

DIGITAL THEREMIN

MANUEL DE L'UTILISATEUR

2024-01-08

Traduit en français par André AMYOT

[Table des matières](#)

Présentation du D-Lev	2
Caractéristiques	3
Technologie	3
Contrôles	4
Modules principaux	6
Correcteur de Hauteur (pitch)	9
Générateur d'enveloppe	12
Module MIDI	14
Tuner à LED	17
Pitch Preview	19
Synthétiseur DSP	21
Générateur de bruit	27
Banque de formants	29
Résonateur inharmonique	31
Commandes diverses	34
Modulation	35
Système de Presets et de Profils	36
Configuration des champs de hauteur et de volume	38
Mode Sculpture	45
Gestion des presets/profils et du logiciel	46
Pannes et solutions	50
Annexe A : Guide de démarrage rapide	54
Annexe B : Interfaces électriques	56
Annexe C : Contrôle externe	59
Annexe D : Tableau des boutons	60
Annexe E : Anatomie des fichiers	64
Annexe F : Questions-réponses	65
Remerciements	75

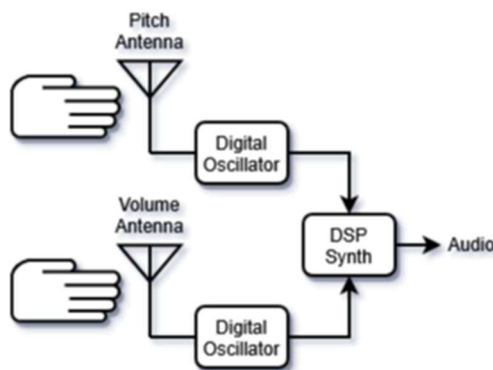
Présentation du D-Lev

Le D-Lev est un thérémine essentiellement numérique doté de nombreuses fonctionnalités uniques. Sa principale réussite réside dans la linéarité des champs de hauteur et de volume, bien supérieure à tout ce que vous avez probablement connu jusqu'ici. La sensibilité des champs peut être configurée pour s'adapter parfaitement à votre style de jeu, et le champ de volume dispose d'un point de transition (ou « knee ») réglable. La véritable correction de hauteur, la fonction complète de pré-écoute de la note et le retour visuel en temps réel via le tuner à LED constituent autant d'aides précieuses pour l'interprétation.

Le synthétiseur intégré permet d'émuler des voix humaines, des cordes, des cuivres, des bois, des cloches, des percussions, des sons insolites, etc. La variété des timbres encourage le développement de différentes techniques de jeu et permet de maintenir l'intérêt pour l'instrument. La sortie MIDI vous permet de piloter pratiquement n'importe quel synthétiseur externe pour pousser plus loin vos explorations sonores.

Conçu entièrement autour de la technologie FPGA, le D-Lev intègre mon cœur de processeur logiciel « Hive » ainsi que des périphériques synchronisés en phase au sein d'un ensemble hautement réactif et parfaitement intégré. Le démarrage et l'étalonnage du point zéro sont quasi instantanés ; vous ne perdrez donc ni vos idées ni votre inspiration en attendant de pouvoir jouer.

Tout comme un thérémine analogique traditionnel, le D-Lev utilise des oscillateurs dont la fréquence varie en fonction de la capacité électrique induite par les mains du musicien. Le principe d'interaction électrostatique reste identique, mais dans le D-Lev, les fréquences des oscillateurs sont représentées par des valeurs numériques, et le processus hétérodyne (utilisé dans les modèles analogiques pour générer une fréquence par battement) est remplacé par une simple soustraction arithmétique. Les musiciens habitués aux thérémines analogiques traditionnels n'auront pas besoin de modifier leur style ou leurs techniques fondamentales pour jouer sur le D-Lev.



Les oscillateurs variables du D-Lev sont presque entièrement numériques, ce qui leur confère une grande stabilité. La fréquence de fonctionnement et le volume se résument donc à une série de valeurs transmises à un synthétiseur interne basé sur un DSP (processeur de signal numérique) pour générer le son.

Dissocier la détection de la capacité de la main (liée à sa position) de la génération sonore ouvre un univers de possibilités passionnantes, tant pour le concepteur que pour l'interprète. Les valeurs de hauteur et de volume font l'objet d'un filtrage numérique poussé afin de réduire considérablement le bruit ambiant et le ronflement parasite. La réponse des champs — élément clé pour garantir un jeu confortable et prévisible sur le D-Lev — est linéarisée mathématiquement et mémorisée dans l'un des quatre profils système disponibles. L'octave et le timbre des sonorités prédéfinies sont entièrement gérés par le synthétiseur, permettant de passer aisément d'une sonorité à une autre parmi une large gamme de timbres très variés. En matière de technologie et de fonctionnalités, le D-Lev se distingue nettement des autres thérémines, qu'ils soient anciens ou actuels.

Caractéristiques

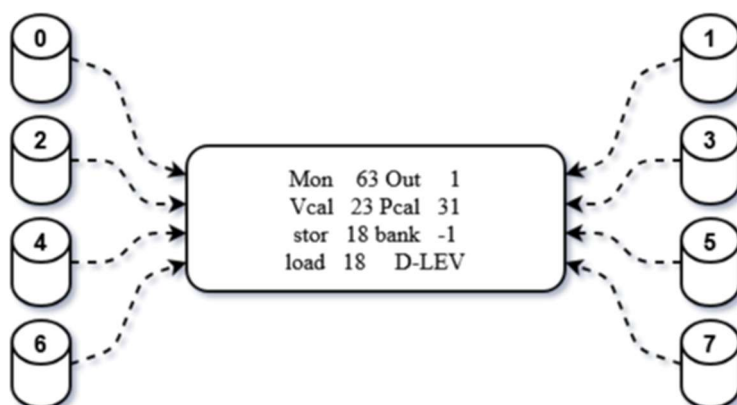
- Linéarité quasi parfaite des champs de hauteur et de volume, personnalisable par l'utilisateur — jusqu'aux antennes elles-mêmes !
- Sensibilité et décalages (offsets) des champs réglables pour s'adapter à tout style de jeu.
- Champ de volume doté de deux points de rupture (knees) entièrement configurables ou désactivables (pour réduire les effets de battement de main).
- Large plage de détection gestuelle suivant avec précision le moindre mouvement de la main.
- Forte amplitude de tension aux antennes générant des champs étendus, insensibles à la plupart des interférences.
- Auto-étalonnage simultané des champs de hauteur et de volume via pédale ou bouton.
- Tuner visuel à LED sans latence pour un retour en temps réel sur la hauteur et le volume pendant le jeu.
- Correction de hauteur chromatique complète : du mode désactivé à la quantification stricte, en passant par des réglages subtils.
- Fonction de pré-écoute de la hauteur (pitch preview) hautement configurable avec de nombreuses options.
- Résonateur inharmonique produisant des sons de percussions, cloches, gongs, voix humaines, ambiances de salle et effets pseudo-stéréo.
- Générateur d'enveloppe sensible à la vitesse pour des effets de type pincé ou percussif.
- Sélecteur de registre (+/- 3 octaves) pour un accès instantané à une vaste étendue de hauteurs.
- Sortie MIDI avec contrôles de CC, de plage de pitch bend, de position de déclenchement, de vitesse et d'octave.
- Mode « Sculpture » pour un fonctionnement autonome et automatisé sur une longue durée.
- 250 presets et 6 profils système.
- TOUS les paramètres sont entièrement réglables via l'interface en façade.
- Utilisation simple : aucun réglage interne requis (sauf pour le contraste de l'écran LCD).

Technologie

- Bobines à air monocouche, bobinées à la main, à haute tension et facteur de qualité (Q) élevé, avec une faible dérive.
- Oscillateurs numériques à verrouillage de phase (PLL) d'une stabilité exemplaire, haute résolution et dotés de la technique de *dither* (dithérisation).
- Filtrage numérique du champ (hauteur et volume) d'ordre 22 éliminant totalement le ronflement du secteur (50/60 Hz).
- Logique basée sur FPGA intégrant un cœur de processeur logiciel « Hive » personnalisé à 8 threads.
- Processeur de signal numérique (DSP) interne 32 bits / 48 kHz ; sorties audio numériques 24 bits / 48 kHz.
- Tuner visuel à LED utilisant la modulation de largeur d'impulsion (PWM) pour afficher intuitivement la hauteur et le volume en temps réel et haute résolution.
- Moteur de synthèse soustractive/modale avec modulation manuelle de la hauteur et du volume.
- Interface utilisateur : 8 encodeurs rotatifs; écran LCD rétroéclairé de 4 lignes par 20 caractères.
- Sorties : Sortie monitoring stéréo (S/PDIF, TOSLINK) ; sortie ligne stéréo (S/PDIF) ; MIDI TX (DIN) ; LED d'indication de sourdine (Mute).
- Entrées : RS-232 sur USB ; commutateurs momentanés pour ACAL et Mute.
- Logiciel de gestion des presets (Windows, Mac, Linux).

Contrôles

Le D-Lev est contrôlé par deux colonnes de quatre codeurs rotatifs. Ceux-ci correspondent directement aux deux colonnes de texte de l'écran LCD à quatre lignes



Chaque bouton rotatif contrôle une valeur associée sur l'écran LCD.

Par exemple, sur l'écran principal du D-LEV ci-dessus : tourner le bouton 3 ajuste le paramètre Pcal, et appuyer sur le bouton 6 réinitialise la charge à zéro.

Fonctionnement des boutons et de l'écran LCD :

- Le bouton 7 permet de sélectionner l'un des 20 écrans (ou pages). Les boutons 0 à 6 ajustent les valeurs affichées correspondantes sur la page active.
- Tourner rapidement un bouton modifie la valeur affichée par incréments plus importants, ce qui permet d'effectuer des réglages majeurs avec moins d'effort.
- Appuyer sur un bouton fait défiler les valeurs selon la séquence : valeur actuelle => 0 => maximum => minimum (sauf quelques exceptions). Utilisez cette fonction pour désactiver ou maximiser une fonction, ou pour explorer la plage de réglage du bouton. Par exemple, appuyez sur le bouton 7 pour passer rapidement à la première page, ou pour naviguer entre la première et la dernière page.

Mon 63 Out 0 Vcal 32 Pcal 32 stor 0 bank -1 load 0 D-LEV	Mon 63 Line 63 Prev 0 Treb 0 osc 46 Bass 0 nois 20 LEVELS	vmod 0 Pmod 0 Prev 0 mode 0 harm 0 tone 0 oct 0 PREVIEW	vloc 0 velo 0 cloc 0 cc 2 bend 64 chan 1 oct 0 MIDI
Kloc 50 rise 0 Knee 6 fall 36 velo 0 damp 36 dloc 0 VOLUME	vmod 0 cmod 12 rate 12 cvol 0 corr 24 sPan 31 Post 0 PITCH	vmod 7 Pmod -10 nois 20 treb 0 Puls 5 bass 0 duty 0 NOISE	vmod 0 Pmod 0 freq 1357 nois 20 mode -2 xmix 31 reso 0 LT_NOISE
vmod 20 Pmod 0 harm 18 treb 0 odd 0 bass 0 oct -1 0_OSC	offs 0 offs 0 hmul 0 hmul 0 fm 0 sPrd 0 xmix 0 1_OSC	vmod 0 Pmod 0 freq 27 osc 46 mode 0 xmix 0 reso 0 FLT_OSC	freq 46 tap 42 hpf 659 harm 35 mode 2 xmix 11 reso 0 RESON
vmod 0 Pmod 0 freq 905 lev1 58 freq 27 lev1 0 reso 10 0_FORM	vmod 0 Pmod 0 freq 1357 lev1 58 freq 27 lev1 0 reso 13 1_FORM	vmod 0 Pmod 0 freq 3623 lev1 57 freq 2960 lev1 46 reso 11 2_FORM	vmod 0 Pmod 0 freq 320 lev1 48 freq 27 lev1 0 reso 7 3_FORM
Mon 63 Out 0 Vcal 32 Pcal 32 stor 0 bank -1 load 0 D-LEV	Mon 63 Line 63 Prev 0 Treb 0 osc 46 Bass 0 nois 20 LEVELS	vmod 0 Pmod 0 Prev 0 mode 0 harm 0 tone 0 oct 0 PREVIEW	vloc 0 velo 0 cloc 0 cc 2 bend 64 chan 1 oct 0 MIDI

Les 20 écrans/pages du D-Lev.

- Appuyer sur le bouton « **Out** » de la page D-LEV lance une procédure ACAL (auto-étalonnage des champs) ; la LED centrale du tuner clignote alors pendant la durée définie par le bouton « Wait » de la page SYSTEM, et la sortie audio est automatiquement coupée. Pour désactiver cette coupure automatique, placez votre main de manière à éteindre toutes les LED de volume.

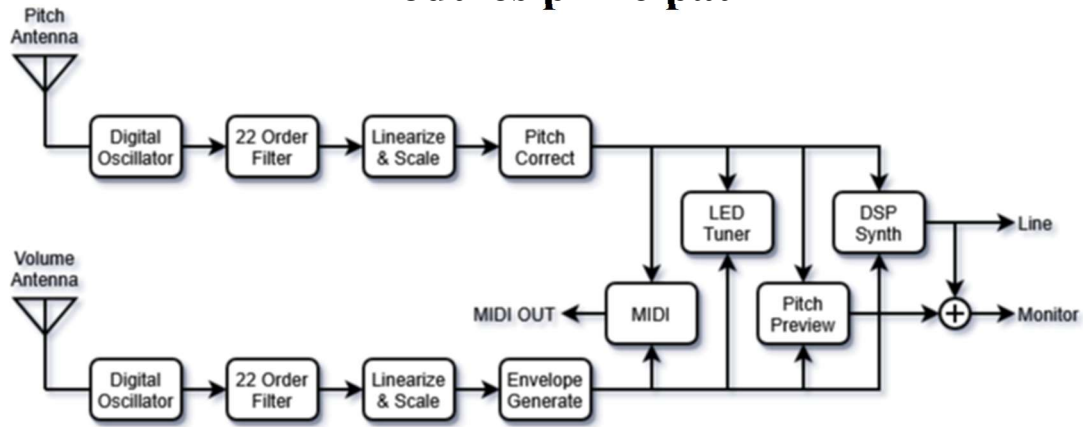
- Appuyer sur le bouton « **stor** » de la page D-LEV ou sur « **Stor** » de la page SYSTEM lance l'enregistrement d'un preset ou d'un profil en deux étapes. Après la première pression, l'étiquette à l'écran devient « **?WR?** » et la LED centrale du tuner commence à clignoter. Appuyez à nouveau pour effectuer l'enregistrement et revenir à l'état normal. Si vous souhaitez annuler l'opération, tournez n'importe quel bouton ou appuyez sur un bouton autre que « **stor** » / « **Stor** ».

Pour les distinguer à l'écran, les commandes des profils système commencent par une majuscule (format titre), tandis que les commandes des presets de voix sont entièrement en minuscules.

La plupart des valeurs des boutons suivent des limites binaires (comme 0 à 31) plutôt que décimales (comme 0 à 9), ce qui peut sembler inhabituel au premier abord. Ces plages offrent une plus grande précision et sont mieux adaptées au matériel et au logiciel sous-jacents.

Dans ce manuel, ces plages de réglage sont indiquées entre crochets. Par exemple, la plage « **Vcal** » allant de -127 à 127 est notée **Vcal**[-127:127], et le réglage de « **load** » sur 45 est noté **load**[45].

Modules principaux



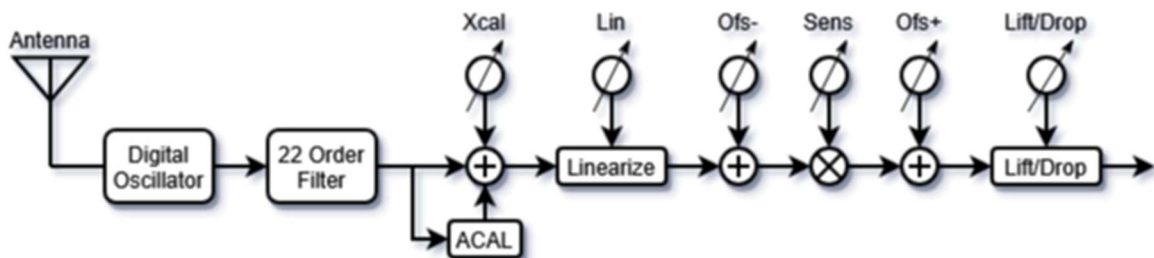
Modules principaux du D-Lev.

L'architecture du D-Lev repose sur de nombreux modules fonctionnels interconnectés, comme illustré ci-dessus.

Les mains de l'instrumentiste interagissent avec les champs de hauteur et de volume générés par les oscillateurs numériques et les circuits résonants. Après un filtrage approfondi et des traitements mathématiques, ces informations de hauteur et de volume sont transmises à un synthétiseur audio numérique pour produire du son. Le tuner visuel à LED affiche en temps réel les informations de hauteur et de volume, facilitant ainsi visuellement le réglage et le jeu. La fonction de pré-écoute de la hauteur permet à l'instrumentiste de contrôler la note, même lorsque le volume est totalement coupé. Enfin, la palette sonore du D-Lev peut être aisément enrichie en le connectant à un synthétiseur MIDI externe.

Cette section présente en détail les modules du D-Lev et se poursuit par un focus sur le synthétiseur musical DSP ainsi que sur ses différents sous-modules.

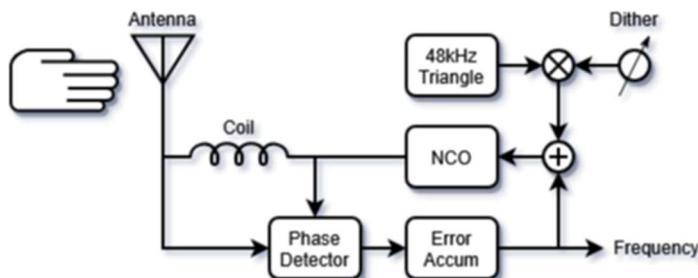
Champs Hauteur et Volume



Génération et traitement des champs hauteur et volume.

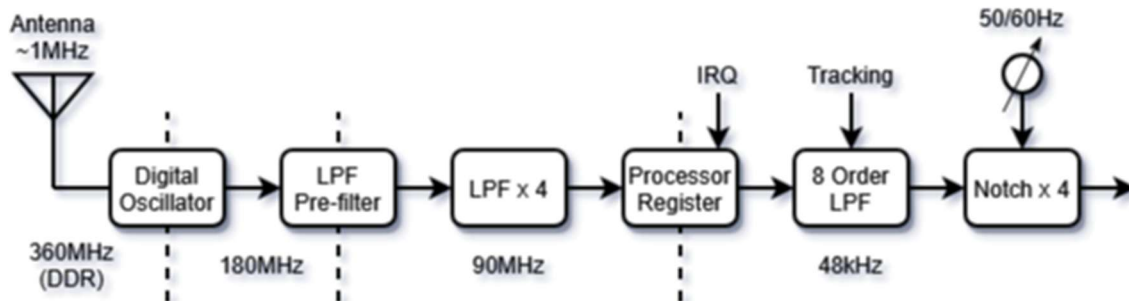
Description

À mesure que la main commandant la hauteur ou le volume s'approche de l'antenne, la capacité augmente légèrement, ce qui abaisse quelque peu la fréquence de l'oscillateur relié à l'antenne. Cette fréquence d'oscillateur est convertie en données numériques représentant la position de la main, lesquelles servent ensuite à contrôler la hauteur tonale et le volume du synthétiseur musical.



Topologie d'oscillateur à boucle à verrouillage de phase (PLL) numérique pour la hauteur et le volume.

