



AquiPulse

Generateur d'impulsions de neurostimulation

Guide Utilisateur - Version 3

1 — Description de l'appareil

L'AquiPulse est un generateur d'impulsions electriques de precision developpe par Aquineuro. Il produit des impulsions carrees TTL entierement parametrables en duree, frequence et mode de synchronisation, avec une resolution temporelle de 100 μ s assuree par un timer materiel dedie.

L'interface de controle est un ecran tactile 5" 800×480 px permettant de regler tous les parametres, de lancer et d'arreter les sequences, et de sauvegarder les configurations sur carte SD.

Caracteristique	Valeur
Resolution temporelle	100 μ s
Duree minimale d'impulsion	0,1 ms
Niveaux logiques sortie	0 V / 3,3 V (TTL)
Interface utilisateur	Ecran tactile 5" 800×480 px
Connecteurs	2 × BNC (sortie + entree synchronisation)
Modes d'impulsion	Continuous / Sequential
Modes de duree	Unlimited / Limited
Synchronisation	None / Trigger / Gate
Alimentation	USB-C
Sauvegarde des reglages	Carte SD

2 — Connecteurs BNC (face arriere)

BNC SORTIE — Signal d'impulsion

Delivre le signal TTL reproduisant exactement le timing parametre. Le signal est a l'etat HAUT (3,3 V) pendant les phases d'impulsion ON, et a l'etat BAS (0 V) pendant les phases OFF et les pauses inter-salves.

Application	Connexion recommandee
Enregistrement electrophysiologique	Entree evenement numerique du systeme d'acquisition (Intan, Open Ephys, Blackrock, TDT...)
Fiber photometry	Entree trigger du demodulateur / enregistreur
Optogenetique — laser	Entree TTL du driver laser (Cobolt, Omicron, Thorlabs...)
Optogenetique — LED	Entree TTL du driver LED (Thorlabs DC2200, Mightex...)

Signal TTL 3,3 V. Pour les instruments necessitant du 5 V, utiliser un convertisseur de niveau logique.

