risquez de créer des court-circuits !
Les masses des appareils électriques sont reliées entre elles via la prise de terre.



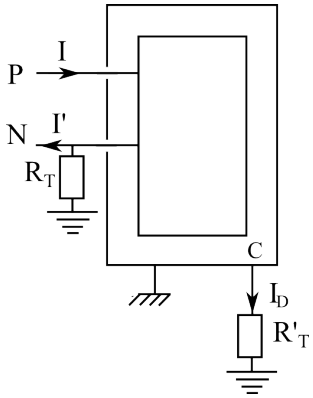
IV.3 Sécurité

Supposons qu'il y ait un fonctionnement anormal de l'appareil. Imaginons par exemple qu'il y ait contact entre la phase et le châssis, le châssis est alors porté à un potentiel de 220 V. Que se passe-t-il si quelqu'un touche le châssis ?

1. Si la masse n'est pas reliée à la Terre :
   L'utilisateur, de résistance R, est parcouru par un courant d'intensité $I = \dfrac{U}{R}$ et a entre sa main et ses pieds une tension U.
   A.N. : $U = 220$ V, $R = 2.5$ kΩ, alors $I = 88$ mA, ce qui est mortel au-delà de 3 secondes ... (un courant d'intensité supérieure à 30 mA peut être mortel)



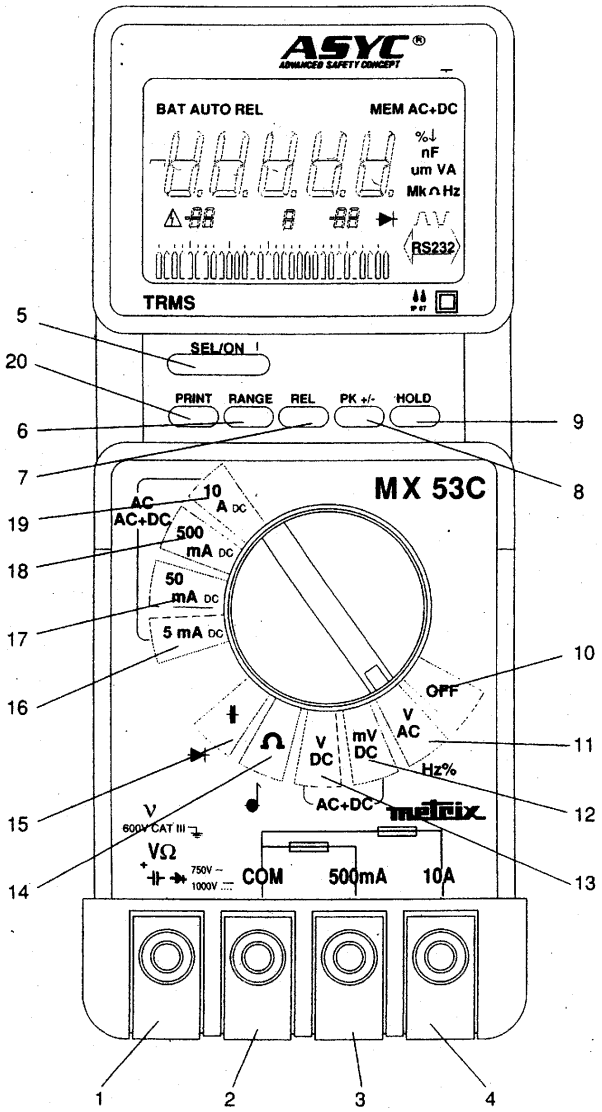
2. Si la masse est reliée à la terre via R'_T :
   L'installateur dispose d'un disjoncteur différentiel mesurant I_D.
   En fonctionnement normal, $I = I'$, $I_D = 0$ et $V_C = V_T$.
   En fonctionnement anormal, la carcasse métallique est portée à une ddp $V_C - V_T = R'_T I_D$ et I_D devient non nulle. Le disjoncteur différentiel coupe l'alimentation électrique pour $I_D > I_{D_{\max}}$.
   Pour $I_D < I_{D_{\max}}$, le fonctionnement anormal doit être sans danger pour l'utilisateur.
   Une personne touchant le châssis peut supporter « à ses bornes » une tension $V_C - V_T = 25$ V. Il faut donc en pratique que $V_C - V_T = R'_T I_D < R'_T I_{D_{\max}} < 25$ V.
   En général les disjoncteurs différentiels ont $I_{D_{\max}} = 0,65$ A, soit $R'_T < 38\Omega$.



Travaux Pratiques

Multimètre

I Présentation du multimètre



LEGENDE

1 Borne d'entrée calibres 11, 12, 13, 14, 15
2 Entrée de référence du multimètre
3 Borne d'entrée calibres mA
4 Borne d'entrée calibre 10 A
5 Mise sous tension (sélection fonctions secondaires)
6 Changement de gamme
7 Mesure en mode relatif
8 Mesure de crêtes
9 Gel de l'affichage
10 Mise hors tension
11 Mesure de tensions alternatives
12 Mesure de tensions 500 mV
13 Mesure de tensions continues
14 Mesure de résistance
15 Mesure de capacité
16 Mesure de courant jusqu'à 5 mA
17 Mesure de courant jusqu'à 50 mA
18 Mesure de courant jusqu'à 500 mA
19 Mesure de courant jusqu'à 10 A
20 Envoi de données vers imprimante

Il possède quatre bornes d'entrée :

- Deux bornes pour la mesure d'une intensité lors de l'utilisation en mode Ampèremètre : mA et 10 A.
- Un borne pour la mesure d'une tension ou d'une résistance en mode Voltmètre ou Ohmmètre : VΩ.
- Une borne COM qui est utilisée pour tous les types de mesure.