Les oscillateurs du D-Lev sont presque entièrement numériques et utilisent des inductances à air, ce qui leur confère une stabilité exceptionnelle. Dans chaque oscillateur, un oscillateur à commande numérique (NCO) pilote une bobine qui entre en résonance avec la capacité de l'antenne. Un signal de retour basé sur le déphasage permet de maintenir la fréquence du NCO verrouillée sur la fréquence de résonance maximale de l'ensemble bobine-antenne. Il en résulte l'apparition d'une tension radiofréquence élevée (mais inoffensive) au niveau de l'antenne, ce qui génère une vaste zone de jeu et permet de masquer les interférences ambiantes.



Filtrage des signaux de hauteur (pitch) et de volume (et fréquences d'échantillonnage).

L'oscillateur constitue un filtre passe-bas du premier ordre pour le bruit de phase. Il est suivi d'un pré-filtre passe-bas du premier ordre, puis de quatre autres filtres passe-bas du premier ordre. Ces filtres matériels réduisent le bruit, augmentent la résolution et permettent au logiciel d'échantillonner plus précisément la fréquence de l'oscillateur. Côté logiciel, le signal traverse un filtre passe-bas suiveur (tracking filter) du huitième ordre, suivi de quatre filtres coupe-bande (notch) du second ordre destinés à éliminer la ronflette du secteur. L'ensemble de ces étages forme un immense filtre du vingt-deuxième ordre qui supprime la majeure partie des interférences tout en conservant une grande réactivité.

Après les oscillateurs et les filtres, des étages de traitement mathématique linéarisent, mettent à l'échelle et appliquent un décalage (offset) aux fréquences des oscillateurs. À quelques exceptions près, toute la chaîne de traitement — oscillateurs, filtrage et calculs — est identique pour les champs de hauteur et de volume.

Commandes

Toutes les commandes sont regroupées sur les pages V_FIELD, P_FIELD et SYSTEM. Il s'agit de paramètres système ; ils peuvent donc être sauvegardés dans l'un des quatre profils système et rappelés ultérieurement.

Vcal[-127:127]	Drop [0:31]
Lin [-15:15]	Dith [0:7]
Ofs- [0:255]	Ofs+ [0:255]
Sens[-127:127]	V_FIELD

Commandes de la page V_FIELD

Pcal[-127:127]	Lift [0:31]
Lin [-15:15]	Dith [0:7]
Ofs- [0:255]	Ofs+ [0:255]
Sens[-127:127]	P_FIELD

Commandes de la page P_FIELD

Wait [0:99]	Auto [0:249]
P<>V [0:3]	50Hz [0:1]
Stor [0:5]	Erev [0:1]
Load [0:5]	SYSTEM

Commandes de la page SYSTEM

Vcal et **Pcal** corrigent la linéarité en champ lointain et sont identiques aux commandes de type « zéro » des thérémins analogiques. Augmenter leur valeur réduit la sensibilité en champ lointain (déplace le « point zéro » plus loin derrière votre corps). Il s'agit de décalages par rapport au processus ACAL ; vous devrez donc augmenter ces valeurs si vous tenez votre corps ou vos mains plus près des antennes pendant l'ACAL que pendant une utilisation normale. Une fois **Vcal** et **Pcal** correctement réglés, enregistrez le profil système. Lors de votre prochain ACAL, vous n'aurez probablement plus besoin de les ajuster. Une fois que vous aurez maîtrisé la bonne technique pour maintenir vos bras rétractés pendant l'ACAL, vous constaterez peut-être que vous n'aurez plus besoin de toucher à **Vcal** ni à **Pcal**.

Lin ajuste la linéarité en champ proche. Il s'agit d'une fonction avancée dont l'effet sur la linéarité est complexe mais modeste. En cas de doute sur son réglage, mettez-la simplement à zéro. **Lin** interagit fortement avec d'autres boutons ; vous devrez donc probablement faire des allers-retours lors de son réglage.

Ofs : déplace le champ. Augmentez la valeur pour éloigner le champ de l'antenne, diminuez-la pour le rapprocher. Cette commande sert à optimiser le fonctionnement des commandes **Sens** et **Lift**, et non à positionner le champ de jeu final.

Sens ajuste la sensibilité du champ et agit comme un contrôle de gain pour vos gestes de la main. Pour une sensibilité typique de thérémine analogique, réglez-la de sorte qu'un geste main ouverte/poing fermé produise environ 2/3 d'octave. Vous pouvez utiliser les boutons **Sens** pour inverser la réponse des champs : par exemple, des valeurs négatives de **Sens** sur la page **V_FIELD** donnent une réponse classique (« plus la main est éloignée, plus le son est fort »), tandis que des valeurs positives donnent une réponse différente (« plus la main est proche, plus le son est fort »).

Ofs+ déplace le champ de manière similaire à **Ofs-**. Vous vous demandez peut-être pourquoi il y a deux commandes qui font essentiellement la même chose ? **Ofs-** sert à centrer le point de pivot de **Sens** au milieu du champ. **Ofs+** sert à positionner le champ là où vous le souhaitez pendant que vous jouez.

Dith ajuste l'amplitude d'un signal de dithering triangulaire de 48 kHz injecté dans l'oscillateur de champ. Le dithering sert à éliminer les petits points de blocage dans le champ. Des valeurs trop élevées peuvent engendrer une instabilité ; il est donc conseillé d'utiliser le minimum nécessaire pour corriger un blocage. Sinon, le paramètre **Dith[2]**, qui injecte une quantité nominale de dithering, est recommandé. Le tuner est particulièrement utile pour repérer les transitions de hauteur ou de volume abruptes ou persistantes, indiquant peut-être la nécessité d'un réglage de dithering plus élevé.

Drop applique une courbure non linéaire du second ordre au champ de volume – un effet de genou doux secondaire et global. Il permet une transition plus directe du volume vers le silence, ce qui peut corriger les problèmes de fuite sonore ou de glissando. Si vous jouez avec un champ de volume traditionnel (**Sens** < 0 ; plus loin = plus fort), il peut éviter d'avoir à trop approcher la main de l'antenne de volume. À des réglages plus élevés, la courbure près du volume maximal peut modéliser le comportement d'un thérémine analogique. Le bouton **Drop** amplifie l'effet du bouton de genou sur la page **VOLUME**.

Lift applique une courbure ascendante non linéaire du second ordre au champ proche de la hauteur, modélisant le comportement (non idéal à mon avis) d'un thérémine analogique. Il peut servir à compresser le champ proche pour faciliter l'accès aux registres aigus avec moins de mouvements de la main et du bras. Des réglages élevés produisent le sifflement caractéristique lorsque la main est très proche de l'antenne de hauteur. Désactivez **Lift[0]** sauf cas particulier. Le point d'entrée de la non-linéarité peut être ajusté avec **Ofs-** et **Ofs+**.

50 Hz sélectionne la fréquence du filtre anti-ronflement secteur. Utilisez **50 Hz[0]** dans les zones alimentées en 60 Hz et **50 Hz[1]** dans celles alimentées en 50 Hz.

P<>V inverse les antennes de hauteur et de volume. **P<>V[0]** est la valeur normale. **P<>V[1]** configure les deux antennes sur le volume, ce qui peut être utile lors du réglage du champ de volume ; **P<>V[2]** les configure sur la hauteur tonale. Les joueurs gauchers doivent utiliser **P<>V[3]** qui inverse les antennes de hauteur tonale et de volume. Effectuez toujours un étalonnage automatique (ACAL) après avoir modifié ce paramètre.

Wait définit le délai d'attente de l'ACAL par incréments de 0,1 seconde. Par exemple, **Wait[20]** définit un délai de deux secondes. Cela laisse au joueur le temps d'appuyer sur le bouton d'étalonnage et de le relâcher, ainsi que de ramener ses mains et ses bras en position rétractée avant le début de l'étalonnage. **Wait[0]** désactive la coupure automatique du son pendant l'ACAL.

Trucs et astuces

Le jeu au thérémine repose sur la mémoire musculaire, laquelle dépend elle-même d'une configuration stable des champs ; pensez donc à sauvegarder votre profil système dans un autre emplacement ou à noter quelque part vos réglages V_FIELD et P_FIELD.

Consultez la section du manuel consacrée à la configuration des champs. Consultez également la section Questions-Réponses pour en savoir plus sur les options de sensibilité du champ de hauteur (pitch) ainsi que sur les avantages et inconvénients de l'inversion du champ de volume.

Correcteur de Hauteur (pitch)

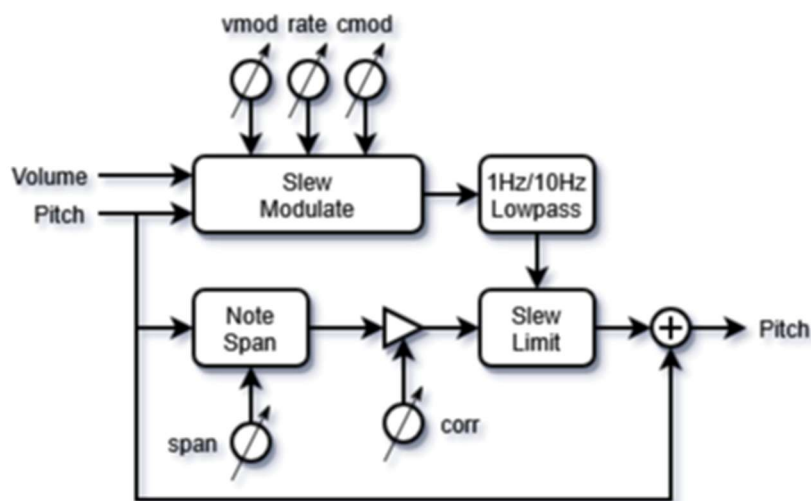


Diagramme du correcteur de hauteur

Description

Le correcteur de hauteur est chromatique (les 12 notes de l'octave sont corrigées de manière identique) et utilise divers mécanismes pour masquer son fonctionnement, même avec des réglages assez marqués. La vitesse de correction peut être accélérée pour produire une quantification par sauts de hauteur francs, ralentie pour une correction discrète, ou réglée sur une valeur intermédiaire. Une innovation majeure réside dans la modulation de la vitesse de correction en fonction de la position de la main sur la note, ce qui renforce la stabilité du centre de la note tout en adoucissant les transitions. Un filtre bimodal permet de réaliser des glissandos fluides. Comme il effectue une correction vers la hauteur absolue, il est plus efficace lorsqu'il est utilisé activement en conjonction avec le tuner pendant le jeu.

Commandes

Toutes les commandes se trouvent sur la page PITCH.

vmod [-31:31]	cmod [0:31]
rate [0:31]	cvol [0:31]
corr [0:31]	span [0:31]
Post [0:1]	PITCH

Commandes de la page HAUTEUR (pitch)

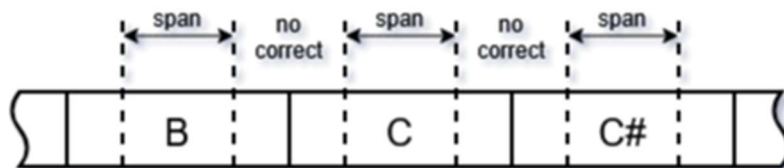
corr définit l'intensité de la correction de hauteur. Pour activer la correction de hauteur, les boutons **span** et **corr** doivent tous deux être réglés sur une valeur non nulle. Si vous constatez des effets de phase avec des sources audio externes dus à une correction de hauteur trop parfaite, réduisez **corr** pour introduire volontairement une légère erreur de suivi de la hauteur. Régler **corr** sur 0 désactive la correction de hauteur ; c'est un moyen simple et rapide de couper cette fonction.

rate définit la vitesse de correction. Des valeurs élevées entraînent une correction plus rapide ; pour une correction maximale, réglez cette valeur aussi haut que possible en fonction du morceau joué. Utilisez **rate[31]** pour une quantification stricte. L'action corrective de base consiste en un glissement linéaire (perçu comme tel à l'oreille) de la hauteur vers le centre de la note, un comportement qui peut être modifié dynamiquement par les autres boutons.

cmod module la vitesse de correction en fonction de la position de la main gérant la hauteur. Des réglages élevés accélèrent la correction lorsque la main se trouve près du centre d'une note et la ralentissent près des bords de la note. Cela permet d'obtenir des transitions plus douces entre les notes malgré une vitesse de correction élevée, confère un effet « magnétique » au centre des notes et adoucit l'action de correction (qui, autrement, tirerait la hauteur dans un sens ou dans l'autre aux limites de la note). Notez que le bouton **rate** définit ici la vitesse de correction nominale.

vmod module la vitesse de correction en fonction de la position de la main gérant le volume. Des valeurs positives de **vmod** augmentent la vitesse de correction à mesure que le volume augmente (avec pour limite supérieure la valeur définie par **rate**), tandis que des valeurs négatives l'augmentent à mesure que le volume diminue (avec pour limite inférieure la valeur définie par **rate**). Lorsque le volume est si faible que le public n'entend rien, il peut être judicieux d'accélérer la correction afin que la note suivante soit rapidement centrée.

span définit la plage autour du centre de la note sur laquelle la correction de hauteur s'applique. En général, on règle **span** au maximum pour couvrir toute la note, mais des valeurs plus faibles limitent la correction à une zone plus étroite centrée sur chaque note. Régler **span** sur 0 désactive la correction de hauteur.



Influence de la commande span

Post sélectionne les signaux de hauteur et de volume envoyés au tuner LED (veuillez consulter le tableau de la section consacrée au tuner pour connaître l'effet de ces paramètres). Le mode « Post-correction » est utile pour visualiser et ajuster les commandes de correction de hauteur, dont l'effet sonore est souvent

très subtil. Sinon, utilisez le mode « Pre-correction » pour afficher la position de la hauteur sur le tuner ; cela vous aide à viser plus précisément le centre des notes pendant que vous jouez, permettant ainsi au correcteur de hauteur de fonctionner de manière optimale.

Trucs et astuces

Il est possible d'intégrer des niveaux de correction de hauteur assez marqués à sa technique de jeu sans que cela soit trop perceptible.

Les presets caractérisés par de nombreuses résonances fixes, comme ceux simulant la voix humaine ou les instruments à cordes, peuvent trahir la présence d'une correction de hauteur. Réduire le paramètre « corr » et utiliser le vibrato peut aider à masquer son action.

Des valeurs négatives élevées du paramètre « vmod » peuvent faciliter la prévisualisation de la hauteur en quantifiant le signal de prévisualisation à faible volume.

Quelques réglages types :

vmod -16	cmod 12
rate 12	cvol 0
corr 24	sPan 31
Post 0	PITCH

Correction de hauteur

vmod -0	cmod 0
rate 31	cvol 0
corr 0	sPan 31
Post 0	PITCH

Quantification de hauteur

Générateur d'enveloppe

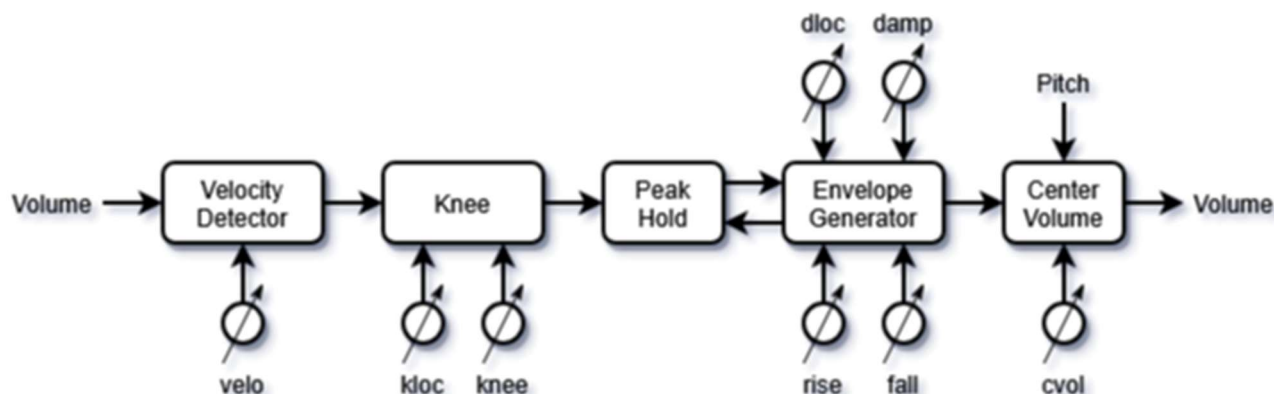


Schéma fonctionnel du générateur d'enveloppe.

Description

Le générateur d'enveloppe permet de modifier la réponse statique et dynamique des mouvements de la main de volume. Il se compose d'une unité de coude et d'un détecteur de vitesse en parallèle, suivis d'un module de maintien de crête/générateur d'enveloppe. L'unité de coude introduit une réponse linéaire secondaire à la position de la main de volume ; un effet qui peut paraître étrange, mais qui est en réalité très recherché lorsqu'il est maîtrisé. Le détecteur de vitesse permet un jeu staccato/percussif plus nuancé. Le module de maintien de crête et le générateur d'enveloppe, combinés, créent des variations de volume rapides – ou très lentes et progressives – difficiles, voire impossibles à obtenir par les seuls mouvements de la main.

Commandes

La plupart des commandes se trouvent sur la page VOLUME.

kloc [0:31]	rise [0:63]
knee [0:31]	fall [0:63]
velo [0:31]	damp [0:63]
dloc [0:63]	VOLUME

VOLUME page controls.

knee (coude) fait en sorte que le volume, lorsqu'il se situe en dessous d'un certain seuil (défini par « **kloc** »), réagisse plus fortement à la position de la main contrôlant le volume. C'est ce qu'on appelle l'expansion ; la réponse du volume au-dessus de « **kloc** » reste inchangée. La plupart des sons naturels atteignent rapidement un certain niveau sonore, avec une plage plus expressive au-delà de ce seuil. Des réglages modérés de « **knee** » facilitent ce comportement grâce à des mouvements de main plus réduits, plus lents et plus naturels, tout en conservant une bonne maîtrise de la dynamique. Des réglages très élevés de « **knee** » provoquent un saut instantané du volume vers le niveau défini par « **kloc** », un effet utilisable de manière percussive. Le réglage « **knee[0]** » désactive cette fonction.

kloc définit la position du coude dans la plage de volume. La plage s'étend de -48 dB à 0 dB (respectivement de « **kloc[0]** » à « **kloc[63]** »). Une plage expressive supérieure d'environ 12 dB (réglage « **kloc[48]** ») convient à la plupart des voix.

velo contrôle le gain lié à la vélocité de la main contrôlant le volume : la vitesse du mouvement de la main est détectée et ajoutée au volume global. La détection de la vélocité est bidirectionnelle et continue sur toute l'amplitude du mouvement de la main (elle ne se limite pas à un seuil précis). L'ajout de la vélocité à un réglage de **knee** à gain élevé permet un contrôle nuancé des presets percussifs.

rise et **fall** déterminent les temps de montée et de descente du volume ; des valeurs élevées ralentissent la progression du volume. La montée se poursuit jusqu'à ce que la sortie atteigne la valeur de maintien du pic (« **peak hold** »), après quoi le volume redescend vers le niveau correspondant à la position actuelle de la main.

damp (amortissement) est un modulateur global agissant sur la descente (« **fall** ») et sur tous les réglages de résonance des filtres. Si la main contrôlant le volume se trouve en deçà de la position définie par « **dloc** », la fonction « **damp** » est active et réduit les valeurs de descente et de résonance. La modulation par paliers des vitesses de décroissance et de résonance offre un meilleur contrôle sur la résonance (le « **ringing** ») et les presets percussifs. Si **damp** est réglé sur une valeur non nulle, la position d'envoi du message MIDI « **note-off** » correspond à la position définie par le bouton **dloc**.

dloc définit la position de basculement de l'amortissement (« **damp** ») dans la plage de volume. La plage s'étend de -48 dB à 0 dB (respectivement de « **dloc[0]** » à « **dloc[63]** »), avant l'application de la vélocité et du « **knee** ». Ce paramètre détermine également la position d'envoi du message MIDI « **note-off** » si « **damp** » est différent de zéro.

cvol (situé sur la page PITCH) module la baisse du volume entre les notes. Il réduit automatiquement le volume lors des transitions entre les notes.