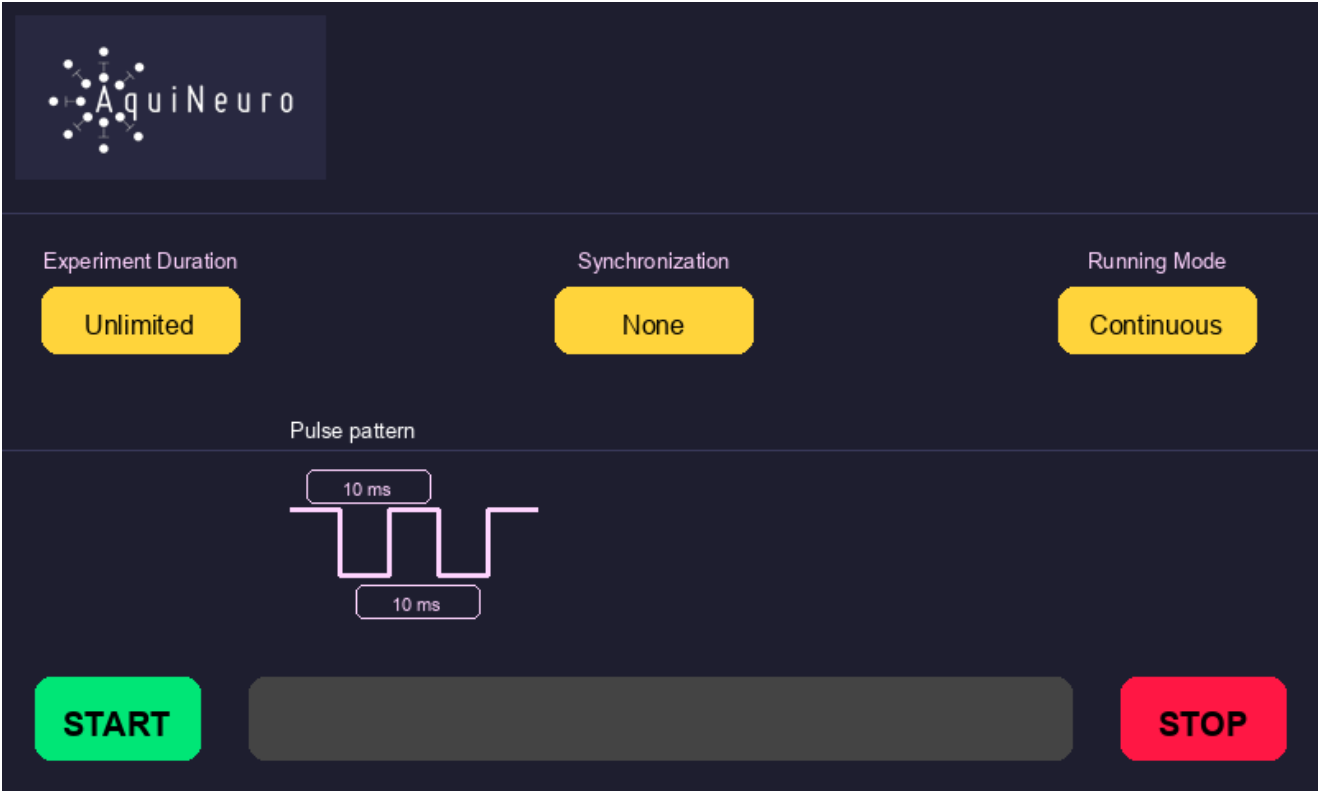
BNC ENTREE — Synchronisation externe

Recoit un signal de synchronisation externe. Son comportement depend du Mode de synchronisation selectionne sur l'ecran (None / Trigger / Gate). L'entree est equipee d'un pull-up interne (etat repos = LOW).

Mode	Signal attendu	Exemple d'utilisation
None	Ignore	Fonctionnement libre
Trigger	Front montant (+)	Sortie TTL d'un systeme d'acquisition, detecteur, camera...
Gate	Niveau HAUT = ouvert	Fenetre de photometrie, oscillation neurale, phase d'acquisition...