Le multimètre possède deux modes de fonctionnement
⚠ ces modes sont différents des modes AC/DC de l'oscilloscope :

- mode « DC » ou « Direct Current » (calibre continu) qui est utilisé en régime continu et régime variable.
- mode « AC » ou « Alternative Current » (calibre alternatif) est utilisé en régime variable.

Un multimètre numérique peut réaliser différentes fonctions : Voltmètre ; Ampèremètre ; Ohmmètre ; capacimètre.

II Utilisation en Ohmmètre/Capacimètre

L'ohmmètre se place aux bornes du dipôle dont on veut mesurer la résistance : une borne du dipôle est reliée à la borne COM, et l'autre borne du dipôle est reliée à la borne possédant le symbole Ω Le sens du branchement n'a pas d'importance.
L'appareil envoie un courant $I_{\text{envoyé}}$ dans le conducteur et détermine sa résistance par application de la loi d'Ohm en mesurant la tension $U_{\text{mesuré}}$ à ses bornes : $R = \dfrac{U_{\text{mesuré}}}{I_{\text{envoyé}}}$.

⚠ Attention
Une résistance/capacité se mesure toujours sur un composant <u>débranché, sorti du circuit</u>

III Utilisation en Voltmètre

On se sert des bornes COM et VΩ. Le multimètre doit être branché en parallèle avec le dipôle $\mathscr{D}$ dont on veut mesurer la tension à ses bornes. Pour mesurer une tension continue, il faut se placer en mode DC.

On retiendra qu'une mesure avec un voltmètre est d'autant plus précise que le calibre choisi est petit.
⚠ On fera attention à ce que la tension mesurée ne soit pas supérieure à la valeur maximale mesurable sur le calibre choisi.

IV Utilisation en Ampèremètre

On se sert des bornes COM et A ou mA (ou µA) selon l'intensité du courant à mesurer. Le multimètre doit être branché en série avec le dipôle $\mathscr{D}$ parcouru par le courant dont on souhaite mesurer l'intensité. Pour mesurer l'intensité d'un courant continu, il faut se placer en mode DC.

Pour choisir le meilleur calibre pour la mesure d'une intensité, la meilleure façon de procéder est de diminuer le calibre jusqu'à ce que la valeur affichée ne soit plus compatible avec celle du calibre suivant.
⚠ On fera attention à ce que l'intensité mesurée ne soit pas supérieure à la valeur maximale mesurable sur le calibre choisi.

V Utilisation d'un multimètre en régime variable

Définition

Pour un signal périodique $y(t)$ de période T, on définit les grandeurs suivantes :

- la **valeur moyenne** par : $\boxed{\langle y(t)\rangle = \frac{1}{T}\int_0^T y(t)\mathrm{d}t}$
- la **valeur efficace** par : $\boxed{Y_{\text{eff}} = \sqrt{\langle y^2(t)\rangle} = \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T y^2(t)\mathrm{d}t}}$

La notation anglaise, Y_{rms}, signifie « root mean square » (racine de la moyenne du carré).

À retenir

- Lorsque le multimètre est en mode de mesure continu (mode DC), il mesure la valeur moyenne $\langle y(t)\rangle$.
- Lorsque le multimètre est en mode de mesure AC , il mesure la valeur efficace de la composante variable du signal $\sqrt{\langle (y- < y >)^2\rangle}$ (multimètre « RMS » ou « TRMS »).
- Lorsque le multimètre est en mode de mesure $AC + DC$, il mesure la valeur efficace du signal complet $\sqrt{\langle y^2\rangle}$ (multimètre « TRMS » uniquement).

Exemples :

- Pour une tension sinusoïdale $u(t) = E_0 + E_m\cos(\omega t)$:
  - En DC : $u_{DC} = E_0$;
  - En AC : $u_{AC} = \frac{E_m}{\sqrt{2}}$
  - En AC+DC : $u_{AC+DC} = \sqrt{E_0^2 + \frac{E_m^2}{2}}$
- Pour une tension carré d'amplitude E_m et de valeur moyenne nulle (centrée sur 0) :
  - En DC : $u_{DC} = 0$;
  - En AC : $u_{AC} = E_m$
  - En AC+DC : $u_{AC+DC} = E_m$
- Pour une tension carré d'amplitude E_m et de valeur moyenne E_0 :
  - En DC : $u_{DC} = E_0$;
  - En AC : $u_{AC} = E_m$
  - En AC+DC : $u_{AC+DC} = \sqrt{E_0^2 + E_m^2}$
- Pour une tension triangulaire d'amplitude E_m de valeur moyenne nulle (centrée sur 0) :
  - En DC : $u_{DC} = 0$;
  - En AC : $u_{AC} = \frac{E_m}{\sqrt{3}}$
  - En AC+DC : $u_{AC+DC} = \frac{E_m}{\sqrt{3}}$

VI Incertitudes constructeur

Précision indiquée « n% L + kUR » : « n% de lecture + k Unités de Représentation »

5.1. Tensions continues

Position du commutateur	Gammes	Précision	Impédance d'entrée	Protection	Résolution
mV	500 mV	0,1%L + 2UR	10 MΩ	± 1100 VPK*	10 µV
V_{DC}	5 V	0,1%L + 2UR	11MΩ	± 1100 VPK	100 µV
	50 V	0,1%L + 2UR	10 MΩ	± 1100 VPK	1 mV
	500 V	0,2%L + 2UR	10 MΩ	± 1100 VPK	10 mV
	1000 V	0,3%L + 2UR	10 MΩ	± 1100 VPK	100 mV