Trucs et astuces

L'application d'un peu de coude (**knee**) est presque indispensable si vous jouez avec le sens traditionnel du champ de volume et avec votre corps proche du D-Lev. Sans cela, la capacité de votre corps sera un facteur de confusion et de grands mouvements de bras seront nécessaires pour produire toute la gamme audio. Veuillez consulter la section sur la configuration du champ de volume pour une discussion complète de ces problèmes.

Utilisez un peu de **velo** pour accélérer et façonner le jeu de type *pizzicato*.

Des valeurs de hausse élevées ainsi que des valeurs de baisse faibles généreront des enveloppes inversées.

Des réglages modérés de **cvol** peuvent ajouter du réalisme aux voix prédéfinies qui ne glissent généralement pas bien en rendant automatiquement les séquences chromatiques plus discrètes. Imaginez actionner rapidement les pistons d'une trompette ou d'un clavier.

La génération d'enveloppe peut être complètement annulée en définissant **Rise[0]** et **Fall[0]**. Une fois vaincu, il n'interférera en aucune façon avec le jeu normal.

Quelques réglages typiques :

kloc 28	rise 0
knee 31	fall 51
velo 12	damp 39
dloc 60	VOLUME

Percussif avec amortissement

kloc 28	rise 50
knee 31	fall 0
velo 12	damp 0
dloc 0	VOLUME

Enveloppe inversée

Module MIDI

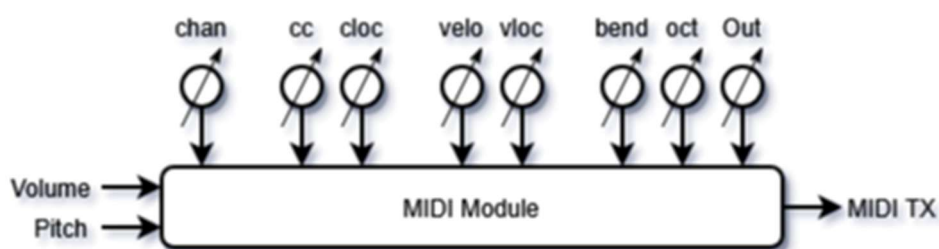


Diagramme du module MIDI

Description

Le module MIDI récupère les informations de hauteur et de volume provenant des mains et transmet des données MIDI série (via la sortie MIDI OUT) vers l'entrée MIDI IN d'un synthétiseur externe. Il s'agit exclusivement d'un module de transmission MIDI ; il ne comporte ni connexion MIDI IN ou THRU, ni fonction de traitement.

Commandes

La plupart des commandes se trouvent sur la page MIDI.

<code>vloc [0:63]</code>	<code>velo [0:31]</code>
<code>cloc [0:63]</code>	<code>cc [-127:31]</code>
<code>bend [0:127]</code>	<code>chan [-16:16]</code>
<code>oct [-7:7]</code>	<code>MIDI</code>

Page des commandes MIDI

chan sélectionne le canal MIDI. Les canaux MIDI fonctionnent comme des sous-synthétiseurs dotés de leurs propres commandes indépendantes. Les canaux valides vont de 1 à 16. Le réglage **chan[0]** désactive le module MIDI, ce qui peut s'avérer pratique lors de la modification des messages de contrôle continu (CC). Des valeurs négatives pour **chan** insèrent des intervalles de 2 ms entre les « paquets » de données MIDI, ce qui peut aider à gérer les situations de saturation du flux MIDI (MIDI flooding).

velo contrôle le gain de la vitesse d'activation de la note (note-on). La vitesse à laquelle la main gérant le volume franchit le seuil **vloc** (pour jouer une nouvelle note) est convertie en vitesse MIDI. Des valeurs de **velo** plus élevées facilitent l'obtention de vitesses plus fortes. Certains modes spécifiques existent : **velo[0]** transmet une vitesse fixe de 64 (norme MIDI pour les instruments sans sensibilité à la vitesse), tandis que **velo[31]** transmet une vitesse fixe de 127 (ce qui peut donner de meilleurs résultats avec certains synthétiseurs ou patches).

vloc définit le point de détection de la vitesse ainsi que l'emplacement du déclenchement (activation/arrêt) de la note dans la zone de volume. La plage s'étend de -48 dB à 0 dB (correspondant aux valeurs **vloc[0]** à **vloc[63]**). Régler **vloc** en dessous de la valeur **cloc** peut aider à masquer les événements de déclenchement/arrêt de la note, rendant le son moins percussif et plus proche de celui d'un thérémine. Si le paramètre **damp** de la page VOLUME est réglé sur une valeur non nulle, l'arrêt de la note MIDI (note-off) se produit à la position définie par le bouton **dloc** de la page VOLUME ; cette fonction est utile pour déclencher des bourdons (drones).

bend définit l'amplitude de la variation de hauteur tonale (pitch bend) MIDI en demi-tons. **bend[12]** produit une plage de +/- 1 octave, et ainsi de suite. La hauteur est recentrée à chaque fois qu'une note est jouée (lorsque le seuil **vloc** est franchi) ; si le jeu dépasse la plage de variation, la note est redéclenchée avec la hauteur recentrée sur la nouvelle note. Pour assurer un suivi correct, la valeur de **bend** doit correspondre au réglage d'amplitude de **pitch bend** du synthétiseur externe. **bend[0]** désactive le **pitch bend** ainsi que le redéclenchement des notes ; celles-ci restent donc fixées à la hauteur correspondant à leur point de déclenchement initial jusqu'à la fin de la note.

oct définit l'octave relative du signal ; il s'agit d'un décalage par rapport au réglage d'octave de la banque. « cc » sélectionne le message de changement de contrôle (Control Change) MIDI piloté par la main gérant le volume. Les valeurs du bouton [1:31] transmettent des données 14 bits aux contrôleurs cc[1:31]. Les valeurs [-127:-1] transmettent des données 7 bits aux contrôleurs cc[127:1]. Régler cc sur 0 désactive la transmission des messages de changement de contrôle. Voici quelques messages MIDI CC courants :

CC	Control
+/- 1	Modulation Wheel
+/- 2	Breath Controller
+/- 4	Foot Pedal
+/- 7	Volume
+/- 8	Balance
+/- 10	Pan
+/- 11	Expression
-71	Filter Resonance
-74	Filter Frequency
-91	Reverb
-92	Tremolo
-93	Chorus
-94	Detune
-95	Phaser

Quelques valeurs de messages MIDI

cloc définit le point de départ du message de contrôle continu (CC) au sein de la plage de volume. La plage s'étend de -48 dB à 0 dB (correspondant respectivement aux valeurs `cloc[0]` à `cloc[63]`). L'ensemble de la plage de contrôle est mis à l'échelle pour s'adapter à la plage de volume sélectionnée. Par exemple, `cloc[32]` fixera le point de départ du CC à -24 dB ; lorsque le volume est inférieur à ce seuil, la valeur du CC est nulle ; au-delà, elle passe progressivement de 0 à sa valeur maximale.

out (située sur la page D-LEV), lorsqu'elle passe de 1 à 0, envoie un message MIDI de fin de note (*note-off*, ou *note-on* avec une vélocité de 0) pour la note en cours, ainsi que les messages de mode de canal MIDI 123 (*All Notes Off*) et 120 (*All Sound Off*) pour le canal MIDI actif (défini par le paramètre `chan`).

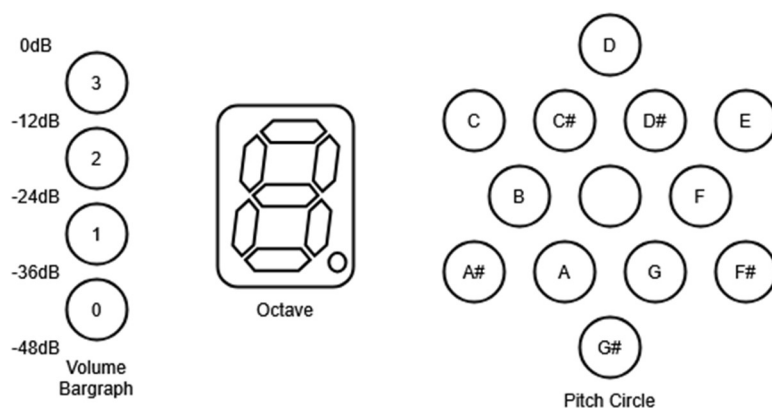
Trucs et astuces

Réglez le **pitch bend** (variation de hauteur) sur la valeur la plus élevée possible afin d'obtenir la plage de hauteur la plus vaste, fluide et continue. Cette valeur sera probablement davantage limitée par le synthétiseur externe que par la plage de **bend** elle-même (qui peut gérer une étendue de variation de hauteur allant jusqu'à +/- 10,5 octaves).

Les commandes MIDI conservent généralement leur dernier réglage, ce qui n'est pas toujours souhaitable. Pour contourner ce problème, utilisez ``Out[0]`` ou ``chan[0]`` afin de désactiver la transmission MIDI lors de la modification du paramètre CC.

Des plages de **pitch bend** radicalement différentes peuvent être utilisées pour créer des effets spéciaux. Les données MIDI CC peuvent être codées sur 7 ou 14 bits. Le format 7 bits suffit généralement pour le contrôle du volume, tandis que le format 14 bits offre une résolution accrue pour le contrôle de la hauteur tonale. Lorsque le module MIDI transmet des données sur 14 bits, l'octet de poids fort (MSB) est envoyé en premier (conformément à la norme MIDI) au sein d'un bloc de données contigu en mode **running status**, afin de minimiser les artefacts liés au LSB (un défaut technique majeur de la norme MIDI). Le générateur de son interne du D-Lev reste opérationnel même lorsqu'un synthétiseur MIDI externe est utilisé, ce qui peut s'avérer utile pour créer des sonorités mixtes.

Tuner à LED



Afficheurs du tuner à LED

Description

Le tuner visuel à LED fournit un retour en temps réel, sans latence, sur la hauteur de note et le volume pendant le jeu. Le cercle d'indication de hauteur affiche la note jouée au sein de l'octave, le numéro d'octave est indiquée sur un afficheur à 7 segments, et le niveau de volume est représenté par un bargraphe de type thermomètre à 4 LED avec des graduations de 12 dB. La variation d'intensité par modulation de largeur d'impulsion (PWM) est utilisée pour accroître considérablement la résolution, en exploitant la luminosité maximale pour indiquer les nuances de volume ainsi que la position exacte des notes.

Commandes

Toutes les commandes se trouvent sur la page DISPLAY.

```
LED [0:31]   Cent [-99:99]
LCD [0:31]   Note [-11:11]
Qant [0:4]   Oct [-15:15]
Post [0:3]   DISPLAY
```

Commandes de la page DISPLAY

LED règle la luminosité de toutes les LED du tuner. Si l'affichage du tuner vous distrait, le réglage **LED[0]** éteint toutes les LED.

LCD contrôle la luminosité du rétroéclairage de l'écran LCD. Le réglage **LCD[0]** éteint le rétroéclairage.

Qant contrôle la quantification de la luminosité liée à la hauteur de note sur l'accordeur. Des réglages de quantification plus élevés concentrent davantage la luminosité sur une seule LED plutôt que de la répartir sur deux ou trois LED ; cela permet de visualiser plus facilement la note jouée, même en présence d'imprécisions de hauteur ou de vibrato. Essayez le réglage **Qant[1]**.

Post sélectionne les sources pour la hauteur de note et le volume de l'accordeur :

Post	Volume	Pitch
0	pre	pre
1	pre	post
2	post	pre
3	post	post

Fonctions du bouton Post

Post pitch est utile pour visualiser et ajuster les commandes de correction de hauteur (souvent très subtiles). Sinon, utilisez « **Pre pitch** » pour que la position de la main influant sur la hauteur s'affiche sur l'accordeur ; cela vous aide à viser le centre des notes en jouant, ce qui permet au correcteur de hauteur de fonctionner de manière optimale. Le réglage « **Pre volume** » prend en compte l'action du levier de genou et la vélocité, mais pas le générateur d'enveloppe. Le réglage « **Post volume** » inclut la réponse du générateur d'enveloppe.

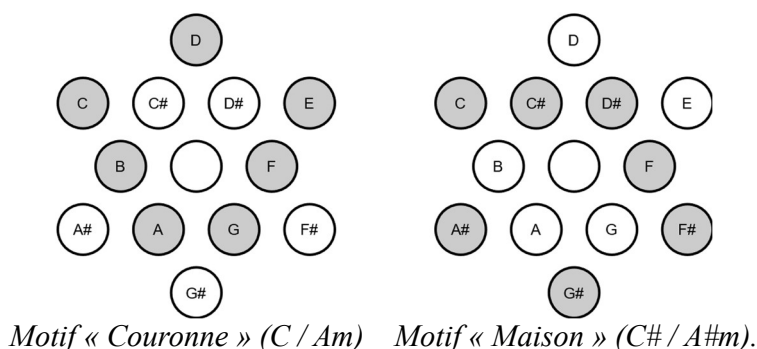
Cent décale la fréquence globale en cents (1/100e de demi-ton). Il s'agit d'un décalage s'appliquant à l'ensemble du système D-Lev (oscillateurs, filtres, MIDI), et pas seulement à l'accordeur.

Note décale l'affichage de la hauteur sur l'accordeur sans affecter la hauteur réelle du son. C'est pratique si vous préférez visualiser une certaine tonalité tout en jouant dans une autre. Par exemple, « **Note[-4]** » affiche la tonalité de Do (C) sur l'accordeur alors que vous jouez en Mi (E).

Oct » décale simplement le numéro d'octave affiché sur l'accordeur, sans affecter la hauteur réelle du son.

Trucs et astuces

Le cercle des hauteurs (pitch circle) est constitué de deux anneaux concentriques — l'un interne, l'autre externe — disposés en quinconce. Au sein d'un même anneau, les notes sont espacées d'un ton entier, tandis que les anneaux sont décalés l'un par rapport à l'autre d'un demi-ton. Ainsi, les notes successives d'un même anneau sont séparées d'un ton, alors que le passage d'un anneau à l'autre produit un intervalle d'un demi-ton. Les LED du cercle des hauteurs forment deux motifs distincts lors de l'utilisation de gammes majeures ou mineures naturelles, surnommés les motifs « Couronne » (Crown) et « Maison » (House) :



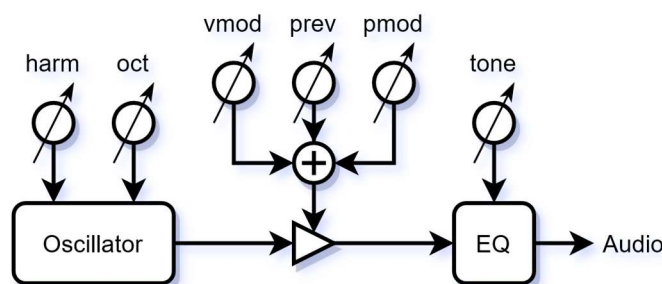
Il est aisé de déduire la tonalité du morceau que vous jouez en reconnaissant ces deux motifs et leur orientation. Une fois identifiés, ces motifs constituent une aide précieuse pour l'improvisation.

La position de la note Do (C) sur le cercle a été choisie principalement pour obtenir une symétrie verticale du motif, avec le Do situé sur l'anneau externe. Cette disposition place également le Do à proximité de l'indicateur d'octave, dont la valeur change au niveau de l'intervalle Si/Do (B/C). Une rotation dans le sens des aiguilles d'une montre indique une élévation de la hauteur, conformément à la logique des commandes. Le niveau correspondant au moment où toutes les LED du bargraphe de volume s'éteignent est de -48 dB. De même, la LED inférieure allumée seule correspond à -36 dB ; deux LED inférieures allumées indiquent -24 dB ; trois LED allumées, -12 dB ; et les quatre LED allumées correspondent à 0 dB, soit le volume maximal. La valeur -48 dB (1/256) se situe à la limite de l'audibilité ; ainsi, lorsque toutes les LED du bargraphe de volume sont éteintes, le volume est presque certainement assez faible pour que le public n'entende rien. Le réglage réel du volume descend jusqu'à -96 dB pour garantir un silence total, bien que cette valeur ne soit pas affichée.

L'octave est affichée au format hexadécimal, où les valeurs de 10 à 15 sont représentées par les lettres « a » à « f » — attention à ne pas les confondre avec le nom des notes !

Les hauteurs minimale et maximale correspondent à la note A8 ; il est donc normal de voir cette valeur s'afficher en butée sur l'accordeur lorsque vous jouez la note la plus aiguë possible ou lorsque vous vous éloignez du D-Lev. L'accordeur D-Lev fonctionne en quelque sorte à l'inverse d'un accordeur pour guitare (où la note s'affiche sous forme de caractère tandis que l'indication de dièse ou de bémol est représentée graphiquement). Les accordeurs pour guitare manquent souvent de réactivité, et leur affichage n'est pas véritablement conçu pour offrir un retour intuitif en temps réel pendant le jeu.

Pitch Preview



Pitch Preview block diagram.

Description

La fonction « Pitch Preview » (pré-écoute de la hauteur) repose sur un oscillateur distinct permettant à l'instrumentiste de mieux contrôler la hauteur de note en cours de jeu, notamment lors des passages à faible volume ou des silences. Bien que cette fonctionnalité soit parfois présente sur les thérémines professionnels, cette implémentation offre davantage de paramètres pour un réglage personnalisé selon vos besoins.