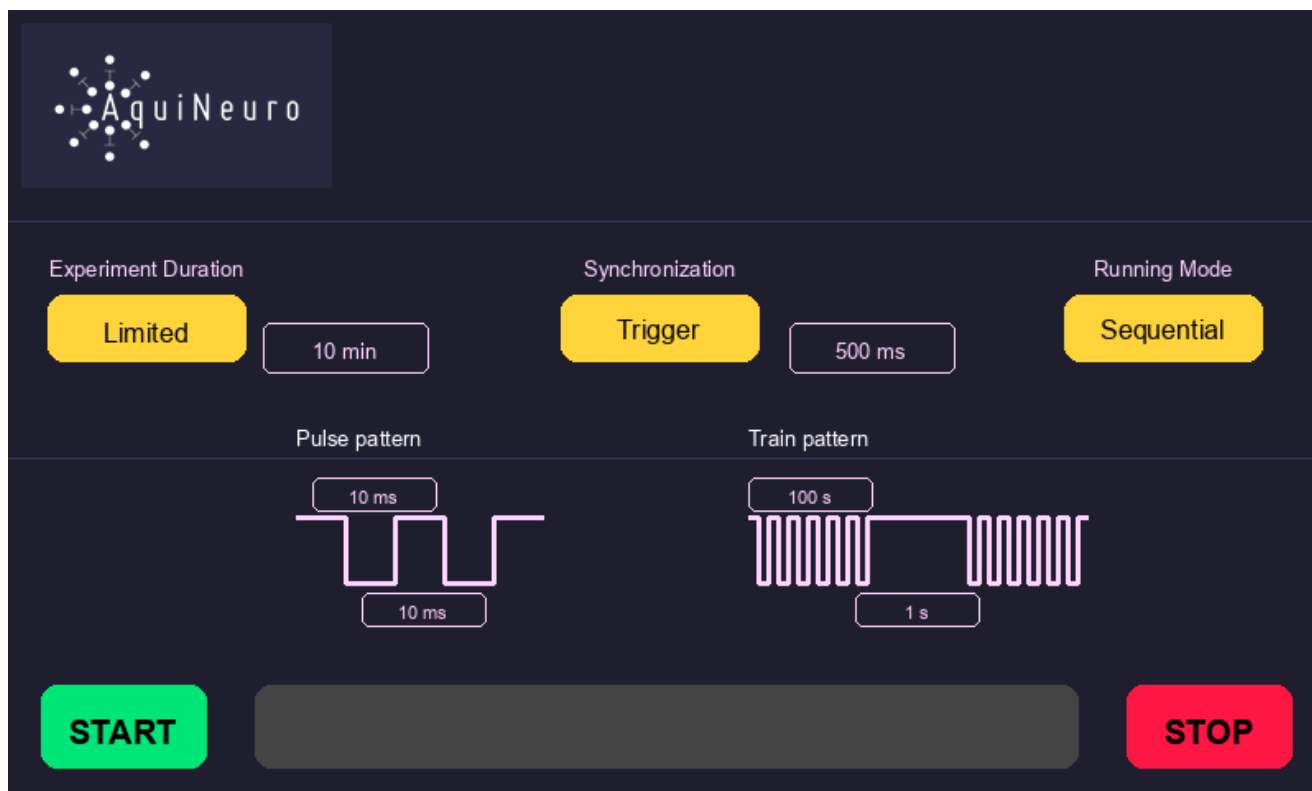
3 — Interface utilisateur

Ecran principal — mode Continuous / Unlimited



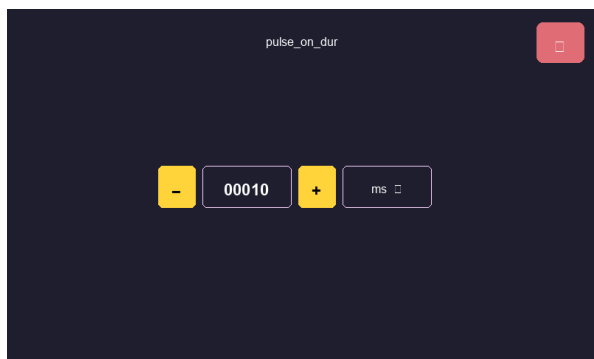
Vue principale par défaut. De gauche a droite : mode Duree (Experiment Duration), mode Synchronisation, mode Execution. Le diagramme Pulse est visible en bas au centre.

Ecran principal — mode Sequential / Limited / Trigger



En mode Sequential, le diagramme Train apparait a droite. En mode Limited, le champ experiment_dur devient visible. En mode Trigger, le champ trig_episode_dur devient visible.

Modification d'un parametre



Un tap sur n'importe quelle valeur (affichee en mauve) ouvre la fenetre de modification :

- - / + : decrementer / incrementer
- Appui long sur ± : defilement rapide
- Dropdown : changer l'unite (h, min, s, ms, us)
- □ (rouge) : valider et fermer

La valeur est sauvegardee automatiquement sur carte SD des la fermeture.

4 — Reference des parametres

Parametres d'impulsion

Parametre	Description	Plage typique
pulse_on_dur	Duree de l'impulsion a l'etat HAUT	0,1 ms – plusieurs secondes
pulse_off_dur	Duree de l'intervalle entre deux impulsions	0,1 ms – plusieurs secondes

Parametres de train — mode Sequential uniquement

Parametre	Description	Remarque
train_on_dur	Duree d'une salve d'impulsions	$N = \text{train_on} / (\text{pulse_on} + \text{pulse_off})$
train_off_dur	Pause entre deux salves (signal BAS)	—

Parametres globaux

Parametre	Description	Mode requis
experiment_dur	Duree totale de l'experience	Limited
trig_episode_dur	Duree d'un episode apres un front trigger	Trigger

Unites disponibles

Unite	Valeur	Exemple
h	3 600 000 ms	1 h
min	60 000 ms	30 min = 1 800 000 ms
s	1 000 ms	5 s = 5 000 ms
ms	1 ms	500 ms
us	0,001 ms	500 us = 0,5 ms

Resolution : 100 μ s — duree minimale effective : 0,1 ms.

5 — Modes de fonctionnement

Mode Duree (Experiment Duration)

Mode	Comportement
Unlimited	Impulsions continues jusqu'a l'appui sur STOP. La barre de progression pulse (effet respiration).
Limited	Arret automatique apres experiment_dur. La barre de progression indique le temps restant.