* maximum 1 min

5.2. Tensions alternatives (AC et AC + DC)

Position commu-tateur	Gammes	Précision						Impédance d'entrée	Protec-tion	Réso-lution
		DC*	40 Hz à 1 kHz	1 kHz à 4 kHz	4 kHz à 10 kHz	10 kHz à 20 kHz	20 kHz à 30 kHz			
		5% à 100% pleine échelle			10 % à 100 % pleine échelle					
mV	500 mV *	1 % L + 3 UR		4 % L + 3 UR	//////////	//////////	//////////	10 MΩ	±1100VPK **	100 µV
V_{AC} ou V_{DC} + SEL/ON	5 V				2 % L + 3 UR		3 % L + 3 UR	11 MΩ	±1100VPK	1 mV
	50 V							10 MΩ	±1100VPK	10 mV
	500 V							10 MΩ	±1100VPK	100 mV
	750 V			//////////	//////////	//////////	//////////	10 MΩ	±1100VPK	1 V

* AC + DC seulement ** maximum 1 min

5.3. Courants continus

Position commutateur	Précision	Chute de tension max.	Protection	Fusibles*	Résolution
5 mA	0,2%L + 2UR	700 mV	600 VRMS	F1 + F2	100 nA
50 mA	0,2%L + 2UR	700 mV	600 VRMS	F1 + F2	1 µA
500 mA	0,2%L + 2UR	1,5 V	600 VRMS	F1 + F2	10 µA
10 A**	0,5%L + 5UR	500 mV	600 VRMS	F2	1 mA

5.4. Courants alternatifs (AC et AC + DC)

Position commut.	Précision	Chute tension max.	Protection	Fusibles*	Résolution	Crête max.
	40 Hz à 5 kHz					
5 mA	1% L + 3 UR	700 mV	600 VRMS	F1 + F2	1 µA	10 mA
50 mA		700 mV	600 VRMS	F1 + F2	10 µA	100 mA
500 mA		1,5 V	600 VRMS	F1 + F2	100 µA	1 A
10 A**	1,5 % L + 3 UR →2 kHz	500 mV	600 VRMS	F2	10 mA	

* voir caractéristiques des fusibles paragraphe 6.1.1
** surcharge de 20 A admissible pendant 30 s max. avec un temps de pause d'au moins 5 min entre 2 mesures

5.5. Résistances / Mode continuité

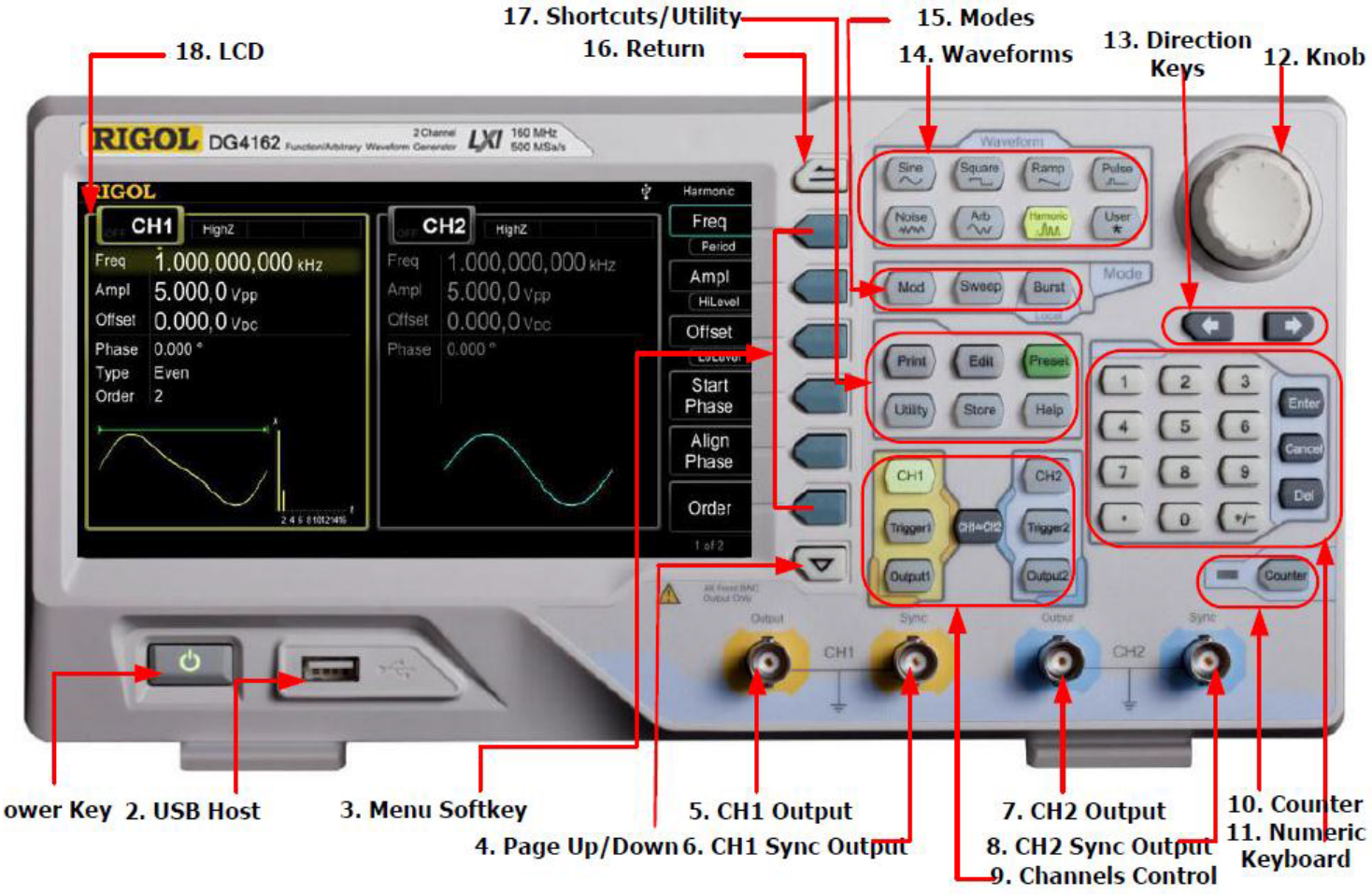
Gammes	Précision	Courant de mesure	Protection *	Résolution
500 Ω/ ♩	0,1%L+ 5UR	1 mA	600 VRMS	10 mΩ
5 kΩ	0,1%L+ 3UR	100 µA	600 VRMS	100 mΩ
50 kΩ	0,1%L+ 3UR	10 µA	600 VRMS	1 Ω
500 kΩ	0,1%L+ 3UR	1 µA	600 VRMS	10 Ω
5 MΩ**	0,3%L+ 3UR	100 nA	600 VRMS	100 Ω
50 MΩ**	1%L+ 3UR	50 nA	600 VRMS	1 kΩ