Commandes

Toutes les commandes se trouvent sur la page PREVIEW.

vmod [-63:63]	Pmod [-63:63]
Prev [0:63]	mode [0:12]
harm [-31:31]	tone [-31:31]
oct [-7:7]	PREVIEW

Commandes de la page PREVIEW.

prev règle le volume du signal de pré-écoute.

vmod module le volume de la pré-écoute en fonction de la main gérant le volume. Des valeurs positives augmentent le volume de la pré-écoute à mesure que le volume principal augmente ; le réglage **vmod[32]** permet au volume de la pré-écoute de suivre exactement celui du son sélectionné (preset). Des valeurs négatives augmentent le volume de la pré-écoute lorsque le volume principal diminue, créant un effet de « ducking » : le signal de pré-écoute s'estompe à mesure que le son principal monte, et inversement. Certains apprécient cet effet, tandis que d'autres peuvent le trouver déroutant. La valeur **vmod[0]** constitue un point de départ sûr, car elle reproduit le comportement des systèmes de pré-écoute plus rudimentaires présents sur d'autres thérémines (à savoir, une tonalité constante).

pmod module le volume de la pré-écoute en fonction de la main gérant la hauteur de note. Des valeurs positives augmentent le volume de la pré-écoute à mesure que la hauteur de note monte. Des valeurs négatives l'augmentent à mesure que la hauteur descend, ce qui peut s'avérer utile lorsque les notes aiguës semblent beaucoup plus fortes que les notes graves. Selon le timbre du son sélectionné, une valeur pmod comprise entre -15 et -25 peut donner l'impression d'un volume de pré-écoute plus équilibré sur toute l'étendue de la tessiture. Le point de pivot de la modulation est le La 440 Hz (A440).

harm définit le niveau harmonique fixe ; des valeurs négatives produisent uniquement des harmoniques impaires (au lieu de la série complète), conférant au son un caractère creux qui peut rendre l'identification de la hauteur légèrement plus difficile. Utilisez des niveaux harmoniques plus élevés (positifs ou négatifs) pour mieux entendre la hauteur, et envisagez d'utiliser des harmoniques impaires pour distinguer davantage le timbre de la pré-écoute de celui du son principal.

oct définit l'octave relative du signal ; il s'agit d'un décalage appliqué au réglage d'octave de l'oscillateur. Le paramètre **oct[1]** décale l'octave vers le haut et peut améliorer la perception de la hauteur des notes

graves en rendant le signal de prévisualisation de la hauteur plus distinct. Le bouton « **bank** » applique un décalage à ce réglage.

tone renforce ou atténue simultanément les fréquences graves et aiguës. À l'instar de la fonction loudness sur certaines chaînes hi-fi, augmenter ce réglage peut améliorer la perception de la hauteur et permettre d'utiliser des valeurs plus faibles pour le paramètre « **prev** ». Notez que l'ajout de graves et d'aigus peut entraîner une distorsion numérique du preset à fort volume ; il peut alors s'avérer nécessaire de réduire « **prev** » pour compenser et rester en deçà du seuil de distorsion. En **mode** [12], le bouton « **tone** » contrôle uniquement le renforcement ou l'atténuation des aigus.

mode gère le mixage du signal de prévisualisation de la hauteur, ainsi que la correction et la quantification de cette dernière. Le signal de prévisualisation est injecté uniquement dans les sorties monitoring G/D (gauche et droite), et non dans les sorties ligne G/D. Les modes impliquant le quatrième oscillateur injectent quant à eux l'oscillateur de prévisualisation dans la section des oscillateurs du synthétiseur, permettant ainsi de créer des effets spéciaux ou autres sonorités particulières. Toute correction de hauteur appliquée est identique à celle affectant la voix du preset ; la quantification stricte de la hauteur (sauts de notes) est, pour sa part, totalement indépendante de la correction de hauteur. Le mode spécial [12] injecte un signal continu (DC) servant d'excitation pour des sons de type cloche ou assimilés.

mode	Left Synth	Right Synth	Left Preview	Right Preview	4 th Osc	Pitch Correct	Hard Quantize
0	✓	✓	🔊	🔊	✓	✓	🔊
1	✓	🔊	🔊	✓		✓	🔊
2	✓	✓	✓	✓		✓	🔊
3			✓	✓	🔊	✓	🔊
4	✓	✓	🔊	🔊	✓		
5	✓	🔊	🔊	✓			
6	✓	✓	✓	✓			
7			✓	✓	🔊		
8	✓	✓	🔊	🔊	✓	🔊	✓
9	✓	🔊	🔊	✓		🔊	✓
10	✓	✓	✓	✓		🔊	✓
11			✓	✓	🔊	🔊	✓
12	✓	✓	🔊	🔊	DC stim.	🔊	🔊

Réglages de la fonction "mode"

L'application, au signal de prévisualisation de la hauteur, soit d'aucune correction de hauteur (lorsque le preset en utilise une), soit d'une quantification stricte, engendrera un phénomène de déphasage entre la prévisualisation et la voix du preset, fournissant ainsi des indices supplémentaires sur la hauteur.

Trucs et astuces

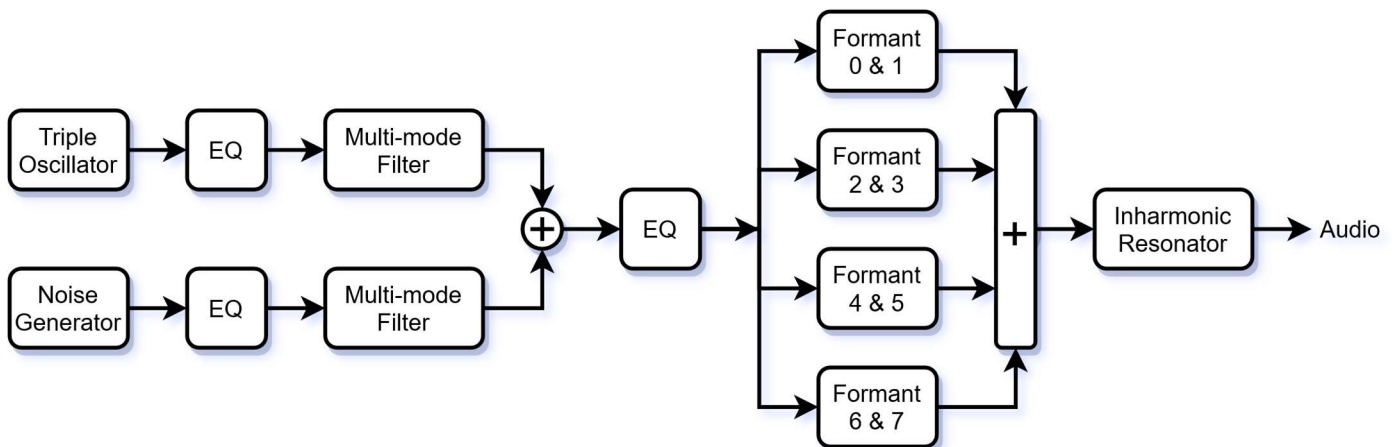
Si vous n'utilisez pas l'aperçu de la hauteur pour vous aider à jouer sur la hauteur, sa sortie peut être utilisée comme quatrième oscillateur indépendant. Utilisez le mode[0], le mode[4] ou le mode[8] pour ajouter du timbre, des subsoniques ou des effets de phase/battement à la voix prédéfinie.

Pour un stimulus percussif fixe, définissez le mode[12] et vmod[32]. Ajustez la force du stimulus via le bouton précédent et le contenu haute fréquence via le bouton de tonalité. Utilisez des vitesses de genou et de milieu de gamme très élevées sur la page VOLUME, et une chute modérée peut aider à éviter un double déclenchement.

Vous pouvez entendre la quantification commuter à faible volume si la commande vmod sur la page PITCH est négative et que vous utilisez une voix prédéfinie avec correction de hauteur. Il s'agit d'un comportement normal et peut en fait être utile.

Différentes voix prédéfinies bénéficient de différents paramètres d'aperçu de hauteur, et c'est pourquoi les paramètres d'aperçu de hauteur sont enregistrés avec chaque preset de voix, plutôt dans le profil système. Certains joueurs peuvent utiliser un seul écouteur pour surveiller le signal de prévisualisation de la hauteur, mais pour d'autres, l'utilisation d'une seule oreille rend difficile une identification précise de la hauteur. Placer un petit moniteur alimenté derrière ou sur un côté de la position de jeu et orienté loin du public permet au joueur d'entendre l'audio de l'aperçu du pitch sans que le public ne l'entende. Cela élimine le besoin d'utiliser un écouteur et peut être moins distrayant. L'utilisation d'écouteurs ouverts pour la surveillance est une autre option ici.

Synthétiseur DSP



Modules du synthétiseur DSP

La section de synthèse utilise le traitement numérique du signal (DSP) pour générer des sons en combinant synthèse FM, soustractive et modale. Un ensemble d'oscillateurs numériques et une source de bruit numérique alimentent divers filtres numériques.

Les oscillateurs et la source de bruit disposent chacun de leurs propres réglages de graves et d'aigus, ainsi que de filtres multimodes dédiés. Viennent ensuite des réglages globaux de graves et d'aigus, une banque de filtres à formants et le résonateur inharmonique.

La banque de formants sert à imiter la voix humaine, mais elle est tout aussi utile pour reproduire les résonances caractéristiques des instruments à vent et à cordes, ainsi que celles des cloches et autres percussions.

Le résonateur inharmonique permet d'enrichir la résonance et de créer des effets de pseudo-stéréo et d'ambiance ; il peut toutefois produire des sons de batterie et de gong convaincants, voire simuler la voix humaine à lui seul.

Les sections suivantes détaillent ces modules de synthèse.

Triple Oscillateur

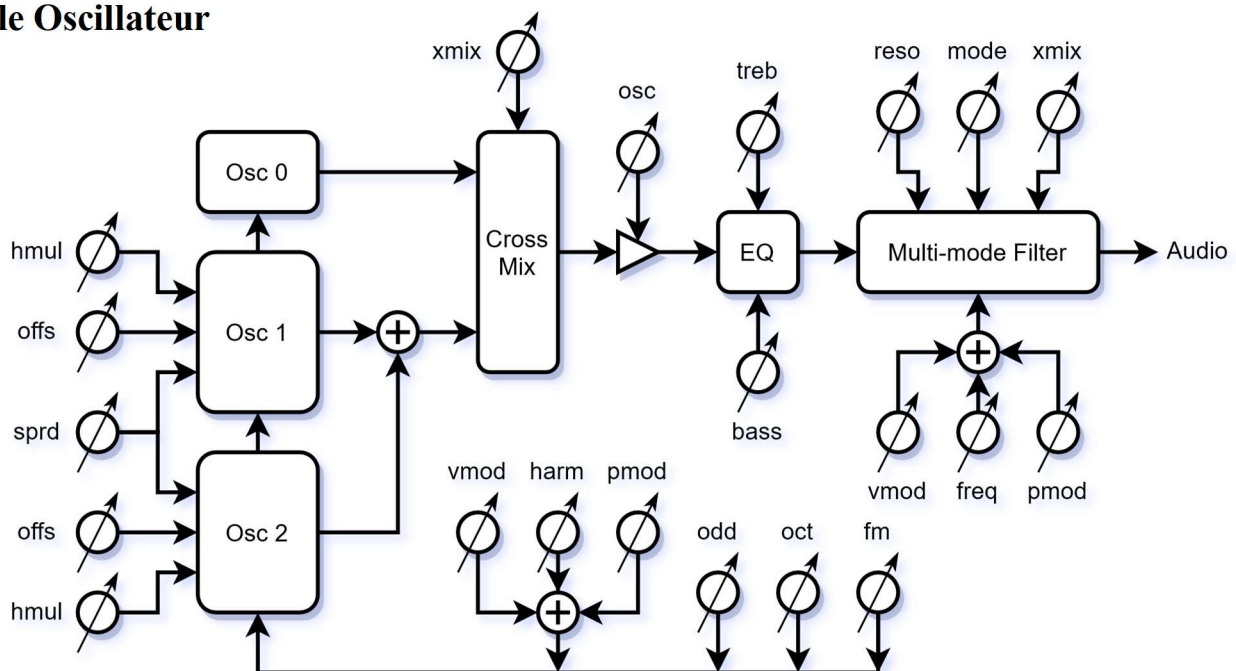


Schéma fonctionnel du triple oscillator

Description

Le triple oscillateur se compose d'un ensemble de trois oscillateurs, d'une section d'égalisation et d'un filtre multimode. Les oscillateurs génèrent un contenu harmonique à aliasing réduit grâce à la modulation de phase, offrant un mélange d'harmoniques pairs et impairs. Le niveau harmonique peut être modulé via les paramètres de hauteur et de volume, et les entrées/sorties de modulation de phase des oscillateurs peuvent être interconnectées pour obtenir des timbres plus complexes. L'oscillateur 0 constitue le « centre » et correspond toujours à la hauteur de note jouée, tandis que les oscillateurs 1 et 2 peuvent être décalés par rapport à celui-ci de diverses manières pour enrichir le son, créer des harmonies, etc.

Commandes

La plupart des commandes se trouvent sur les pages 0_OSC, 1_OSC et FLT_OSC.

vmod [-63:63]	pmod [-63:63]
harm [-31:31]	treb [-31:31]
odd [0:31]	bass [-31:31]
oct [-7:7]	P0_OSC

Commandes de la page 0_OSC (communes à tous les oscillateurs).

harm définit le niveau harmonique statique. Les paramètres **vmod** et **pmod** permettent de moduler ce niveau. Un **harm** non modulé [0] produit des ondes sinusoïdales. Une valeur négative de **harm** fait en sorte que les oscillateurs 1 et 2 produisent des ondes sinusoïdales.

vmod module le niveau harmonique avec le réglage du volume. Les valeurs positives de **vmod** augmentent les harmoniques lorsque le volume augmente ; les valeurs négatives augmentent les harmoniques lorsque le volume diminue. Pour la plupart des sons naturels, les harmoniques augmentent avec le volume (c.-à-d. **vmod** positif). Les réglages **harm[31]** et **vmod[31]** produisent des harmoniques allant de sinusoïdales à complètes sur la plage de volume de -24 dB à 0 dB ; **vmod[42]** réduit cette plage à -12 dB à 0 dB. Les valeurs **harm[18]** et **vmod[16]** sont typiques pour la voix humaine.

pmod module le niveau harmonique avec le réglage de la hauteur. Les valeurs positives de **pmod** augmentent les harmoniques lorsque la hauteur augmente ; les valeurs négatives augmentent les harmoniques lorsque la hauteur diminue. Le point de pivot de la modulation est le La 440.

odd effectue des fondus enchaînés entre l'ensemble des harmoniques et les harmoniques impaires. **odd[0]** affiche toutes les harmoniques, **odd[31]** affiche uniquement les harmoniques impaires.

oct définit l'octave des oscillateurs ; cela affecte également la prévisualisation de la hauteur, mais n'a aucune incidence sur les fréquences de coupure des filtres, le MIDI ou l'accordeur. Son décalage est modulé par le bouton **bank**.

bass et **treb** égalisent les basses et les aigus.

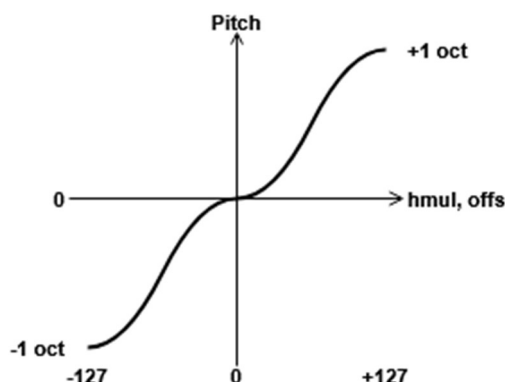
```

offs [-127:127]  offs [-127:127]
hmul[-127:127]   hmul[-127:127]
fm  [0:31]       sprd [0:63]
xmix [-31:31]    l_osc

```

Commandes de la page l_osc (principalement les oscillateurs 1 et 2)

Les paramètres **offs** servent à décaler la hauteur des oscillateurs 1 et 2 (+/- 1 octave). Il s'agit de décalages multiplicatifs, ce qui permet de préserver les rapports de hauteur. Ils suivent une courbe cubique afin d'accroître la résolution au voisinage de l'unisson (**offs[0]**) et des octaves (**offs[-127, 127]**) :



Courbe cubique de offs and hmul.

Steps	C	A	Ratio	Interval	offs / hmul
0	C	A	1	unison	0
1	C#	A#	1.0595	minor second	35
2	D	B	1.1225	major second	44
3	D#	C	1.1892	minor third	51
4	E	C#	1.2599	major third	56
5	F	D	1.3348	perfect fourth	60
6	F#	D#	1.4142	diminished fifth	64
7	G	E	1.4983	perfect fifth	68
8	G#	F	1.5874	minor sixth	72
9	A	F#	1.6818	major sixth	77
10	A#	G	1.7818	minor seventh	84
11	B	G#	1.8877	major seventh	93
12	C	A	2	octave	127

Quelques valeurs utiles de offs et hmul pour divers intervalles musicaux

hmul correspond à des décalages de hauteur multiplicatifs appliqués aux unités de modulation de phase des oscillateurs 1 et 2 (plage de +/- 1 octave) ; ils sont relatifs aux valeurs « **offs** » qui leur sont associées. Ils suivent la même mise à l'échelle que « **offs** » et permettent d'introduire des battements dépendants de la hauteur ainsi que des harmoniques de type modulation en anneau.

sprd applique un décalage de hauteur additif à l'oscillateur 1 et un décalage soustractif à l'oscillateur 2, sans affecter la hauteur de l'oscillateur 0 ; cela s'avère utile pour créer des effets d'unisson et de battement lorsque l'on souhaite que la vitesse de battement soit indépendante de la hauteur.

fm réalise un fondu enchaîné entre l'entrée de modulation de phase et la sortie de l'unité de modulation de phase (PM) de chaque oscillateur :

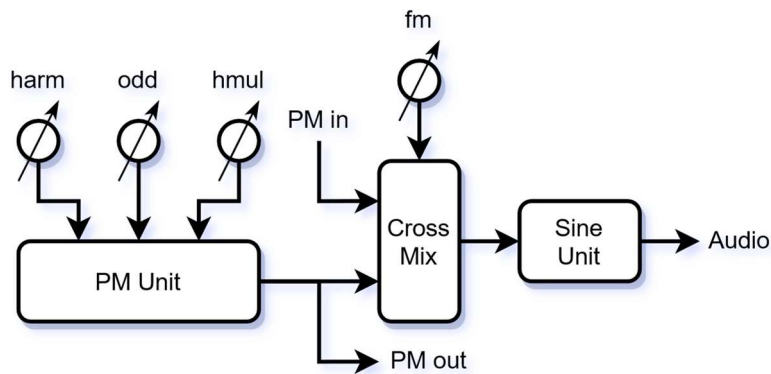
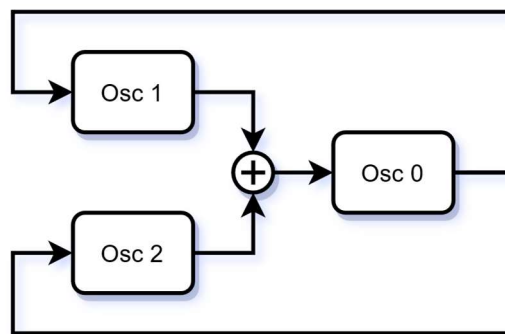


Schéma fonctionnel d'un oscillateur unique

Les sorties de modulation de phase des oscillateurs 1 et 2 sont combinées et envoyées vers l'entrée de modulation de phase de l'oscillateur 0, tandis que la sortie de modulation de phase de l'oscillateur 0 est envoyée vers les entrées de modulation de phase des oscillateurs 1 et 2. Avec **fm[0]**, tous les oscillateurs utilisent uniquement leurs unités de modulation de phase internes pour générer des harmoniques ; **fm[31]** établit un couplage croisé total entre eux.



Couplage croisé par modulation de phase des trois oscillateurs

fm (modulation de fréquence) peut transformer radicalement le timbre et introduire des harmoniques assez débridées, en particulier lorsque les paramètres « **offs** » et/ou « **hmul** » sont différents de zéro. Utilisez-la pour créer des effets de scratch, des barrissements d'éléphants, des invasions d'OVNI et autres joyeux chaos sonores.

xmix réalise un fondu enchaîné entre la sortie audio des oscillateurs 1 et 2 et celle de l'oscillateur 0. La valeur **xmix[0]** ne laisse passer que l'oscillateur 0, tandis que **xmix[31]** ne retient que les oscillateurs 1 et 2. De même, elle effectue un fondu enchaîné entre les sorties de modulation de phase des oscillateurs ; le mélange résultant sert à moduler la largeur d'impulsion du générateur de bruit. La progression est linéaire : **xmix[21]** produit ainsi un mélange équilibré des trois oscillateurs (ou de la modulation par le bruit). Avec des valeurs négatives, « **xmix** » opère une transition entre l'oscillateur 0 seul et le produit de cet oscillateur par la somme des oscillateurs 1 et 2, créant ainsi un effet de modulation en anneau (ring modulation). Dans ce mode, les oscillateurs 1 et 2 sont réglés sur la fréquence A440 ; cette fréquence peut être décalée via les boutons « **offs** », « **sprd** » et « **oct** », mais pas par le bouton « **bank** » de la page principale.

vmod [-63:63]	pmod [-63:63]
freq [27:7040]	osc [0:63]
mode [-4:4]	xmix [-31:31]
reso [0:63]	FLT_OSC

Commandes de la page FLT_OSC (filtre multimode).

osc règle le niveau de sortie audio de l'oscillateur. Réduisez cette valeur si le filtre sature.

freq définit la fréquence centrale ou la fréquence de coupure du filtre multimode. La fréquence est affichée en Hz et les incréments sont de 50 cents. Elle est décalée par le bouton « **bank** ».

vmod module la fréquence du filtre en fonction de la main gérant le volume. Des valeurs positives de **vmod** augmentent la fréquence lorsque le volume augmente, tandis que des valeurs négatives augmentent la fréquence du filtre lorsque le volume diminue.

pmod module la fréquence du filtre multimode en fonction de la main gérant la hauteur (pitch). Des valeurs positives de **pmod** augmentent la fréquence du filtre lorsque la hauteur augmente, tandis que des valeurs négatives augmentent la fréquence du filtre lorsque la hauteur diminue. Le point de pivot de la modulation correspond à la position où la main gérant la hauteur joue normalement un La 440 Hz (A440) ; ainsi, régler **freq** sur 440 et **pmod** sur 32 fera en sorte que la fréquence du filtre suive celle de l'oscillateur (ceci n'est vrai que si **oct** est réglé sur 0 ; si **oct** est sur 1, utilisez **freq** à 880, etc.)

reso règle la résonance du filtre multimode. Ce paramètre est analogue au facteur Q (ou à l'inverse de l'amortissement), mais il est étalonné pour offrir une plage utile de comportements de résonance, allant d'un amortissement élevé à un maintien infini. Une valeur de **reso** plus élevée augmente le gain au niveau du pic de résonance ; vous devrez peut-être réduire **osc** pour éviter que le filtre ne sature.

mode sélectionne le mode de filtrage et l'ordre du filtre multimode :

mode	function	order
-4	notch	2
-3	low-pass	2
-2	band-pass	2
-1	high-pass	2
0	bypass	n/a
1	high-pass	4
2	band-pass	4
3	low-pass	4
4	notch	4

Modes de filtrages et ordre du filtre

En général, les filtres d'ordre supérieur sont plus efficaces pour le filtrage, mais ils ont tendance à produire une sonorité typée « synthé ». Pour créer un preset au son plus naturel, on privilégie généralement un filtre du second ordre.