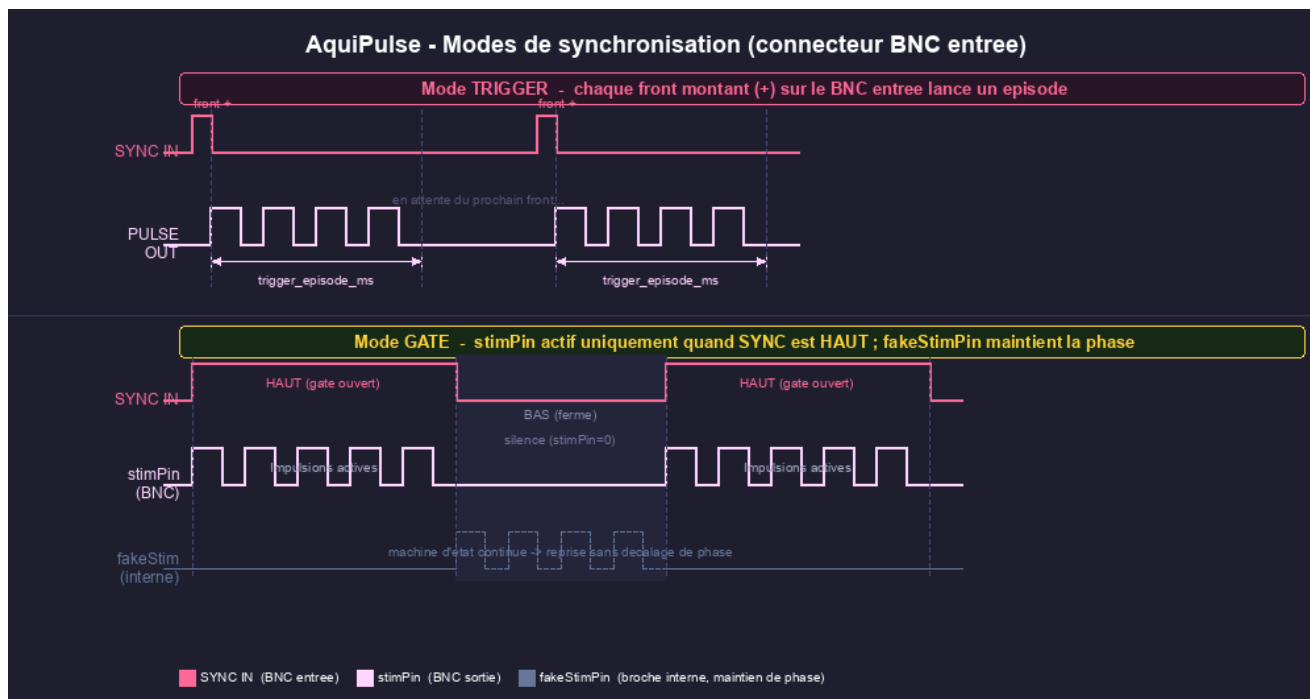
Mode d'execution (Running Mode)

Mode	Comportement
Continuous	Impulsions repetees en continu : ON → OFF → ON → OFF → ... selon pulse_on_dur et pulse_off_dur.
Sequential	Impulsions groupees en salves : N impulsions par salve ($N = \text{train_on} / (\text{pulse_on} + \text{pulse_off})$), separees par une pause train_off.

Mode de synchronisation (Synchronization)