* protection contre les surcharges réarmable automatiquement
** l'utilisation de fils très courts et blindés est vivement recommandée pour les mesures effectuées dans cette gamme (> 1 MΩ).

5.6 Capacités

☞ ***Nota*** ***Décharger les capacités avant toute mesure***

Gammes	Précision	Courant de mesure	Temps de mesure max.	Protection *	Résolution
50 nF**	1%L + 2UR	100 nA	0,5 s	600 VRMS	10 pF
500 nF	1%L + 2UR	1 µA	0,5 s	600 VRMS	100 pF
5 µF	1%L + 2UR	10 µA	0,5 s	600 VRMS	1 nF
50 µF	1%L + 2UR	100 µA	0,5 s	600 VRMS	10 nF
500 µF	1%L + 2UR	1 mA	1,5 s	600 VRMS	100 nF
5000 µF	2%L + 2UR	1 mA	3 s/mF	600 VRMS	1 µF
50 mF	2%L + 2UR	1 mA	3 s/mF	600 VRMS	10 µF

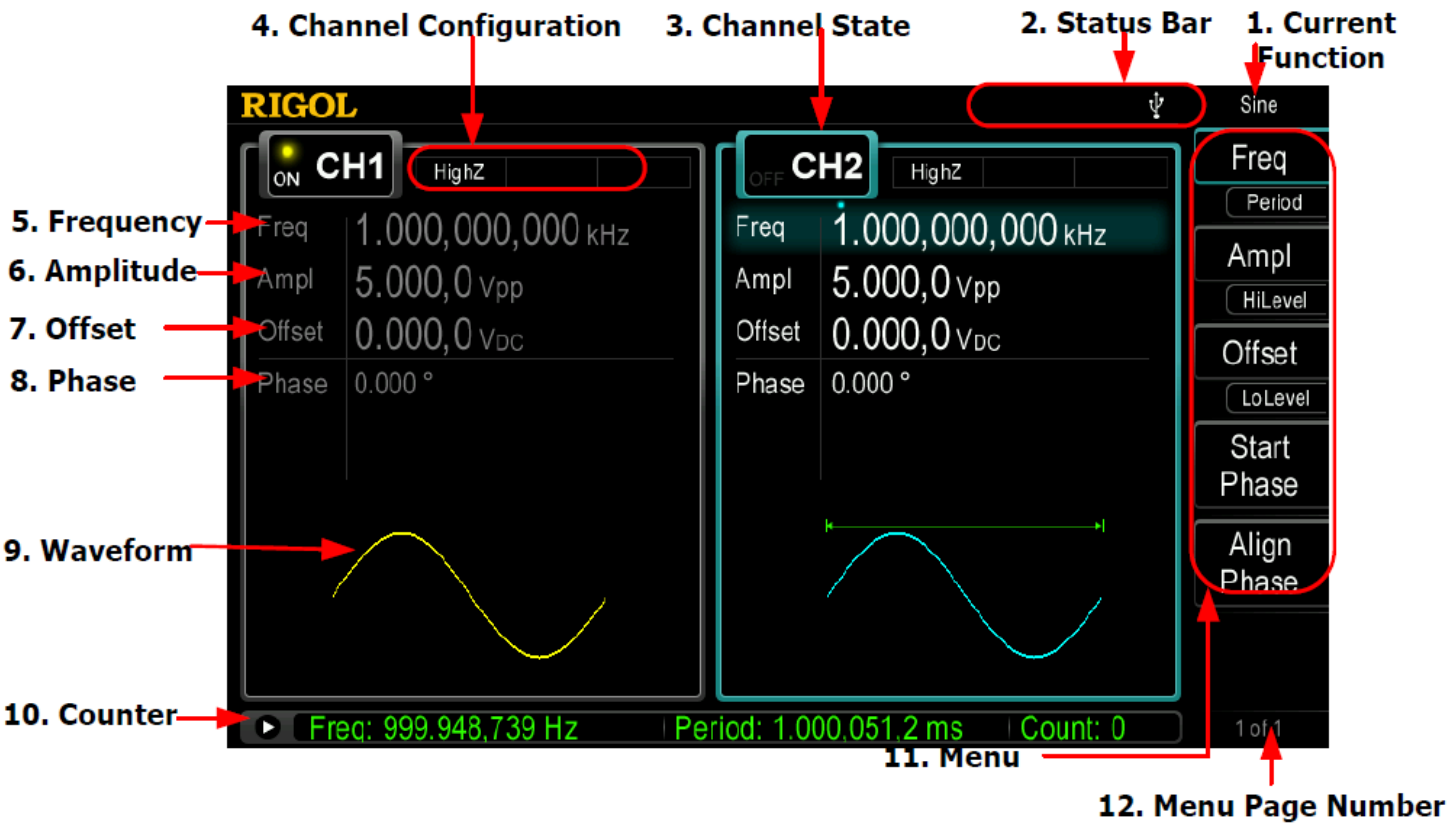


3. **Boutons de réglages du menu** : Appuyer sur la touche pour utiliser le menu souhaité (écrit à droite de l'écran).
4. **Touches de défilement des pages de menu** : Sert à faire défiler les pages du menu à droite de l'écran.
5. **Sortie CH1** Quand Output 1 est activé (LED allumée), la voie 1 envoie le signal défini par l'utilisateur.
6. **Sortie de synchronisation CH1**. Quand Sync Output 1 est activé (LED allumée), la voie 1 envoie le signal de synchronisation (créneau entre 0 V et 5 V de même fréquence que CH1).
7. **Sortie CH2** Quand Output 1 est activé (LED allumée), la voie 1 envoie le signal défini par l'utilisateur.
8. **Sortie de synchronisation CH2**. Quand Sync Output 2 est activé (LED allumée), la voie 2 envoie le signal de synchronisation (créneau entre 0 V et 5 V de même fréquence que CH2).

⚠ Pour que le GBF délivre le signal il est nécessaire que le bouton « output1 » (ou « output2 ») de la voie soit allumé.
⚠ La sortie qui permet de récupérer le signal voulu est la sortie « Output » (**5** et **7**) (et non la sortie Sync).

9. **Contrôle des voies** :
   - **CH1** Sélectionner la voie 1. Quand le bouton est allumé on peut régler les paramètres pour cette voie.
   - **CH2** : Sélectionner la voie 2. Quand le bouton est allumé on peut régler les paramètres pour cette voie.
   - **Output 1** : active ou désactive la sortie 1.
   - **Output 2** : active ou désactive la sortie 2.
   - CH1⇆CH2 : réalise une copie de la voie 1 sur la voie 2.
11. **Clavier numérique**