Les modes de filtre coupe-bande (notch), caractérisés par une sonorité creuse évoquant le déphasage, gagnent à être utilisés avec des réglages de résonance plus faibles ; autrement, leur effet peut être difficile à percevoir.

Le paramètre « **xmix** » permet d'effectuer un fondu enchaîné entre l'entrée et la sortie du filtre. La valeur **xmix[0]** contourne totalement le filtre (tout comme le **mode[0]**), tandis que **xmix[31]** délivre le signal de sortie du filtre pur. Mélanger une partie du signal d'entrée à la sortie peut s'avérer utile pour obtenir une accentuation plus subtile, bien que l'on recherche généralement la valeur **xmix[31]** lors de l'utilisation du filtre. Des valeurs négatives pour **xmix** inversent la phase du signal mélangé, ce qui peut être intéressant pour créer des effets de déphasage.

Trucs et astuces

Une touche d'« **odd** » (harmoniques impaires) peut parfois ajouter du réalisme à un preset. Voici quelques points de départ de base (avec toutes les commandes de l'oscillateur 1 à zéro) :

```
vmod 16 pmod 0
harm 18 treb 0
odd 0 bass 0
oct -1 0_OSC
```

Voix

```
vmod 0 pmod 0
harm 31 treb 14
odd 3 bass 0
oct -2 0_OSC
```

Violoncelle

Pour réinitialiser les phases relatives des oscillateurs, enregistrez puis rechargez le preset après avoir modifié des commandes susceptibles d'influencer plusieurs phases fixes.

Les réglages **offs**[-127,0,127], **hmul**[-127,0,127] et **sprd**[0] garantissent l'absence de dérive de phase ; ainsi, toute voix de preset utilisant plusieurs oscillateurs avec ces paramètres conservera le même son, même sur de longues périodes.

Utilisez les paramètres « **damp** » et « **dloc** » sur la page VOLUME pour atténuer dynamiquement la résonance du filtre multimode.

Pour une modulation en anneau (ring modulation) au son plus doux et « classique », réglez « **harm** » sur une valeur négative ; cela transforme les ondes des oscillateurs 1 et 2 en ondes sinusoïdales.

Pour obtenir un battement nul (zero beat) de la modulation en anneau sur une note spécifique, réglez les boutons « **offs** » selon le tableau des intervalles musicaux présenté précédemment. La note de référence pour le battement nul est le La4 (A4), sauf en cas de décalage (offset). Par exemple, **offs**[51] règle le battement nul sur le Do5 (C5).

En mode de modulation en anneau, les boutons « **offs** » permettent de décaler les oscillateurs 1 et 2 jusqu'à +/- 1 octave par rapport au La4. Pour des décalages plus importants, utilisez le bouton « **oct** » pour décaler tous les oscillateurs, puis compensez uniquement l'oscillateur 0 à l'aide du bouton « **bank** » sur la page principale. Par exemple, pour faire fonctionner les oscillateurs 1 et 2 sur la note La2 (A2), réglez **oct**[-2] et **bank**[2].

Générateur de bruit

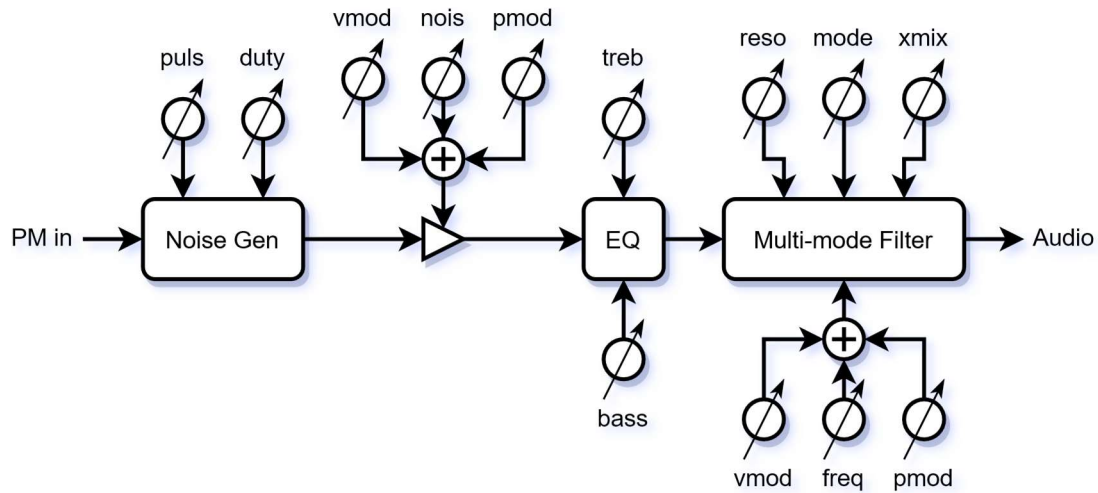


Schéma fonctionnel du générateur de bruit.

Description

Le générateur de bruit se compose d'une source de bruit rose Voss-McCartney pouvant être modulée en amplitude (activée et désactivée) par la sortie de modulation de phase du triple oscillateur. Il est suivi d'une section d'égalisation et d'un filtre multimode.

Commandes

La plupart des commandes se trouvent sur les pages NOISE et FLT_NOISE.

vmod [-63:63]	Pmod [-63:63]
nois [0:63]	treb [-31:31]
Puls [0:31]	bass [-31:31]
duty [0:31]	NOISE

Commandes de la page NOISE.

nois règle le niveau audio du bruit. La valeur **nois[0]** désactive la section de bruit tout en acheminant l'oscillateur à travers l'égaliseur (EQ) et le filtre multimode dédiés au bruit. Réduisez cette valeur si le filtre multimode ou l'égaliseur (basses et aigus) du bruit saturent.

vmod module le niveau du bruit au-delà du point de bascule défini par **kloc** ; le niveau du bruit en dessous de **kloc** reste inchangé. Des valeurs positives de **vmod** entraînent une augmentation du niveau de bruit supérieure à celle du niveau de l'oscillateur ; des valeurs négatives entraînent une augmentation moindre, voire une inversion de la tendance. La valeur **vmod[32]** maintient un niveau de bruit constant au-delà du point de bascule, tandis que des valeurs plus négatives provoquent une baisse du niveau de bruit.

pmod module le niveau du bruit en fonction de la position de la main contrôlant la hauteur (pitch). Des valeurs positives augmentent le niveau de bruit à mesure que la hauteur monte, tandis que des valeurs négatives l'augmentent à mesure que la hauteur descend. Le point pivot de la modulation correspond à la position où la main joue normalement un La 440 (avec l'oscillateur réglé sur **oct[0]**).

puls et **duty** modulent le niveau du bruit à l'aide du mixage de sortie de la modulation de phase du triple oscillateur. **puls** contrôle l'intensité de la modulation : **puls[0]** désactive totalement la modulation, produisant un bruit constant ; en dessous d'une valeur d'environ **puls[8]**, le bruit ne s'interrompt pas

complètement ; au-delà, le bruit est pleinement modulé et des valeurs plus élevées de **puls** tendent à réduire la durée d'activation (le temps « on »). À l'inverse, augmenter **duty** prolonge cette durée d'activation. Ces paramètres interagissent fortement ; il peut donc être nécessaire de les ajuster pour obtenir le résultat souhaité. Le niveau d'harmoniques de l'oscillateur influence également l'intensité de la modulation.

bass et **treb** agissent sur l'égalisation des fréquences graves et aiguës.

```
vmod [-63:63]  pmod [-63:63]
freq[27:7040]  nois [0:63]
mode [-4:4]    xmix [-31:31]
reso [0:63]    FLT_NOISE
```

Commandes de la page FLT_NOISE (filtre multimode).

nois est une copie de la même commande sur la page NOISE.

freq, **vmod**, **pmod**, **reso**, **mode**, **xmix** – sont identiques aux commandes de la page du filtre multimode (voir cette section pour une description des commandes).

Trucs et astuces

Pour explorer les effets des paramètres ***puls*** (impulsion) et ***duty*** (rapport cyclique), il peut être utile de couper le volume de l'oscillateur et de porter le niveau des harmoniques au maximum tout en écoutant des impulsions subsoniques : **osc[0]**, **harm[31]** et **oct[-7]**.

Pour simuler le souffle humain ou le bruit vocal, un bon point de départ consiste à atténuer les hautes fréquences et à régler le filtre de bruit sur un mode passe-bande du second ordre calé sur une résonance buccale :

```
vmod 0  pmod -7
nois 25  treb 13
Puls 9  bass -31
duty 0   NOISE
```

```
vmod 0  pmod 0
freq1357 nois 25
mode -2  xmix 31
reso 0 FLT_NOISE
```

Réglages pour un bruit vocal féminin.

Les réglages sont similaires pour le fredonnement humain, mais avec la fréquence de coupure du filtre de bruit ajustée pour une résonance nasale :

```
vmod -18 pmod -11
nois 38  treb 11
Puls 12  bass -31
duty 8   NOISE
```

```
vmod 0  pmod 17
freq1077 nois 38
mode -2  xmix 31
reso 0 FLT_NOISE
```

Réglages pour un bruit de fredonnement masculin.

Voici une configuration adaptée pour simuler le bruit de l'archet sur un violoncelle :

```
vmod -6  pmod -14
nois 51  treb -11
Puls 17  bass -31
duty 0   NOISE
```

```
vmod 0  pmod 0
freq2960 nois 51
mode 2  xmix 31
reso 0 FLT_NOISE
```

Réglages pour le bruit d'archet de violoncelle.

Banque de formants

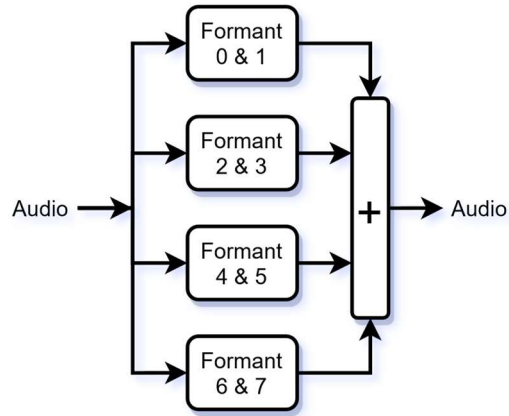


Schéma fonctionnel de la banque de formants

Description

La banque de formants est une combinaison en parallèle de huit filtres passe-bande du second ordre. Chaque filtre possède sa propre fréquence centrale et son propre réglage de niveau, mais ils sont regroupés par paires pour partager des commandes communes de modulation de fréquence centrale et de résonance.

Commandes

Toutes les commandes se trouvent sur les pages 0_FORM, 1_FORM, 2_FORM et 3_FORM.

<code>vmod [-63:63]</code>	<code>pmod [-63:63]</code>
<code>freq [27:7040]</code>	<code>nois [0:63]</code>
<code>mode [-4:4]</code>	<code>xmix [-31:31]</code>
<code>reso [0:63]</code>	<code>FLT_NOISE</code>

Commandes de la page 0_FORM (les autres pages sont identiques)

freq définit la fréquence centrale du filtre. La fréquence est affichée en Hz et les incréments sont de 50 cents. Chaque paramètre **freq** est associé au paramètre **levl** situé à sa droite. La valeur est décalée par le bouton « **bank** ».

levl règle le niveau d'entrée audio. Une valeur **levl** de 0 désactive le filtre. Réduisez cette valeur si le filtre de formant sature. Régler les huit paramètres **levl** sur 0 permet de contourner entièrement la banque de filtres de formants. Les valeurs négatives inversent la phase du filtre, ce qui peut servir à éliminer le creux d'antirésonance entre des formants adjacents ou à obtenir une pente de coupure plus raide.

vmod module la fréquence centrale du filtre en fonction de la main gérant le volume. Des valeurs positives de **vmod** augmentent la fréquence lorsque le volume augmente, tandis que des valeurs négatives augmentent la fréquence du filtre lorsque le volume diminue.

pmod module la fréquence centrale du filtre en fonction de la main gérant la hauteur (pitch). Des valeurs positives de **pmod** augmentent la fréquence du filtre lorsque la hauteur augmente, tandis que des valeurs négatives augmentent la fréquence du filtre lorsque la hauteur diminue. Le point de pivot de la modulation correspond à la position où la main gérant la hauteur joue normalement un La 440 (A440) ; ainsi, régler **freq** sur 440 et **pmod** sur 32 permet à la fréquence du filtre de suivre celle de l'oscillateur.

reso règle la résonance du filtre. Ce paramètre est analogue au facteur Q (ou à l'inverse de l'amortissement), mais il est mis à l'échelle pour offrir une plage de comportements de résonance utile, allant d'un amortissement élevé à un maintien infini. Une valeur **reso** plus élevée augmente le gain au pic de résonance ; il peut donc être nécessaire de réduire **levl** pour éviter que le filtre ne sature.

Trucs et astuces

Vous devez régler les huit paramètres « **levl[0]** » sur zéro pour contourner la banque de filtres à formants. Si l'une des valeurs « **levl** » est différente de zéro, la banque ne sera pas contournée.

Utilisez les paramètres « **damp** » et « **dloc** » sur la page VOLUME pour atténuer dynamiquement les résonances des formants.

Pour obtenir un effet inquiétant, espacez les huit formants à haute résonance et appliquez-leur une modulation de phase (**pmod**) alternée : le formant le plus grave module dans un sens, le suivant dans le sens opposé, et ainsi de suite.

Vous pouvez créer des effets de battement par résonance (similaires à ceux de véritables cloches) en configurant deux formants identiques sur deux pages distinctes et en appliquant une légère modulation (**pmod** ou **vmod**) à l'un d'eux seulement.

Les cordes et les cloches possèdent de nombreuses résonances, bien plus que huit ! Utilisez la banque de formants pour les résonances dominantes les plus graves, puis complétez avec les résonances aiguës grâce au résonateur inharmonique.

```
vmod 0 Pmod 0
freq 174 levl 54
freq 246 levl 54
reso 23 0_FORM
```

```
vmod 0 Pmod 0
freq 359 levl 50
freq 452 levl 50
reso 23 1_FORM
```

```
vmod 0 Pmod 0
freq 678 levl 50
freq 830 levl 50
reso 23 2_FORM
```

```
vmod 0 Pmod 0
freq 1397 levl 50
freq 1710 levl 53
reso 23 3_FORM
```

Un ensemble de formants de violoncelle (registre grave).

La voix humaine se compose (par ordre de fréquence centrale croissante) : du rayonnement de la gorge, de deux résonances buccales et de plusieurs résonances nasales. Tous partagent des réglages de résonance similaires, à l'exception du rayonnement de la gorge, qui nécessite une valeur de résonance plus faible pour élargir sa réponse. Ici aussi, le résonateur inharmonique peut servir à ajouter des résonances nasales supplémentaires.

```
vmod 0 Pmod 0
freq 905 levl 63
freq 27 levl 0
reso 10 0_FORM
```

```
vmod 0 Pmod 0
freq 1281 levl 59
freq 27 levl 0
reso 13 1_FORM
```

```
vmod 0 Pmod 0
freq 3839 levl 53
freq 3136 levl 51
reso 16 2_FORM
```

```
vmod 0 Pmod 0
freq 339 levl 53
freq 27 levl 0
reso 7 3_FORM
```

Un ensemble de formants vocaux féminins.

Résonateur inharmonique

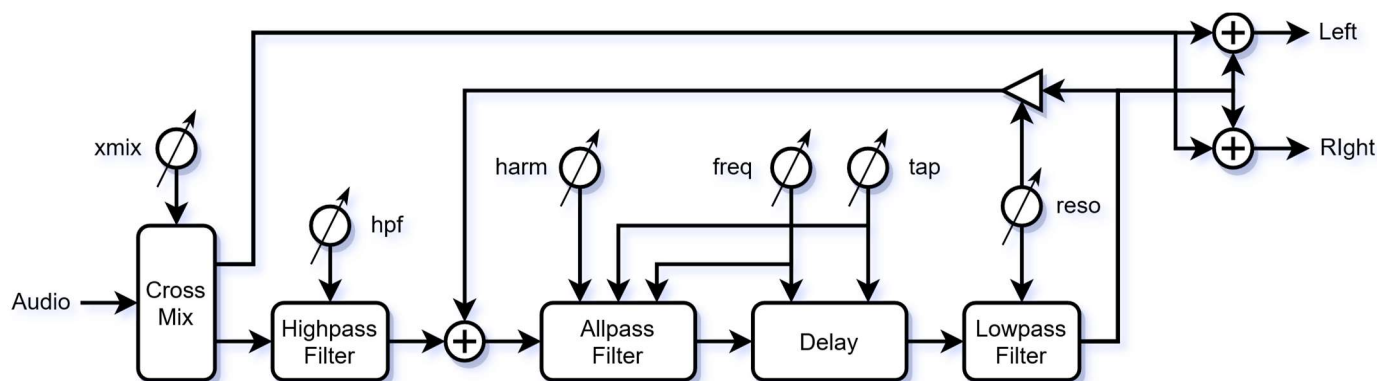


Schéma fonctionnel du résonateur inharmonique.

Description

Le résonateur inharmonique est un filtre basé sur le retard, composé d'une réverbération passe-tout dissipative placée en série avec un simple retard. Le signal de sortie est réinjecté pour former un filtre en peigne imbriqué, ce qui augmente le facteur de qualité (Q) / le temps de décroissance et accentue les pics de résonance ainsi que les creux d'antirésonance. La réverbération passe-tout sert à rompre la régularité des fréquences de résonance harmoniques ; cela permet au résonateur de simuler de manière réaliste les résonances du corps, d'une corde, de tambours, de cloches, de gongs et même de la voix humaine. Avec des temps de retard plus longs, il peut créer une ambiance de petite pièce artificielle ainsi qu'un effet pseudo-stéréo capable de dynamiser considérablement un preset.

Commandes

La plupart des commandes se trouvent sur la page RESON.