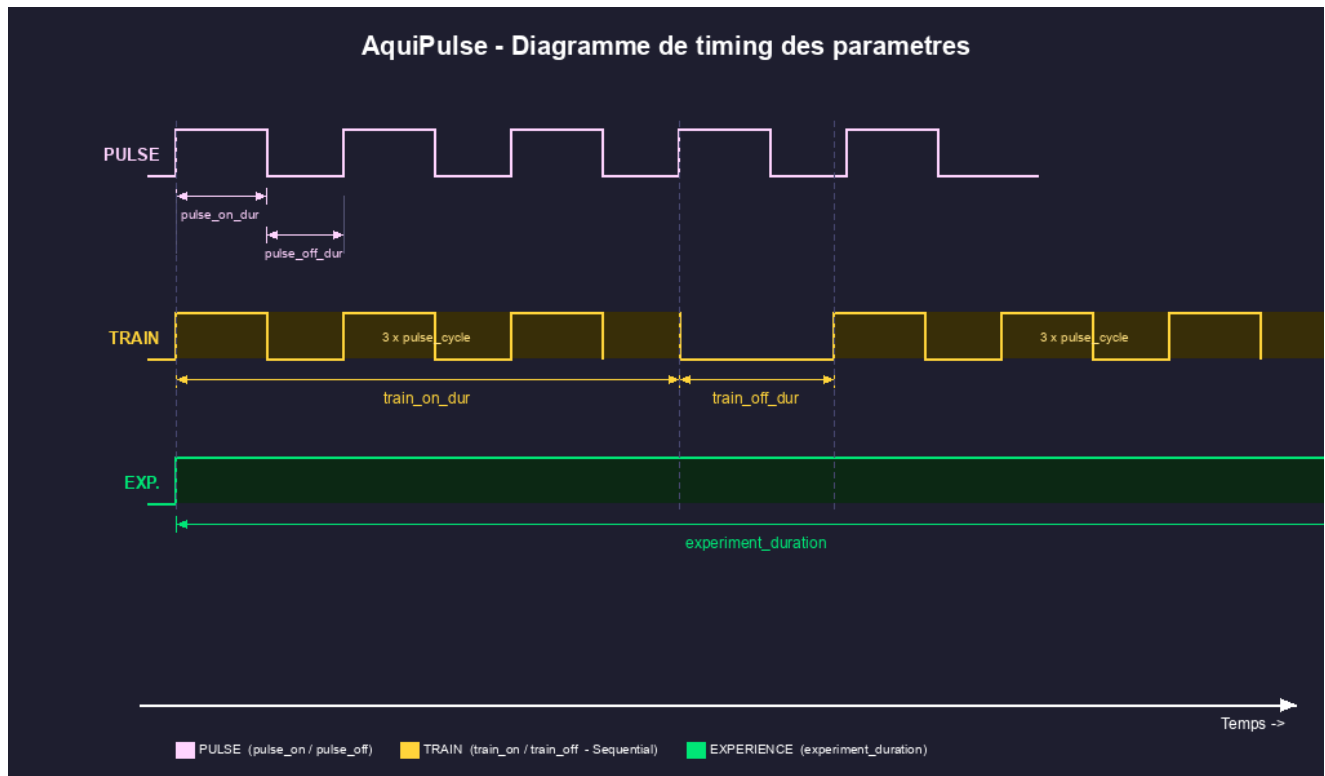
Mode	Signal BNC ENTREE	Comportement
None	Ignore	Fonctionnement libre des START.
Trigger	Front montant (+)	Chaque front montant declenche un episode de trig_episode_dur. Entre deux fronts, la sortie reste a LOW.
Gate	Niveau HAUT = actif	La sortie BNC est active uniquement quand le BNC ENTREE est HAUT. Quand il passe BAS, le generateur s'arrete.

6 — Diagrammes de synchronisation



Mode TRIGGER (haut) : chaque front montant sur le BNC ENTREE lance un episode de duree `trig_episode_dur`. Mode GATE (bas) : les impulsions passent sur la sortie BNC uniquement quand le BNC ENTREE est HAUT. Quand il passe BAS, la coherence de phase est maintenue en interne pour garantir une reprise sans decalage.

7 — Diagramme de timing des parametres



Relations entre les niveaux de timing : PULSE (impulsions individuelles), TRAIN (salves en mode Sequential), EXPERIENCE (duree totale en mode Limited).

Nombre d'impulsions par salve (mode Sequential)

$$N = \text{train_on_dur} / (\text{pulse_on_dur} + \text{pulse_off_dur})$$

Exemple : `train_on = 1 000 ms`, `pulse_on = 10 ms`, `pulse_off = 10 ms` → `N = 50` impulsions par salve.

8 — Cas d'usage experimentaux

Enregistrement electrophysiologique

Connexion

BNC SORTIE → entree evenement numerique du systeme d'acquisition

Le signal TTL est enregistre en temps reel avec les donnees neurales, permettant l'alignement precis des episodes de stimulation sur les spikes et LFP. En mode Trigger, le systeme d'acquisition peut lui-meme declencher les episodes via le BNC ENTREE.

Fiber photometry

Connexion

BNC SORTIE → trigger demodulateur / BNC ENTREE ← sync photometrie

La sortie sert de reference temporelle pour aligner les signaux fluorescents. En mode Gate, les stimulations sont limitees aux phases d'interet definies par le systeme de photometrie (cycles respiratoires, oscillations delta...).

Optogenetique — laser

Connexion

BNC SORTIE → entree TTL du driver laser (Cobolt, Omicron, Thorlabs...)

Le laser est allume pendant pulse_on_dur et eteint pendant pulse_off_dur. Le mode Sequential genere les rafales standard en optogenetique (ex. 20 Hz pendant 1 s, pause 4 s). En mode Trigger : stimulation declenchee par signal externe (comportement, EEG...).

Optogenetique — LED

Connexion

BNC SORTIE → entree TTL du driver LED (Thorlabs DC2200, Mightex...)

Fonctionnement identique au laser. Verifier la compatibilite 3,3 V / 5 V du driver LED ; un adaptateur de niveau peut etre necessaire.