    Utilisé pour rentrer la valeur numérique des paramètres. Il y a des chiffres (0 à 9), un point décimal (.), des opérateurs (+/-) et des boutons (« Enter », « Cancel » et « Del »). Si une valeur négative est requise appuyer sur « - » avant d'entrer la valeur.
12. **Bouton de réglage**
    Le tourner pour faire varier la valeur des paramètres. On peut aussi l'utiliser pour sélectionner l'action que l'on veut réaliser.
13. **Touches de directions**
    Peuvent servir également à modifier des paramètres en sélectionnant le digit.

14. **Signaux** Permet de générer des signaux dont on peut faire varier les caractéristiques. Le signal est activé lorsque la LED correspondante est allumé.



3. **Statut des voies** Indique si les voies sont actives et laquelle est sélectionnée pour modifier ses paramètres. Pour activer ou désactiver les voies appuyer sur les touches Output 1 ou Output 2.
5. **Fréquence** Affiche la fréquence actuelle de chaque voie. Appuyer sur Freq et utiliser le clavier numérique ou le bouton de réglage pour régler le paramètre. Quand on le modifie un curseur indique sa position sur l'écran et un indicateur affiche sa valeur.
6. **Amplitude** Affiche l'amplitude actuelle de chaque voie. Appuyer sur Ampl et utiliser le clavier numérique ou le bouton de réglage pour régler le paramètre. Quand on le modifie un curseur indique sa position sur l'écran et un indicateur affiche sa valeur.
   ⚠ L'amplitude définie ici est en réalité l'**amplitude crête-à-crête**, notée V_{pp} (pour pic-to-pic), qui est donc le double de l'amplitude définie dans le cours.
7. **Offset.** Affiche l'offset actuel de la composante continue pour chaque voie. Appuyer sur Offset et utiliser le clavier numérique ou le bouton de réglage pour régler le paramètre. Quand on le modifie un curseur indique sa position sur l'écran et un indicateur affiche sa valeur.
8. **Phase** Affiche la phase actuelle de chaque voie. Appuyer sur Start Phase et utiliser le clavier numérique ou le bouton de réglage pour régler le paramètre. Quand on le modifie un curseur indique sa position sur l'écran et un indicateur affiche sa valeur.
9. **Forme du signal** Affiche la forme du signal actuel du chaque voie.

Commet obtenir une tension continue ?