<code>freq [46:9600]</code>	<code>tap [-63:63]</code>
<code>hpf [27:7040]</code>	<code>harm [-63:63]</code>
<code>mode [-2:2]</code>	<code>xmix [-31:31]</code>
<code>reso [-63:63]</code>	<code>RESON</code>

Commandes de la page RESON.

freq définit l'inverse du temps de retard total ; la résonance la plus basse correspond approximativement à la fréquence affichée (en Hz) si **reso** est positif. Si **reso** est négatif, la fréquence de la résonance la plus basse descend d'une octave. Ce paramètre n'est pas affecté par le bouton « **bank** ».

tap définit le rapport entre le temps de retard de la réverbération passe-tout dissipative et celui du simple retard. **tap[0]** répartit équitablement le temps de retard total entre les deux ; des valeurs positives rendent le retard du passe-tout plus long que le simple retard, tandis que des valeurs négatives le rendent plus court. Des valeurs non nulles peuvent aider à disperser les pics de résonance.

harm règle la rétroaction interne du passe-tout et sert à disperser les résonances qui seraient autrement régulièrement espacées. **harm[0]** désactive la rétroaction du passe-tout et transforme la section passe-tout en un simple retard. Certains réglages de **harm** abaissent encore davantage la fréquence de la résonance la plus basse, ce qui peut considérablement renforcer les graves.

reso règle la rétroaction globale. Des valeurs élevées, qu'elles soient positives ou négatives, font « sonner » le résonateur comme un filtre à facteur de qualité (Q) élevé. Les valeurs négatives inversent la rétroaction et produisent un son plus creux. **reso** contrôle également un filtre passe-bas léger qui atténue les résonances métalliques (« zinging ») lorsque les niveaux de rétroaction sont faibles ou modérés.

hpf définit la fréquence de coupure du filtre passe-haut du 4e ordre situé à l'entrée du résonateur. Il est souvent préférable d'éviter que le résonateur ne traite les fréquences graves, par exemple lors du mixage avec la banque de formants ou de la génération d'un effet de pseudo-stéréo. Ce paramètre n'est pas affecté par le bouton « **bank** ».

xmix gère le fondu enchaîné entre l'entrée et la sortie du résonateur. La valeur **xmix[0]** contourne totalement le résonateur, tandis que les valeurs **xmix[-31,31]** produisent la sortie intégrale du résonateur. Le mixage entrée/sortie détermine directement l'amplitude des pics de résonance et joue un rôle crucial dans l'obtention d'un effet de pseudo-stéréo convaincant. Les valeurs négatives de **xmix** inversent la phase de la sortie, ce qui peut s'avérer utile lors du mixage avec la banque de formants.

mode permet de sélectionner plusieurs modes de mixage entrée/sortie utiles :

mode	I/O mix
-2	Series stereo
-1	Series mono
0	Parallel high pass filter
1	Parallel mono
2	Parallel stereo

Fonctionnement des modes du résonateur.

Les modes série placent le résonateur en série avec la banque de formants, ce qui est utile pour créer une ambiance. Les modes parallèle placent le résonateur en parallèle avec la banque de formants ; cela combine toutes les résonances et est généralement utilisé pour enrichir le spectre des formants.

Les **modes [-2, 2]** sont des modes pseudo-stéréo dans lesquels la sortie du résonateur est ajoutée au signal d'entrée et soustraite de celui-ci pour générer les canaux gauche (L) et droit (R) ; les autres modes sont mono (la sortie est combinée de manière identique aux canaux L et R).

Le **mode [0]** contourne le résonateur mais pas le filtre passe-haut d'entrée ; vous pouvez donc toujours utiliser les boutons **hpf** et **xmix** si vous le souhaitez.

Trucs et astuces

Modifier la fréquence (***freq***) ou le décalage (***tap***) en cours de jeu peut générer des clics, des craquements ou des sons de type « boing ».

Plus la fréquence (***freq***) est basse, plus vous obtiendrez de résonances, celles-ci étant alors plus serrées les unes par rapport aux autres.

Lorsque vous utilisez les modes parallèles pour enrichir le spectre en hautes fréquences par résonance, réglez le filtre passe-haut (***hpf***) sur la fréquence du formant le plus élevé ou légèrement au-dessus.

Expérimentez avec des valeurs positives et négatives de ***xmix*** pour obtenir le mélange idéal. Les paramètres ***freq***, ***tap*** et ***harm*** peuvent également influencer considérablement ce mélange.

Le mode [2] (enrichissement hautes fréquences) peut générer un effet de pseudo-stéréo, bien que les fréquences de résonance et la zone de mélange diffèrent entre les canaux gauche (L) et droit (R).

Quelques réglages de base utiles :

```
freq 774    tap 0
hpf 116    harm -31
mode 1      xmix 31
reso -11    RESON
```

Voix masculine

```
freq 539    tap 43
hpf 1244    harm -31
mode 2      xmix -14
reso 6      RESON
```

Enrichissement type violoncelle

```
freq 1333    tap -32
hpf 1281    harm 31
mode -2      xmix 31
reso 59      RESON
```

Cloche

```
freq 46      tap 42
hpf 659      harm 17
mode -2      xmix 11
reso 0       RESON
```

Ambiance de pièce

Pour mieux comprendre l'action du résonateur inharmonique sur le signal et le comportement des différents paramètres, choisissez un preset de type « voix » ou créez-en un utilisant un oscillateur unique riche en harmoniques. Réglez l'octave (***oct***) pour abaisser la hauteur tonale jusqu'à obtenir une fréquence d'environ 1 ou 2 Hz (bras au repos), de manière à entendre une impulsion répétitive de type « tic, tic, tic ». Vous pouvez alors expérimenter les différents paramètres de l'écran RESON et entendre aisément les changements qui en résultent. Vous remarquerez peut-être que l'insertion du résonateur inharmonique dans la chaîne du signal transforme ces impulsions en un son rappelant une frappe de tambour, dont la tension, la brillance et le sustain sont réglables.

Utilisez les paramètres ***damp*** et ***dloc*** sur la page VOLUME pour atténuer dynamiquement le temps de décroissance de la résonance (***reso***).

Commandes diverses

Description

Voici quelques commandes diverses qui n'ont pas été abordées dans les sections précédentes.

Commandes

La plupart des commandes se trouvent sur la page LEVELS.

Mon [0:63]	Line [0:63]
Prev [-63:63]	Treb [-31:31]
osc [0:63]	Bass [-31:31]
nois [0:63]	LEVELS

Commandes de la page LEVELS.

Mon contrôle le volume de la sortie MONITOR. Il s'agit d'une commande numérique ; la réduire diminue donc également la résolution de la sortie audio. Pour plus de commodité, cette commande apparaît également sur la page principale D-LEV.

Line contrôle le volume de la sortie LINE. Il s'agit d'une commande numérique ; la réduire diminue donc également la résolution de la sortie audio.

Les commandes Bass et Treb égalisent les basses et les aigus. Utilisez-les pour compenser les défauts sonores de votre système de sonorisation/amplificateur/enceintes, et non pour égaliser une voix en particulier. La commande « Out » (sur la page D-LEV) active toutes les sorties audio et MIDI lorsqu'elle est activée, et lance l'étalonnage ACAL lorsqu'elle est enfoncée.

Bank (sur la page D-LEV) permet de décaler la référence de hauteur globale jusqu'à +/- 3 octaves. Ce réglage affecte l'accordeur LED, le triple oscillateur, la prévisualisation de la hauteur, le MIDI, les filtres et tous les paramètres modulés activement via **pmod**.

Erev (sur la page SYSTEM) inverse le sens de rotation de tous les encodeurs. Ce réglage est effectué en usine et vous n'aurez plus besoin d'y toucher, sauf si vous remplacez les encodeurs. (Il ne semble malheureusement pas exister de norme industrielle à ce sujet).

Trucs et astuces

Mon et **Line** agissent sur les niveaux numériques transmis aux convertisseurs numérique-analogique (CNA) tout en bout de chaîne ; elles ne permettent donc pas de corriger une saturation des filtres internes, bien qu'elles puissent aider à prévenir la saturation au niveau du convertisseur externe.

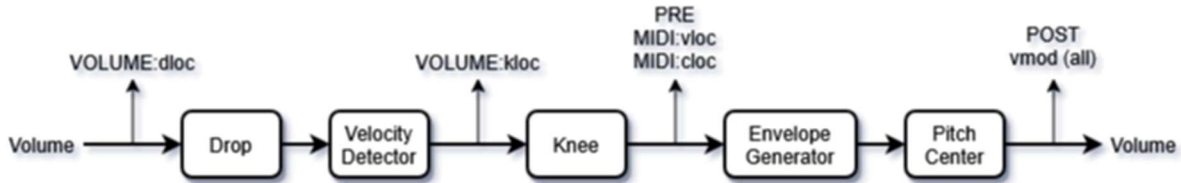
En règle générale, il est préférable de maintenir le niveau numérique aussi élevé que possible et d'utiliser les commandes de volume analogiques pour réduire le volume. Toutefois, bien qu'elles réduisent la résolution audio, l'utilisation de **Mon** et **Line** pour régler le volume reste acceptable. D'ailleurs, les paramètres tels que **osc**, **nois**, **prev**, **levl**, **xmix**, etc., agissent également de la sorte. La résolution interne du D-Lev est de 32 bits, tandis que 24 bits sont transmis aux convertisseurs numérique-analogique ; la marge de manœuvre est donc confortable. De plus, toute réduction de la résolution s'accompagne d'une baisse du volume, ce qui permet au bruit de quantification de rester relativement constant.

Si vous souhaitez que le D-Lev soit en sourdine au démarrage, réglez « Out[0] » et enregistrez votre profil système.

Utilisez la commande **bank** pour transposer un preset de voix tout en préservant l'alignement correct de tous les éléments liés à la hauteur tonale qui le composent.

Modulation

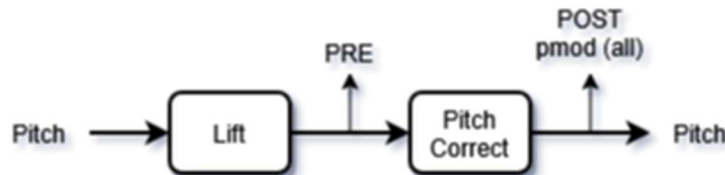
De nombreux paramètres du synthétiseur DSP peuvent être modulés ou contrôlés par la position des mains dans les champs de hauteur et de volume. Comprendre l'origine de ces signaux de commande peut aider à lever une partie du mystère entourant leur fonctionnement et leur utilisation.



Traitement du champ de volume – sources de modulation / points de prélèvement.

Le traitement du champ de volume comporte quatre points de prélèvement distincts :

1. Le premier point sert à définir, au sein du champ de volume, le seuil déclenchant l'amortissement (damping) du générateur d'enveloppe et de tous les filtres. Il utilise la réponse la plus linéaire du mouvement de la main ; ainsi, ce seuil peut être placé à distance des éléments plus dynamiques (comme la vélocité ou le point de coude/« **knee** »), évitant tout amortissement accidentel en cours de jeu.
2. Le deuxième point se situe après l'application de la vélocité ; il détermine l'emplacement du point de coude (« **knee** ») dans le champ de volume.
3. Le troisième point intervient après l'introduction du point de coude. Il sert à situer, dans le champ de volume, les seuils MIDI de déclenchement des notes (Note On/Off) et des changements de contrôle (Control Change), ainsi qu'à assurer le pré-contrôle du niveau de volume sur l'indicateur à LED.
4. Le dernier point se situe après le générateur d'enveloppe et la modulation du centre de hauteur (pitch center). Il sert à moduler le taux de correction de hauteur, à fournir la source de modulation « **vmod** » pour tous les filtres (et autres éléments), ainsi qu'à assurer le contrôle post-traitement du niveau de volume sur l'indicateur à LED.

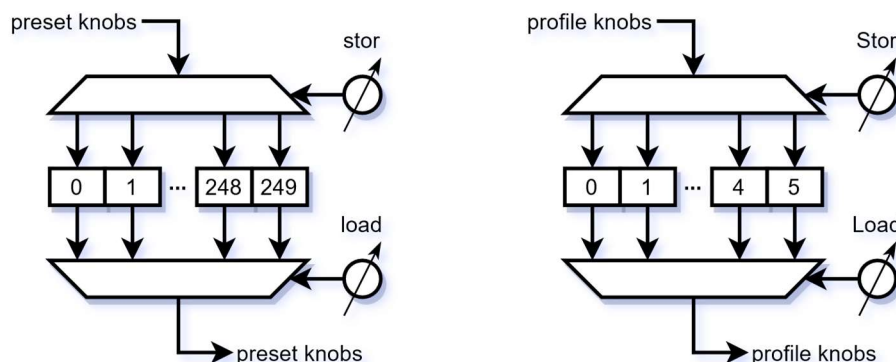


Traitement du champ de hauteur (Pitch) – sources de modulation / points de prélèvement.

Le traitement du champ de hauteur ne comporte que deux points de prélèvement :

1. Le premier point sert au pré-contrôle de la hauteur sur le tuner à LED.
2. Le second point se situe après l'application de la correction de hauteur. Il sert de source de modulation **pmod** pour tous les filtres et autres éléments, ainsi que pour le contrôle de la hauteur en sortie (post-contrôle) sur le tuner à LED.

Système de Presets et de Profils



Presets (à gauche) – Profils système (à droite ; majuscules pour Stor & Load).

Description

Un preset ou un profil est un ensemble de réglages de boutons mémorisés dans un emplacement mémoire. Le système de presets/profils gère cette mémoire et vous permet de sauvegarder et de rappeler rapidement et facilement vos configurations. Ainsi, si vous souhaitez passer à un son de clarinette, il vous suffit de charger le preset correspondant plutôt que de manipuler tous les boutons jusqu'à obtenir le son désiré. Si une autre personne utilise votre D-Lev et préfère des réglages de champs de hauteur (pitch) ou de volume différents des vôtres, ces paramètres peuvent être enregistrés dans un profil distinct.

Les profils système et les presets de voix sont gérés par deux systèmes indépendants. Les profils système mémorisent les paramètres de configuration de base — considérés comme des préférences globales de l'utilisateur — qui, une fois définis, changent rarement ; à l'inverse, les presets de voix mémorisent les paramètres qui varient selon le son de synthèse choisi. Pour les distinguer à l'écran, les noms des paramètres des profils système commencent par une majuscule, tandis que ceux des presets de voix sont entièrement en minuscules.

Il existe 6 emplacements pour les profils système et 250 emplacements pour les presets de voix. Le profil système 0 et le preset de voix 0 sont chargés au démarrage de l'appareil.

Tous les emplacements de profils système et de presets de voix peuvent être lus, écrits, sauvegardés et restaurés via le port série USB et le logiciel "D-Lev librarian software" fonctionnant sous Linux, Windows ou Mac.

Commandes

Toutes les commandes se trouvent sur les pages D-LEV et SYSTEM.

Mon [0:63]	Out [0:1]
Vcal[-127:127]	Pcal[-127:127]
stor [0:249]	bank [-7:7]
load [0:249]	D-LEV

Commandes du système de presets (page D-LEV).

Wait [0:99]	Auto [0:249]
P<>V [0:3]	50Hz [0:1]
Stor [0:5]	Erev [0:1]
Load [0:5]	SYSTEM

Commandes du système de profils (page SYSTEM)

Load et Stor — Tous les presets de voix sont gérés via les commandes rotatives **load** et **stor** sur la page D-LEV. Tous les profils système sont gérés via les commandes **load** et **stor** sur la page SYSTEM. Le comportement décrit ci-dessous s'applique aux deux ensembles de commandes.

Tourner la commande **load** charge immédiatement le preset ou le profil et règle automatiquement la valeur de la commande **stor** pour qu'elle corresponde à celle de **load**.

Appuyer une fois sur la commande **stor** arme le processus d'écriture, fait clignoter la LED centrale de hauteur (pitch) et affiche l'étiquette **!WR!** à l'écran à la place de **stor**. Une seconde pression sur la commande **stor** effectue l'écriture effective du preset ou du profil, ce qui règle automatiquement l'emplacement **load** pour qu'il corresponde à l'emplacement **stor**.

Lorsque le processus d'écriture est armé, tourner n'importe quelle commande ou appuyer sur une autre commande que **stor** désarmera et annulera le processus d'écriture.

Ainsi, **stor** suit **load** lors du chargement des emplacements, et **load** suit **stor** lors de l'écriture des emplacements.

Trucs et astuces

Pour copier un preset vers un autre emplacement, réglez le bouton « **Load** » sur la voix que vous souhaitez copier sur la page D-LEV, puis réglez le bouton « **Stor** » sur l'emplacement de destination et appuyez deux fois sur ce dernier.

La procédure est identique pour copier des profils, mais vous utiliserez bien entendu les boutons « **Load** » et « **Stor** » de la page SYSTEM.

Chaque fois que vous modifiez de manière significative votre profil système, pensez à l'enregistrer sur au moins un autre emplacement par mesure de sécurité.

Sauvegardez régulièrement tous vos presets de voix et profils système à l'aide du logiciel de gestion (librarian) afin d'éviter de perdre ceux qui vous tiennent à cœur.

La méthode la plus sûre pour expérimenter et créer vos propres voix consiste à charger le preset de base souhaité et à l'enregistrer immédiatement dans un emplacement que vous pouvez écraser sans regret.

Vous pouvez alors modifier ce nouveau preset en toute sécurité, sans risquer d'altérer l'original.

Lors de la création ou de la modification d'une voix, pensez à utiliser des emplacements de preset successifs pour sauvegarder les variantes intermédiaires au fil de votre travail. Toutes les modifications ne constituent pas des améliorations ; pouvoir revenir facilement en arrière rend le processus d'édition moins risqué.

Enregistrez votre preset de voix favori dans l'emplacement 0 afin qu'il soit immédiatement disponible dès la mise sous tension.

L'intérêt de régler « **Load** » après « **Stor** » lors de l'écriture dans un emplacement est de confirmer que l'opération d'écriture a bien été effectuée.

L'intérêt de régler « **Stor** » après « **Load** » lors du chargement d'un emplacement est une question de commodité et de sécurité. À moins de copier un preset d'un emplacement vers un autre, vous souhaitez presque toujours écrire dans l'emplacement actuellement chargé (puisque vous avez modifié le preset). Utilisez le logiciel de gestion pour échanger des fichiers de presets de voix avec d'autres propriétaires de D-Lev !

Configuration des champs de hauteur et de volume

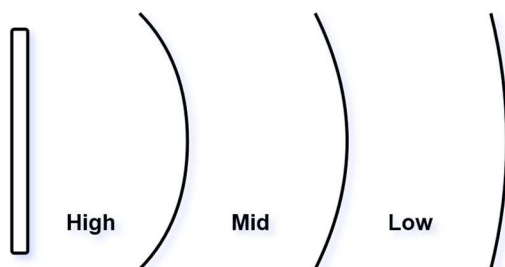
Pour tirer le meilleur parti de tout théramine, les champs doivent être correctement alignés. Le D-Lev offre une capacité unique de calibration permettant d'obtenir des caractéristiques de jeu idéales pour pratiquement tous les styles ; toutefois, cette flexibilité implique un nombre important de paramètres à régler et de boutons à manipuler. La bonne nouvelle est qu'une fois configurés, ces paramètres peuvent être enregistrés dans un profil système et ne nécessitent ensuite que rarement, voire jamais, d'être modifiés.

L'objectif principal est de linéariser les champs ; on y parvient en ajustant les commandes de champ jusqu'à obtenir une variation identique de la hauteur ou du volume, que la main soit ouverte ou fermée, en tout point de la zone de jeu. L'alignement des champs ne requiert aucun équipement spécifique : il suffit de l'accordeur à LED intégré et de votre main. L'opération n'est pas particulièrement difficile, bien qu'elle puisse sembler un peu déroutante lors de la première tentative.

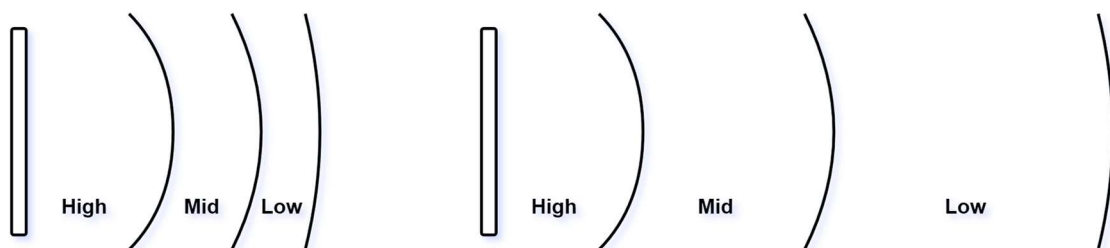
Les bases

Contrairement à un théramine analogique, le champ de proximité du D-Lev est linéaire. Le principe fondamental à retenir pour le réglage des champs est le suivant : la capacité de la main prédomine largement dans le champ de proximité ; ce dernier sert donc de référence, et l'on ajuste le reste du champ pour qu'il s'y harmonise.

Dans leur ensemble, les réglages des champs du D-Lev peuvent paraître intimidants, car ils offrent bien plus d'options et de commandes que ce à quoi les théraministes sont habitués. Cependant, ces réglages peuvent être effectués un par un, de manière méthodique et ordonnée, avec un minimum d'interactions. Les effets des commandes du champ de hauteur sont décrits ci-dessous, mais ces explications s'appliquent tout autant au champ de volume, les commandes et le traitement interne étant en grande partie identiques.



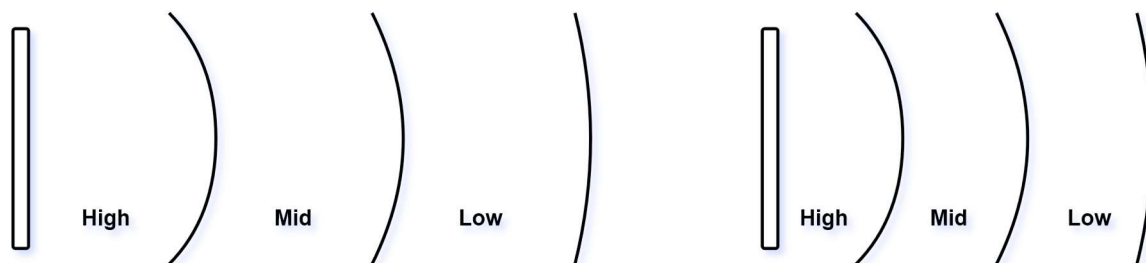
L'objectif : obtenir des zones de fréquences aiguës, moyennes et graves de taille égale et correctement positionnées dans l'ensemble du champ de détection.



À gauche : le réglage Pcal est trop bas, ce qui comprime les zones de fréquences graves.

À droite : le réglage Pcal est trop haut, ce qui dilate les zones de fréquences graves.

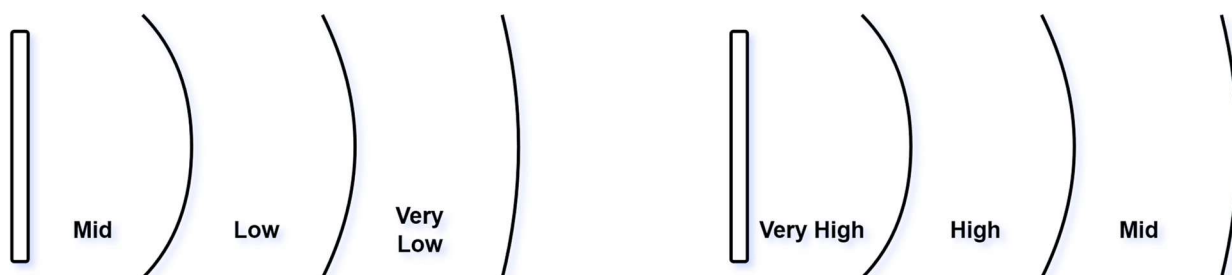
La commande **Pcal** est identique au réglage du battement zéro (« pitch null ») d'un théramine analogique ; c'est donc naturellement le réglage le plus critique pour la linéarité du champ. Elle influe principalement sur la zone lointaine, modérément sur la zone intermédiaire et très peu sur la zone proche (c'est pourquoi la zone proche sert de référence pour la linéarité et la sensibilité !). Pour régler **Pcal**, comparez les gestes (main ouverte/fermée) dans les zones proche et lointaine, puis ajustez Pcal jusqu'à obtenir le même nombre de paliers de notes sur l'accordeur à LED. À chaque fois que vous effectuez un étalonnage automatique (ACAL), un décalage interne est calculé et combiné au réglage **Pcal** (ainsi qu'au réglage **Vcal**).



À gauche : réglage bas du bouton Sens.

À droite : réglage élevé du bouton Sens.

Le bouton **Sens** contrôle la sensibilité, ou l'espacement global des notes dans le champ. Ajustez ce réglage jusqu'à obtenir un espacement des notes qui vous convienne ; vous pouvez le visualiser directement sur l'accordeur à LED. Pour minimiser l'influence de **Pcal**, effectuez ce réglage en champ proche, juste à côté de l'antenne. Si vous jouez depuis longtemps sur un Theremin analogique et avez développé une technique de jeu élaborée, un réglage approprié du bouton **Sens** vous permettra de vous adapter rapidement au champ de hauteur tonale du D-Lev – et à ce dernier de s'adapter à vous !



À gauche : le bouton Ofs+ est réglé trop bas, ce qui décale toutes les hauteurs de note trop près de l'antenne. À droite : le bouton Ofs+ est réglé trop haut, ce qui les décale trop loin.

Le bouton **Ofs+** décale l'ensemble de la plage de hauteurs de note. Si vous vous surprenez à manipuler fréquemment le bouton **Bank** pour le tourner largement dans une direction donnée, il vaut mieux régler le bouton **Ofs+** afin de mieux positionner les notes dans l'espace de jeu. Un réglage adéquat de ce bouton vous permettra également de jouer plus confortablement sur le D-Lev.

ACAL (Auto-Calibration / Auto-étalonnage)

ACAL est un processus qui étalonne automatiquement et simultanément les champs de hauteur et de volume. Une fois en position de jeu, lancez l'ACAL en appuyant brièvement sur le bouton « **Out** » de la page principale du D-Lev ou sur le bouton vert ACAL du D-Lev. Profitez du délai suivant l'appui (défini par le bouton **Wait** sur la page SYSTEM) pour placer vos bras et vos mains dans une position facile à reproduire (tout en maintenant votre corps immobile dans la position de jeu) ; la méthode la plus efficace consiste généralement à garder les bras et les mains près du corps, à l'écart des antennes. Une posture détendue, bras croisés, fonctionne bien, bien que les paramètres **Pcal** et **Vcal** puissent être ajustés pour compenser pratiquement n'importe quelle position stable du corps, des mains, des bras, des jambes, etc.

*Pose suggérée dite « cadavre décontracté »
pour maintenir les bras et les mains repliés durant l'ACAL*



Le compte à rebours (« **Wait** ») démarre lorsque vous appuyez sur le bouton **Out**, et non lorsque vous le relâchez. L'opération interne ACAL s'effectue instantanément à l'issue de cette période d'attente ; vous pouvez donc bouger librement vos mains jusqu'à ce moment-là. La LED centrale indiquant la hauteur de note clignote à une fréquence de 2 Hz pendant l'intervalle d'attente ; il vous suffit de compter les clignotements pour savoir exactement quand la période prendra fin.

Pour vérifier que l'opération ACAL s'est bien déroulée (ou reste valide), il suffit d'en effectuer une nouvelle. Si le tuner ne saute pas à la fin du processus, tout est en ordre.

Par souci de confort, le son est automatiquement coupé pendant la période d'attente. Pour réactiver le son, déplacez votre main de manière à éteindre toutes les LED de volume. Ce comportement peut ne pas sembler évident si vous utilisez une configuration de champ de volume non traditionnelle (par exemple, si le paramètre « V_FIELD Sens » est positif et qu'un rapprochement de la main augmente le volume), car la réactivation du son se produit naturellement à la fin de l'opération ACAL.

L'opération ACAL ne couvre pas tous les paramètres, puisqu'elle se limite à ajuster les valeurs **Pcal** et **Vcal** ; il s'agit toutefois des principaux réglages liés à la capacitance de l'environnement.

Procédure d'étalonnage du champ de hauteur (pitch)



Configuration du champ de hauteur (pitch) : mouvement d'ouverture et de fermeture de la main.

1. Tenez-vous debout (ou assis, selon votre habitude) dans votre position de jeu habituelle et gardez le corps immobile tout au long des étapes ci-dessous. Effectuez un ACAL comme vous le faites normalement. Il peut être avantageux de couper le son via **Out[0]** et de ne surveiller que l'accordeur pour le retour visuel de la hauteur, car la procédure d'étalonnage du champ est essentiellement mécanique jusqu'à la fin.

2. Sur la page DISPLAY, réglez Post[0] de manière à ce que les LED de hauteur indiquent la position de votre main. Sur la page P_FIELD, réglez Lift[0] pour désactiver cette non-linéarité. Si vous partez de zéro, configurez tous les paramètres de la page P_FIELD comme suit :

Pcal 32	Lift 0
Lin 0	Dith 2
Ofs- 64	Ofs+ 190
Sens 64	P_FIELD

3. Ouvrez complètement la main et tendez le bras, les doigts pointés vers le centre de l'antenne et le bout des doigts à proximité de celle-ci, sans toutefois la toucher. Surveillez l'accordeur et essayez de ne pas bouger le bras tout en fermant complètement la main pour former un poing, puis en l'ouvrant à nouveau ; répétez ce mouvement plusieurs fois. Il est préférable d'ouvrir et de fermer la main rapidement et de manière répétée plutôt que lentement. La variation de hauteur (comptez le nombre de demi-tons entre les deux positions de la main) correspond à la sensibilité en champ proche.

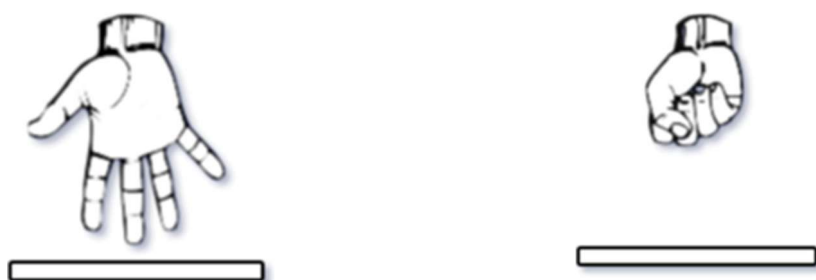
4. Ouvrez complètement la main et ramenez le bras vers votre corps, tout en gardant les doigts dirigés vers l'antenne. Surveillez l'accordeur et effectuez le même mouvement d'ouverture et de fermeture de la main. La variation de hauteur observée ici correspond à la sensibilité en champ lointain. Ajustez **Pcal** jusqu'à ce que cette valeur soit identique à la sensibilité en champ proche. Utilisez ensuite ce mouvement d'ouverture et de fermeture pour vérifier que la sensibilité est uniforme sur l'ensemble du champ.

5. Ajustez **Sens** jusqu'à ce que l'intervalle entre les notes corresponde le mieux à votre technique de jeu. Il est préférable d'effectuer ce réglage avec la main en champ proche.

6. Jouez quelques mélodies avec différents timbres (voices) et ajustez **Ofs+** jusqu'à ce que le champ de hauteur soit positionné confortablement, avec le La (A440) situé quelque part dans la zone médiane du champ, là où vous le souhaitez. N'oubliez pas d'enregistrer votre profil système ! Facultatif : effectuez le geste de la main ouverte/fermée à différentes distances de l'antenne tout en observant l'accordeur. Un certain réglage de **Lin** peut corriger de légères irrégularités de sensibilité en champ proche et intermédiaire, mais **Pcal** doit rester votre réglage de référence pour équilibrer la sensibilité entre le champ proche et le champ lointain. Comme **Lin** interagit fortement avec les autres paramètres, c'est le réglage le plus fastidieux. Si la procédure vous semble trop complexe, laissez simplement **Lin** à zéro, car son incidence sur la linéarité reste modeste. Si vous préférez une réponse non linéaire en champ proche, essayez d'augmenter légèrement **Lift**. En ajustant **Ofs-** puis en compensant avec **Ofs+**, vous pouvez déplacer le point où la non-linéarité induite par **Lift** commence à se manifester.

Procédure de calibration du champ de volume

La procédure de configuration du champ de volume est sensiblement identique à celle du champ de hauteur (pitch), à ceci près que le geste de la main ouverte/fermée doit être effectué verticalement, ce qui peut s'avérer peu commode.



Volume field setup open and closed hand gesture.

1. Tenez-vous debout (ou assis, selon votre façon de jouer) dans votre position de jeu habituelle et gardez le corps immobile tout au long des étapes ci-dessous. Effectuez un ACAL comme vous le faites habituellement.

2. Sur la page DISPLAY, réglez **Post[0]** de manière à ce que les LED de volume indiquent la position de votre main. Sur la page VOLUME, réglez **knee[0]** et, sur la page V_FIELD, réglez **Drop[0]** pour désactiver ces non-linéarités. Si vous partez de zéro, configurez tous les paramètres de la page V_FIELD comme suit :

Vcal 32	Drop 0
Lin 0	Dith 2
Ofs- 64	Ofs+ 120
Sens -50	V_FIELD

3. Ouvrez complètement la main et tendez le bras, les doigts dirigés vers le bas en direction du centre de l'antenne, le bout des doigts très près de celle-ci sans toutefois la toucher. Réglez le paramètre **Ofs+** jusqu'à ce que toutes les LED de volume s'éteignent tout juste.

4. Surveillez le tuner et essayez de ne pas bouger le bras tout en ouvrant et fermant complètement la main. Réglez **Sens** (et **Ofs+** si nécessaire pour rester à proximité de l'antenne) de manière à ce que ce mouvement provoque uniquement l'allumage et l'extinction complets de la LED inférieure. Déplacez légèrement tout votre bras de haut en bas pour vérifier si la LED s'allume et s'éteint complètement.

5. Remontez progressivement le long des LED en ajustant **Vcal** pour que le mouvement d'ouverture et de fermeture de la main entraîne un changement correspondant exactement à une LED entière, quel que soit l'endroit dans la plage de volume.

6. Si vous jouez avec une sensibilité de volume non traditionnelle (plus proche = plus fort), notez la valeur négative de **Sens** et tournez le bouton dans le sens des aiguilles d'une montre pour la rendre positive (par ex. -52 devient 52).

7. Réactivez le réglage de **knee** (rechargez votre preset de timbre) et jouez quelques morceaux avec différents timbres. Ajustez **Ofs+** pour placer confortablement la partie la plus forte de la plage de volume là où vous le souhaitez. Ajustez **Drop** pour modifier de manière non linéaire les parties les plus fortes et les plus faibles. **Drop** peut également servir à ménager un espace plus confortable entre votre main et l'antenne si vous jouez avec une sensibilité de volume traditionnelle et une antenne à plaque.

N'oubliez pas d'enregistrer votre profil système !

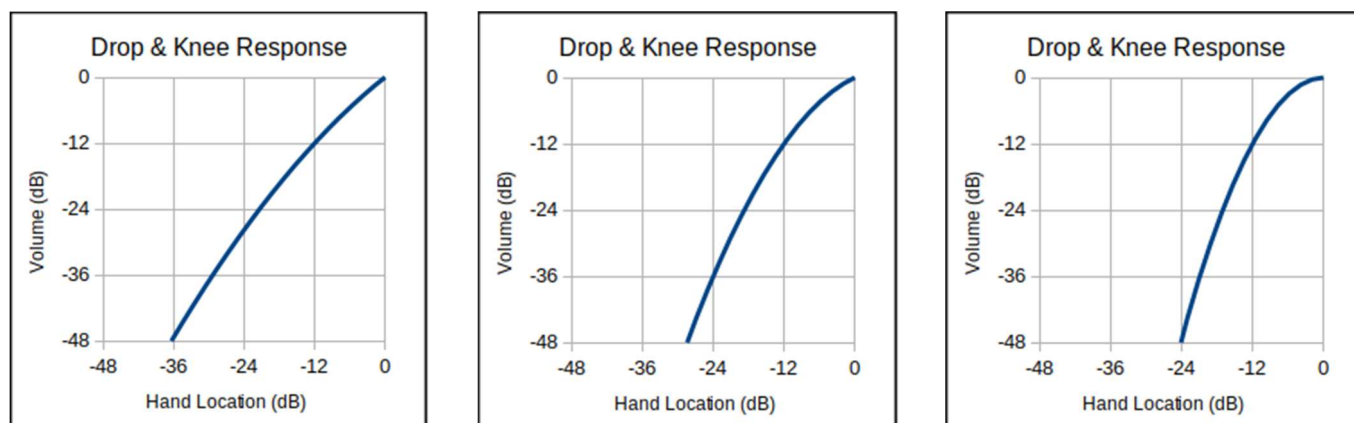
La linéarité de la plage de volume est bien moins critique que celle de la plage de hauteur de note (pitch). Il est donc tout à fait acceptable de régler simplement le paramètre **Lin** du volume sur zéro. Vous pouvez faire des essais avec **Lin** si vous le souhaitez, mais ce n'est pas du tout nécessaire, et tout effet perçu sera extrêmement subtil.

Réglages de « Volume Drop » et de « Knee »

Croyez-le ou non, vous ne voulez pas vraiment d'une courbe de volume parfaitement linéaire. Cela peut sembler idéal, mais vous seriez obligé de battre des bras comme un oiseau pour obtenir ne serait-ce qu'une dynamique légère. Non, ce qu'il vous faut, c'est une courbe offrant une sensibilité plus élevée pour les volumes faibles — montant rapidement vers un certain niveau sonore — tout en disposant d'une plage étendue pour les volumes les plus élevés. L'objectif est de limiter les mouvements de la main au strict nécessaire (pour plus de confort et de maîtrise) tout en maximisant l'expressivité.

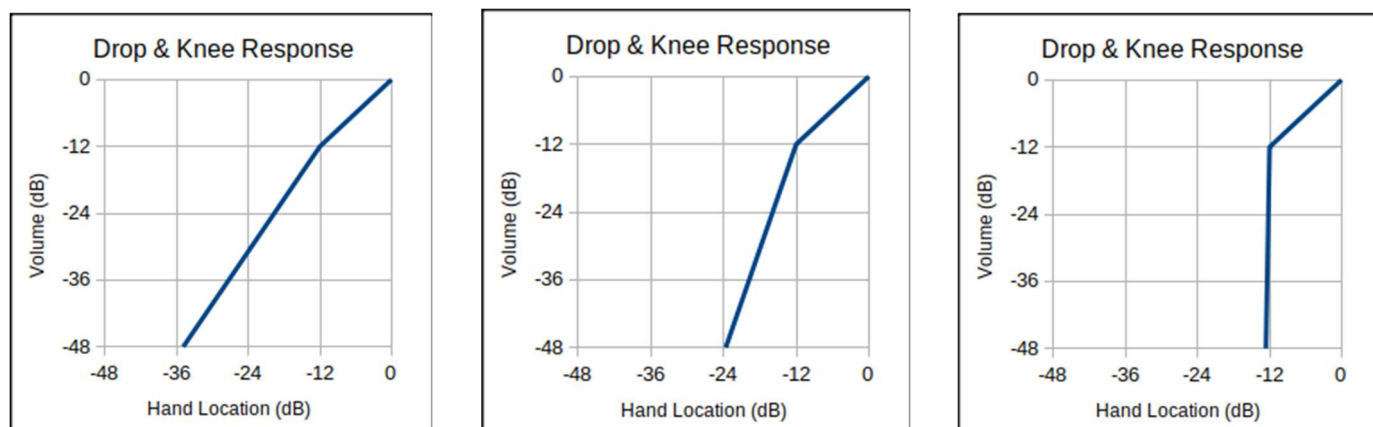
Alors, pourquoi s'efforcer de linéariser la courbe de volume ? Pour pouvoir ensuite la rendre non linéaire de manière très contrôlée et prévisible ; c'est précisément ce que permettent les réglages **Drop**, **Knee** et **Kloc**.