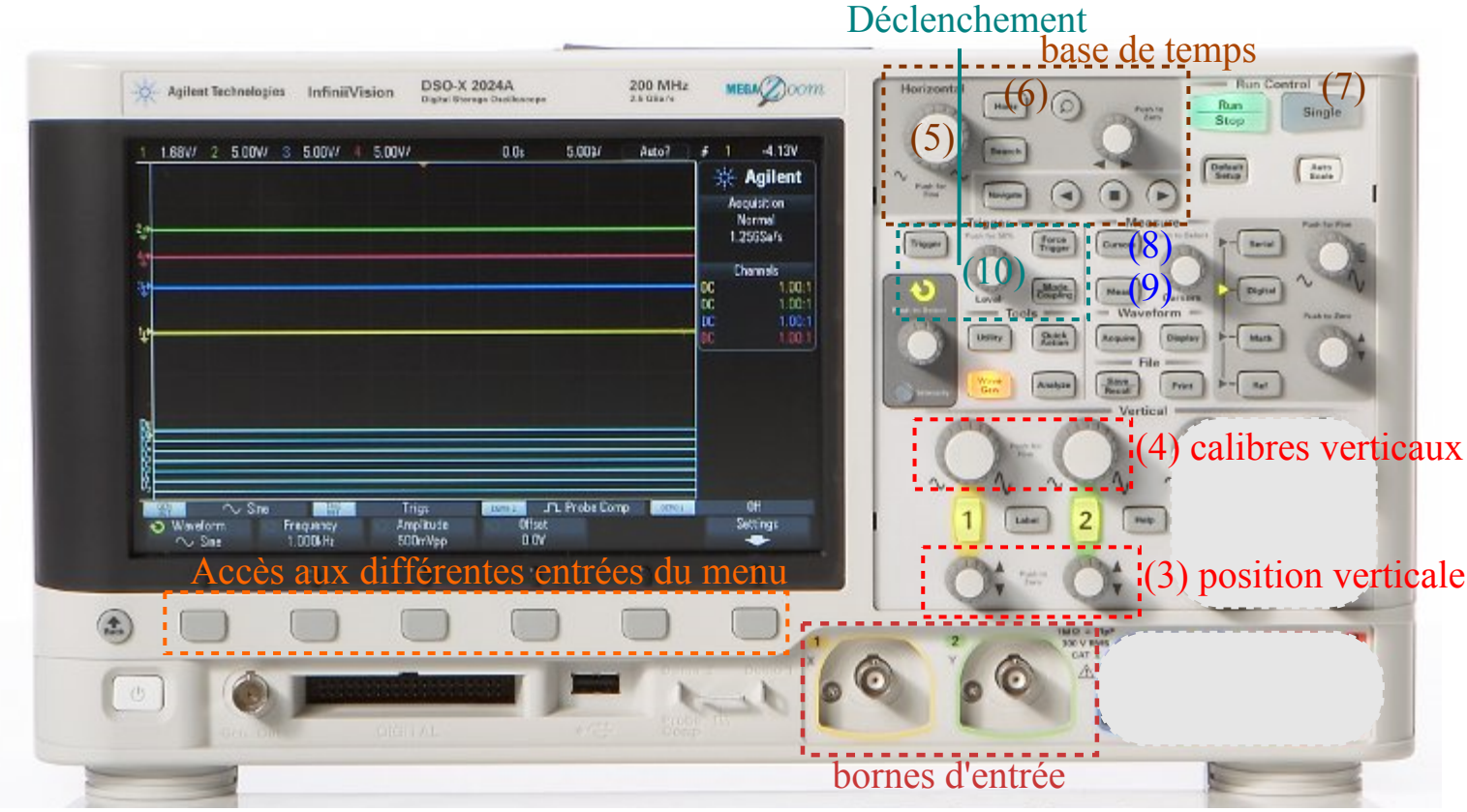
— Bouton « Arb »
— Appuyer sur la flèche vers le bas (4. Page Down).
— Dans le menu à droite de l'écran (avec un des boutons 3. Menu softkey) : « Select Wave Form »
— Sélectionner « DC » (avec un des boutons 3. Menu softkey).
— Appuyer sur le bouton « 16. Return ».
— La molette vous permet alors de régler la valeur de la tension souhaitée.

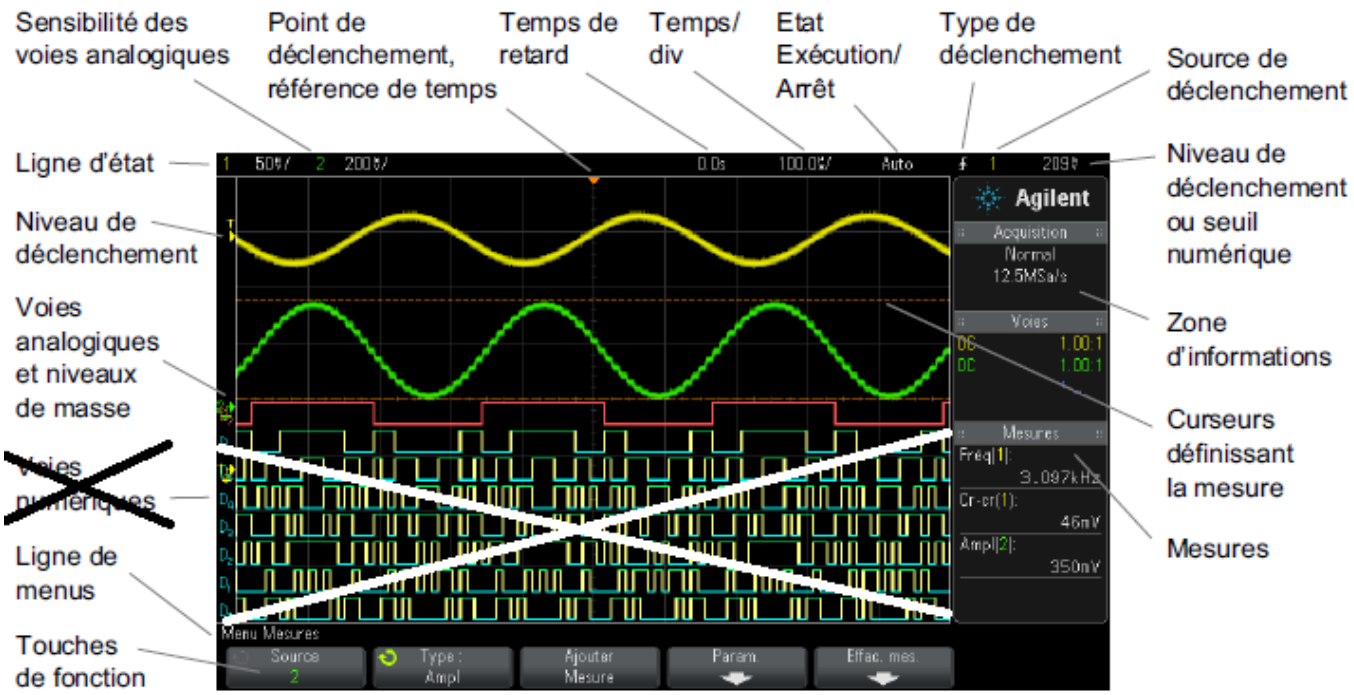
Oscilloscope

Attention – Erreur à ne pas commettre

Il faut bien DISTINGUER le GBF de l'oscilloscope.

- GBF = source de tension :
  Quand vous modifiez les paramètres du GBF, vous modifiez les caractéristiques de la tension qui alimente le circuit.
- oscilloscope = appareil de mesure :
  Quand vous modifiez les paramètres de l'oscilloscope, vous modifiez l'affichage uniquement.





Interprétation de l'affichage de l'oscilloscope

Appuyez de manière prolongée sur la touche du panneau avant ou la touche de fonction dont vous souhaitez consulter l'aide en ligne. L'aide-mémoire reste affiché à l'écran jusqu'à ce que vous appuyiez sur une autre touche ou fassiez tourner un bouton.

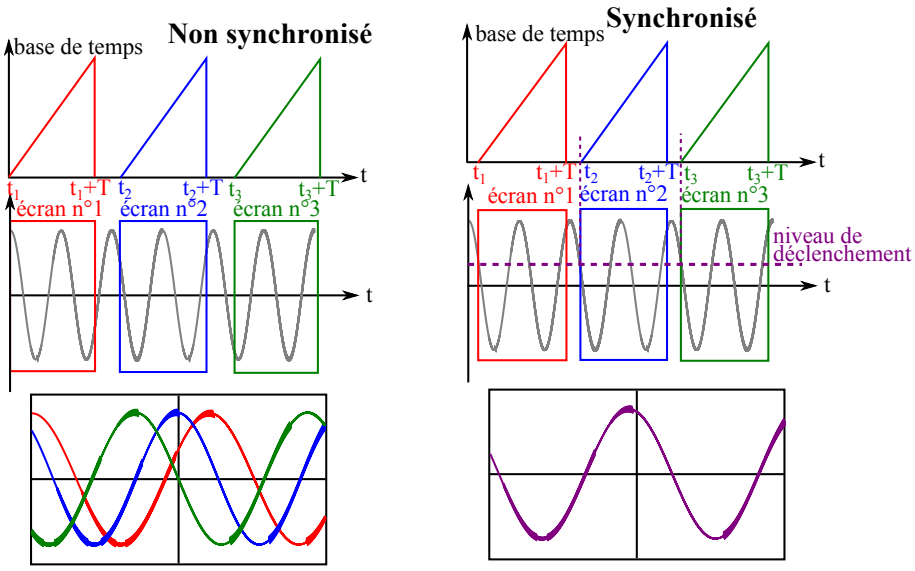
À retenir : Réglages de l'affichage de l'oscilloscope

Le signal observé à l'écran :

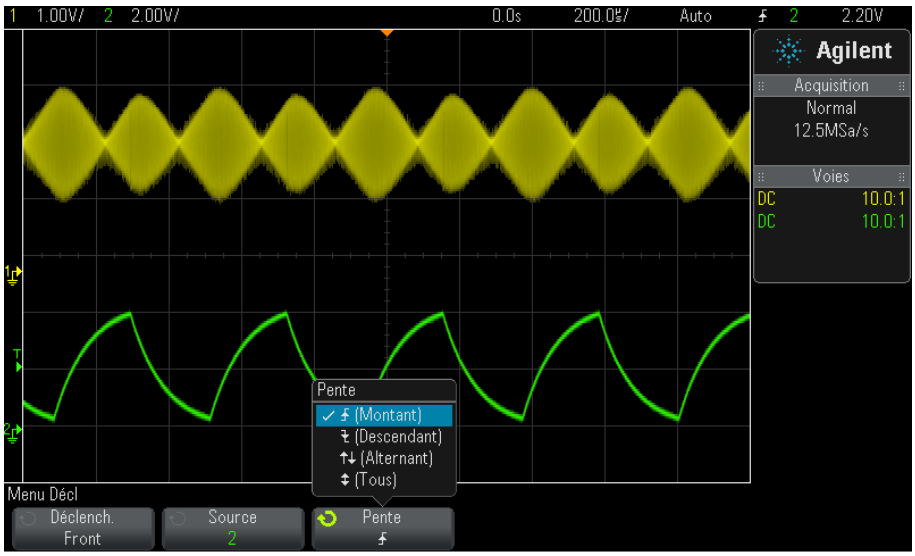
- ne devra pas défiler $\Longrightarrow$ Synchronisation ;
- devra occuper tout l'écran et ne doit pas défiler à l'écran $\Longrightarrow$ Réglages verticaux ;
- devra comporter quelques périodes $\Longrightarrow$ Réglages horizontaux.

I Synchronisation

Le signal visualisé à l'écran est la superposition des traces produites au cours des balayages successifs (de durée T). Le balayage en dents de scie implique que la trace se forme entre t_1 et $t_1 + T$ puis entre t_2 et $t_2 + T$ ...Pour obtenir une seule trace sur l'écran, il faut que les instants t_1, t_2 ...correspondent rigoureusement au même point du signal. On dit alors que la base de temps est synchronisée avec le signal que l'on étudie.



Une configuration de déclenchement indique à l'oscilloscope à quel moment capturer et afficher des données. Vous pouvez, par exemple, configurer le déclenchement sur le front montant du signal d'entrée de la voie analogique 1.
Vous pouvez régler le niveau vertical utilisé pour la détection du front d'une voie analogique en faisant tourner le bouton [Level] (10) de la section Trigger (Déclenchement). La position du niveau de déclenchement est signalée par l'icône du niveau de déclenchement (si la voie est activée) sur le bord gauche de l'écran T▶.



II Réglages verticaux

■ **Menu Voie**

Pour avoir accès au menu de la voie souhaitée, appuyer sur le bouton [1] ou [2] de la voie souhaitée.

Une voie est affichée à l'écran si la LED bouton de la voie [1] ou [2] et allumé.

■ **Réglage du « zéro »**

Afin de déterminer correctement les caractéristiques du signal étudié (amplitude, fréquence ...) il faut connaître la position du « zéro du signal ».

Le réglage de la position verticale des traces se fait à l'aide des boutons (3). Un appui sur ces boutons permet de recentrer à zéro la trace.

■ **Réglage du calibre**

On peut régler le calibre vertical de chaque voie indépendamment avec les boutons (4), ce réglage se fait par valeur discrète. Le calibre est indiqué en mV ou V par division de l'écran sur l'écran de l'oscilloscope.

Après un appui sur un bouton (4), le réglage est fin.

■ **Modes de couplage d'une voie**

- Appuyez sur la touche de voie souhaitée [1] ou [2].
- Dans le Menu Voie, appuyez sur la touche de fonction Couplage pour sélectionner le couplage des voies d'entrée :
  - CC – Le couplage en courant continu (CC, ou couplage DC) permet d'observer les signaux jusqu'à des fréquences de l'ordre de 0 Hz qui ne présentent pas de tensions continues de décalage importantes.
    On observe la totalité du signal.
  - CA – Le couplage en courant alternatif (CA, ou couplage AC) permet d'observer les signaux ayant des tensions continues de décalage importantes.
    Le couplage CA introduit un filtre passe-haut de 10 Hz en série, le signal d'entrée supprimant toute tension continue de décalage présente sur ce signal.
    La tension continue, et les signaux de variation lente, sont supprimés.

On se placera toujours en couplage CC (sauf dans quelques cas exceptionnels).

III Réglages horizontaux

■ La base de temps peut être réglée (5) par valeur discrète, le calibre est affichée sur l'écran de l'oscilloscope en s (ou ms ou µs)/div.

■ Pour se placer en **mode XY** : appuyer sur le bouton 6 [Horiz], puis dans le Menu horizontal, appuyez sur Mode temps, puis sélectionnez le mode voulu (XY).

■ Pour n'afficher qu'un seul passage, appuyer sur le bouton 7 [Single].

IV Curseurs

Avec le mode « Cursors » vous pouvez mesurer un temps entre deux curseurs verticaux ou bien une amplitude entre deux curseurs horizontaux.

Pour y avoir accès, appuyez sur la **touche [Cursors]** (8). Vous pouvez alors déplacer les curseurs, **choisir la source (voie 1 ou 2)** sur laquelle seront faites les meures, **choisir les informations voulues** .... Vous pouvez avoir simultanément **deux curseurs verticaux et deux curseurs horizontaux**.

V Mesures

Avec le mode « Measure » vous pouvez faire faire des mesures à l'oscilloscope comme la période, la fréquence, l'amplitude, le déphasage entre deux signaux ...

Pour y avoir accès, appuyez sur la **touche [Meas]** (9) pour afficher le **Menu Mesures**. Dans le menu **en bas de l'écran**, la **touche [Source]** vous permet de choisir la voie sur laquelle la mesure va être faite, la **touche [Type]** la nature de la mesure (faire défiler)...

Un grand nombre de mesures sur les différentes voies et de différentes natures peuvent être faites simultanément.

VI Obtenir un spectre

Avec les oscilloscopes numériques, la fonction mathématique « FFT » (pour Fast Fourier Transform) affiche le spectre de Fourier du signal observé.
La fonction FFT calcule la transformée de Fourier rapide à l'aide de voies d'entrée. Elle convertit en domaine de fréquence l'enregistrement temporel numérisé de la source spécifiée. Lorsque cette fonction est sélectionnée, le spectre FFT est affiché sur l'écran de l'oscilloscope sous la forme d'une amplitude en dBV en fonction de la fréquence.
L'échelle de l'axe horizontal n'est plus graduée en temps, mais en fréquence (Hertz), et celle de l'axe vertical n'est plus graduée en volts, mais en décibels (dB).
Pour afficher un signal FFT :

- Appuyez sur la touche [Math], puis sur la touche de fonction Fonction et sélectionnez « f(t) » .
- Appuyez sur la touche de fonction Opérateur et sélectionnez FFT.
- Source 1 – sélectionne la source de la fonction FFT : Source 1 (c'est-à-dire signal reçu en voie 1) ou Source 2 (c'est-à-dire signal reçu en voie 2)
- Plage – Définit la largeur totale du spectre FFT que vous observez à l'écran (de gauche à droite). Divisez cette bande d'analyse par 10 pour calculer le nombre de Hertz par division.
  Appuyez sur la touche de fonction Plage, puis faites tourner le bouton « Push to Select » pour régler la bande d'analyse désirée affichable à l'écran.
- Centre – Définit la fréquence du spectre FFT représentée par le trait central de la ligne de grille de l'écran.
  Appuyez sur la touche de fonction Centre, puis faites tourner le bouton « Push to Select » pour régler la bande d'analyse désirée affichable à l'écran.

Vous pourrez toujours utiliser les curseurs :

- Curseurs verticaux : mesurer la fréquence des pics
- Curseurs horizontaux pour mesurer (en décibel) l'amplitude des pics.
  ⚠ Mettre un curseur au niveau du Zéro de la FFT (symbole de la terre), et le deuxième curseur en haut du pic dont on souhaite mesurer l'amplitude.
  La valeur affichée est **en décibel de la valeur efficace** $= 20\log(V_{\text{eff}}) = 20\log\left(\dfrac{\text{amplitude}}{\sqrt{2}}\right)$