Comme ce sont les volumes faibles qui sont le plus affectés, ces commandes servent à faire chuter le volume plus directement vers le silence. Elles permettent de corriger les problèmes de fuite sonore ou de glissando fantôme et, si vous jouez avec une courbe de volume traditionnelle, d'éviter d'avoir à approcher la main trop près de l'antenne de volume.



Réponse du champ de volume pour les réglages Drop[5], Drop[16] et Drop[31] (avec knee[0]).

Le bouton **Drop** applique une courbure descendante du second ordre au champ de volume ; des réglages élevés créent une courbe de transition douce (soft knee) non linéaire, similaire à la réponse d'un thérémine analogique.



Réponse du champ de volume knee[3], knee[10] et knee[31] avec kloc[48] (et Drop[0]).

Les boutons **knee** et **kloc** appliquent une pente linéaire descendante secondaire — ou un « point de rupture de gain » — à la réponse en volume. Pour les niveaux de volume supérieurs au seuil **kloc**, la réponse reste inchangée ; en revanche, pour les niveaux inférieurs à ce seuil, une sensibilité accrue s'active, l'ampleur de cette augmentation étant définie par le réglage **knee**. La réponse en volume demeure linéaire dans les deux plages, mais les mouvements de la main à faible volume entraînent des variations de volume plus importantes.

Les réglages **drop** et **knee** permettent également de minimiser l'influence de votre corps à proximité de l'antenne de volume. Sans eux, il peut s'avérer difficile d'atteindre les extrêmes (volume maximal ou silence total) en raison de la capacité parasite induite par la masse de votre corps à proximité.

Les thérémines analogiques présentent généralement une réponse en volume très non linéaire près de l'antenne, une caractéristique intrinsèque à leur conception. Les boutons **drop**, **knee** et **kloc** vous permettent de configurer ce comportement selon vos préférences ; vous pouvez ainsi maintenir votre main plus éloignée de l'antenne de volume en permanence, ce qui rend le jeu plus confortable et réduit considérablement les risques de contact accidentel.

Trucs et astuces

Gardez à l'esprit que le champ proche est le « point idéal » en termes de réponse principalement à la capacité de votre main, et moins à la capacité de votre corps ainsi qu'à d'autres perturbations externes. Cette région est également la moins dépendante de Pcal et du processus ACAL. Et cette région n'est pas non linéaire comme sur la plupart des thérémines analogiques. Pour toutes ces raisons, il est recommandé de configurer le terrain de manière à ce que vous jouiez généralement plus près de l'antenne de terrain que plus loin. Malheureusement, ce n'est pas aussi sexy à regarder pour un public, mais cela vous donnera un bien meilleur contrôle de la hauteur car la capacité de votre main aura tendance à submerger les interférences environnementales.

De la même manière, mais de manière un peu moins critique, le champ proche est le « point idéal » pour jouer sur le champ de volume. Jouer plus loin peut introduire des interactions problématiques avec la capacité corporelle, en particulier lorsque l'on joue en position assise.

Au fil des années passées à jouer sur un Theremin analogique, certains joueurs s'habituent fortement à un champ de volume très non linéaire, qui peut être émulé par le bouton Drop. Vous devriez également expérimenter beaucoup avec le genou et le kloc, car la force et l'emplacement du genou peuvent profondément modifier la réponse du champ volumique.

Pour la plupart des types de presets vocaux, une bonne règle de base consiste à régler **Drop**, **knee** et **kloc** pour qu'ils nécessitent à peu près la même distance de mouvement de la main, allant d'un volume inaudible à modéré (toutes les LED sombres jusqu'aux 3 LED du bas entièrement allumées) et d'un volume modéré à plein (les 3 LED du bas entièrement allumées à toutes les LED entièrement allumées). Le bouton Lift sur la page P_Field applique une augmentation non linéaire du deuxième ordre au champ proche du pitch. Si vous préférez une réponse de type analogique, utilisez ce bouton pour « resserrer » le champ près de l'antenne. Des réglages plus élevés produiront le son classique de « grincement » lorsque l'on touche l'antenne pitch, mais bien sûr, la linéarité disparaîtra par la fenêtre.

Si vous utilisez la détection de volume traditionnelle (Sens négative sur la page V_FIELD), vous pouvez utiliser la fonction de mise en sourdine automatique du processus ACAL pour désactiver et réactiver temporairement le D-Lev.

Notez que le traitement **Drop** est appliqué en premier, avec **knee** et **kloc** ensuite. Ainsi, le bouton Drop amplifie évidemment l'effet du bouton Knee sur la page VOLUME.

Pour fournir plus de résolution lors de la configuration du champ de volume, sur la page SYSTEM, définissez **P<>V[1]** suivi d'un ACAL. Cela affichera également la position de l'aiguille du volume sur le cercle de hauteur du tuner. Définissez **P<>V[0]** et effectuez un autre ACAL lorsque vous avez terminé. Le début d'action de Lift peut être ajusté en modifiant les boutons Ofs- et Ofs+ associés. Pour augmenter la région sur laquelle il opère, augmentez un peu **Ofs-**, puis diminuez **Ofs+** pour repositionner le champ là où il se trouvait.

Mode Sculpture

Il existe des situations où il est souhaitable que le D-Lev fonctionne sans surveillance pendant de longues périodes. Le D-Lev peut faire partie d'une sculpture interactive, être exposé dans le showroom d'un commerçant ou sur un salon professionnel, ou encore être utilisé par un musicien cherchant à analyser des parasites électriques.

Quelle que soit la technologie Theremin employée, on se heurte au problème général de la dérive des oscillateurs due à des facteurs environnementaux incontrôlables. Avec le temps, l'étalonnage se dérègle, altérant ainsi la réponse de l'instrument.

Pour répondre à ces cas de figure, le logiciel du D-Lev intègre un mode dit « sculpture ». Ce mode s'active et se contrôle via un unique bouton nommé « **Auto[0:249]** » sur la page SYSTEM. La valeur **Auto[0]** désactive le mode ; **Auto[x]** fait défiler x presets de voix [0:x-1] avec une plage d'hystérésis de hauteur tonale allant de A0 à A2. Le réglage **Auto[1]** présente une particularité : il utilise uniquement le preset 0 (comme prévu) mais ne le recharge jamais.

Pour utiliser ce mode, réglez le paramètre Auto sur le nombre de voix souhaité pour le cycle ; la séquence commence au preset 0 et progresse dans l'ordre croissant des presets. Effectuez un étalonnage automatique (ACAL), puis éloignez-vous du D-Lev. Les points de référence du champ (points nuls) s'ajusteront automatiquement pour correspondre à une hauteur de A0 et un volume de -48 dB. Si vous vous rapprochez, la vitesse d'adaptation de ces points nuls ralentira considérablement ; ainsi, l'interaction avec l'instrument n'entraînera pas de chute trop marquée de la hauteur ou du volume sur une courte durée. Si l'on s'approche suffisamment pour que la hauteur atteigne A2, le cycle des presets est alors armé. Si l'on s'éloigne ensuite jusqu'à ce que la hauteur descende en dessous de A0, le preset de voix passe au suivant.

Trucs et astuces

Utilisez Sens positif sur la page V_FIELD pour faire taire l'unité lorsque personne n'est présent.

Des réglages plus faibles de Sens sur la page V_FIELD donneront un champ de volume plus grand. Vous pouvez également utiliser **Sens[0]** avec **Ofs+** élevé pour activer en permanence le volume maximum.

Le mode Sculpture Auto[1] est généralement utile pour observer les interférences électriques et les problèmes de mise à la terre via les LED du cercle primitif.

En utilisant **P<>V**, le mode sculpture peut fonctionner en utilisant un seul champ plutôt que les deux champs de hauteur et de volume séparés habituels.

Vcal 0	Drop 0
Lin 0	Dith 2
Ofs-64	Ofs+ 128
Sens 15	V_FIELD

Pcal 0	Lift 0
Lin 0	Dith 2
Ofs- 64	Ofs+ 200
Sens 64	P_FIELD

Paramètres typiques pour le mode sculpture.

Wait 10	Auto 1
P<>V 0	50Hz 0
Stor 0	Erev 0
Load 0	SYSTEM

Wait 10	Auto 9
P<>V 0	50Hz 0
Stor 0	Erev 0
Load 0	SYSTEM

Certains paramètres automatiques.

Gauche : preset 0 uniquement ; Droite : parcourir les presets [0:8].

Gestion des presets/profils et du logiciel

Utilisez le logiciel de gestion (bibliothécaire) fourni ainsi que les procédures ci-dessous pour gérer le logiciel et les presets/profils de votre D-Lev. Ce logiciel vous permet de :

- Sauvegarder et restaurer l'état complet du système.
- Réinitialiser le D-Lev à son état d'origine (reset usine).
- Mettre à jour le logiciel ou revenir à une version antérieure.
- Sauvegarder, restaurer et organiser les presets et les profils, par lots ou individuellement.

ATTENTION : Ces procédures peuvent écraser toutes les modifications et personnalisations que vous avez effectuées ! Il est vivement recommandé de créer une sauvegarde du système (voir ci-dessous) avant d'apporter la moindre modification à votre système.

Conteneurs de fichiers et espaces mémoire

Il existe différents types de conteneurs de fichiers ainsi que des commandes qui leur sont associées :

Type	Extension	Contenu	Commandes
Snapshot	*.eeprom	Logiciel, presets, profils	<code>pump -f *.eeprom</code> <code>dump -f *.eeprom</code>
Software	*.spi	Logiciel	<code>pump -f *.spi</code> <code>dump -f *.spi</code>
Preset	*.pre	Tous presets	<code>pump -f *.pre</code> <code>dump -f *.pre</code>
Profile	*.pro	Tous profils	<code>pump -f *.pro</code> <code>dump -f *.pro</code>
Preset	*.dlp	Preset individuels	<code>pump -f *.dlp -s #</code> <code>dump -f *.dlp -s #</code>
Profile	*.dlp	Profils individuels	<code>pump -f *.dlp -s # -pro</code> <code>dump -f *.dlp -s # -pro</code>

Installation initiale

Cette étape installe le logiciel de gestion (librarian) sur votre PC. Vous pouvez ignorer l'étape 1 si vous exécutez le logiciel depuis la clé USB fournie. Pour Linux, le fichier exécutable est `d-lin` ; pour Windows, `d-win` ; pour les Mac à processeur Intel, `d-mac` ; et pour les Mac à puce M1, `d-mm1`. La version Windows du logiciel est présentée ici avec le port n° 2. Les exemples de noms de programmes, de numéros de port série et de noms de fichiers doivent être remplacés par les valeurs réelles.

1. Décompressez le fichier `d-lib\_\*.zip` dans un répertoire de votre choix.
2. Ouvrez une console de commande dans ce répertoire.
3. Connectez le dongle série USB du D-Lev à votre PC.

Cela peut également fournir une alimentation +5 V au D-Lev, ainsi qu'une mise à la terre (via le châssis) si votre PC est relié à la terre sur la prise secteur.

Nota AA : avec la version de Klaus Hoffmann du D-Lev, l'interface ordinateur est intégrée. On peut donc connecter l'ordinateur directement sur la prise USB du D-Lev sans utiliser de dongle.

4. Si vous utilisez Windows, exécutez le fichier ``dwin.exe``. Si vous utilisez Linux, exécutez le fichier ``d-lin``. Si vous utilisez un Mac avec processeur M1, exécutez le fichier ``d-mm1`` ; sinon, exécutez le fichier ``dmac``.

5. Affichez la liste des ports série disponibles (exemple sous Windows) :

```
d-win port -l
```

6. Sélectionnez un port dans la liste. Le port du D-Lev peut être le seul affiché, celui portant le numéro le plus élevé, ou celui contenant le terme « usb » (par exemple, le port 2) :

```
d-win port -s 2
```

Sauvegarde complète (Snapshot)

Vous pouvez enregistrer une « image » (snapshot) de l'ensemble de votre système — incluant le logiciel, tous les presets (voix) et tous les profils système — dans un fichier unique au format *.eeprom (par exemple, ``snap_2022-08-19.eeprom``) :

```
d-win dump -f snap_2022-08-19.eeprom
```

Restauration depuis une sauvegarde / Réinitialisation aux paramètres d'usine

Pour restaurer l'état complet du système à partir d'un fichier de sauvegarde (ex. : mybackup.eeprom) :

```
d-win pump -f mybackup.eeprom
```

Une réinitialisation aux paramètres d'usine rétablit les presets, les profils système et le logiciel système tels qu'ils étaient lors de la fabrication. La procédure consiste simplement à charger le fichier d'instantané système fourni sur la clé USB de votre D-Lev.

Mise à jour logicielle

Une mise à jour logicielle peut doter votre D-Lev de fonctionnalités nouvelles ou améliorées. Consultez le fichier CHANGE_LOG.txt inclus dans l'archive zip pour plus de détails.

1. Extrayez le fichier *.spi (logiciel) dans votre répertoire « librarian ».

2. Si vous le souhaitez, vous pouvez sauvegarder le logiciel actuel dans un fichier (ex. : myoldsw.spi) :

```
d-win dump -f myoldsw.spi
```

3. Chargez le nouveau fichier logiciel (ex. : 93152c8b.spi) sur votre D-Lev :

```
d-win pump -f 93152c8b.spi
```

Au-delà des modifications apportées aux emplacements de presets/profils et aux assignations des boutons, il n'y a généralement aucune dépendance ni restriction lors du passage d'une version logicielle à une autre ; toutefois, pour garantir un fonctionnement optimal, utilisez les instantanés d'usine pour les mises à jour dans la mesure du possible.

Sauvegarde et restauration de tous les presets

Vous pouvez sauvegarder tous les presets dans un fichier unique *.pre (ex. : mypres.pre) :

```
d-win dump -f mypres.pre
```

Pour charger tous les presets sonores depuis un fichier *.pre (ex. : somenew.pre) :

```
d-win pump -f somenew.pre
```

Sauvegarde et restauration de tous les profils

Vous pouvez sauvegarder tous les profils système dans un fichier unique *.pro (ex. : oldpros.pro) :

```
d-win dump -f oldpros.pro
```

Pour charger (et écraser !) tous les profils système depuis un fichier *.pro (ex. : toms.pro) :

```
d-win pump -f toms.pro
```

Sauvegarde et restauration d'un preset unique

Vous pouvez gérer précisément le contenu de vos emplacements de preset en les chargeant ou en les sauvegardant un par un. Les presets individuels sont contenus dans des fichiers *.dlp.

Pour enregistrer le preset de l'emplacement 2 dans un fichier (par ex. pennywhistle.dlp) :

```
d-win dump -s 2 -f pennywhistle
```

Pour charger un fichier de preset (par ex. dog_bark.dlp) dans l'emplacement 4 (par exemple) :

```
d-win pump -s 4 -f dog_bark
```

Sauvegarde et restauration d'un profil unique

Il est recommandé de sauvegarder votre profil système principal de temps à autre, en particulier avant d'effectuer des mises à jour du logiciel, des presets ou des profils. Les profils individuels sont également contenus dans des fichiers *.dlp.

Pour enregistrer le profil de l'emplacement 0 dans un fichier de profil (par ex. _sys_0.dlp) :

```
d-win dump -pro -s 0 -f _sys_0
```

Pour charger un fichier de profil (par ex. ronnie.dlp) dans l'emplacement de profil 3 :

```
d-win pump -pro -s 3 -f ronnie
```

Chargement groupé de presets / profils

Vous pouvez charger automatiquement un ou plusieurs presets ou profils en utilisant un fichier de banque (bank file), qui est un simple fichier texte avec l'extension *.bnk. Ce fichier contient une liste de noms de fichiers de presets ou de profils, à raison d'un par ligne, dans l'ordre où ils seront chargés. Le fichier de banque et tous les fichiers qui y sont listés doivent se trouver dans le même répertoire.

Par exemple, si le contenu du fichier texte weird.bnk est le suivant :

ufo buzz_saw zing train cropdust crooner abrupt

alors la commande :

```
d-win bank -f weird -s 32
```

chargera le fichier de preset ufo.dlp dans l'emplacement 32, buzz_saw.dlp dans l'emplacement 33, et poursuivra l'opération jusqu'à ce que tous les presets listés dans le fichier soient chargés.

Trucs et astuces

Utilisez la commande `help -v` pour obtenir la liste complète des commandes ainsi que des exemples d'utilisation typiques.

Avant de procéder à un quelconque transfert (téléversement), il est recommandé, par mesure de sécurité, de sauvegarder votre système dans un fichier `*.eeprom`. C'est une opération simple et rapide qui élimine tout risque.

Utilisez la commande `match` pour afficher ou vérifier le contenu de tous les emplacements simultanément.

En l'absence de correspondance exacte, la commande `match` avec l'option `-g` proposera l'hypothèse la plus probable concernant le contenu des emplacements. Un point d'interrogation suit le nom de fichier suggéré, accompagné d'un score d'écart entre parenthèses ; plus ce score est bas, meilleure est la correspondance.

Pour confirmer que le logiciel a bien été transféré, utilisez la commande `ver` et comparez la somme de contrôle (checksum) enregistrée avec celle indiquée dans le nom du fichier `*.spi`. Cette commande permet également d'identifier la version actuellement chargée grâce à la somme de contrôle, ainsi que de vérifier l'intégrité du logiciel transféré via le CRC.

Les noms de fichiers de préréglages ou de profils (`*.dlp`) ne nécessitent pas d'extension lorsqu'ils sont utilisés dans les commandes, bien qu'il soit possible de les inclure : le système vérifiera les extensions et les ajoutera automatiquement si nécessaire. Pour les autres types de fichiers, l'extension est indispensable pour que le programme sache comment les traiter.

Copiez et modifiez les fichiers de banque fournis pour créer vos propres « listes de lecture » de préréglages sonores.

Tous ces fichiers sont au format texte et peuvent donc être modifiés à l'aide d'un éditeur de texte. Vous trouverez des informations sur leur contenu dans l'annexe E.

Vous pouvez scinder un fichier `*.eeprom` pour en extraire les fichiers `*.dlp`, `*.pro`, `*.pre` et `*.spi` qu'il contient à l'aide de la commande `split`. Il est également possible de diviser des fichiers `*.pro` ou `*.pre` en fichiers `*.dlp` numérotés.

Vous pouvez assembler un fichier `*.eeprom` à partir de différents fichiers `*.dlp`, `*.pro`, `*.pre` et `*.spi` en utilisant la commande `join`. Une autre méthode consiste à transférer ces fichiers vers le D-Lev, puis à télécharger le fichier `*.eeprom` résultant.

Sous Windows PowerShell, il peut être nécessaire de faire précéder le nom de l'exécutable du gestionnaire de bibliothèque (librarian) par « `.\` » pour le lancer (par exemple : `.\dwin`).

Sous Linux, si le logiciel de gestion est copié dans `/usr/bin`, une erreur de permission peut survenir s'il tente de mettre à jour ou de créer le fichier `d-lib.cfg` dans ce même répertoire. Si vous rencontrez des problèmes inhabituels lors de la configuration du port, supprimez le fichier de configuration « `d-lib.cfg` » ; le logiciel Librarian en créera un nouveau lors de sa prochaine exécution.

Si le D-Lev ne répond pas ou s'il démarre mal, maintenez enfoncé le bouton situé en bas à droite lors de la mise sous tension pour utiliser la configuration logicielle par défaut intégrée au firmware du FPGA, puis chargez une version logicielle récente. Les tout premiers exemplaires (numéros de série 1 à 9) peuvent cesser de répondre pendant plusieurs heures si le logiciel est corrompu, mais ils devraient finir par se réactiver d'eux-mêmes (en raison d'un problème de séquence de démarrage — nous en sommes désolés !) ; vous pourrez alors charger une version logicielle récente.

Pannes et solutions

Port série

Les anciens ordinateurs dépendaient fortement du port série pour communiquer avec des terminaux passifs ; par conséquent, les PC modernes conservent souvent un héritage encombrant lié à cette technologie. De plus, les fabricants de puces de conversion USB-série (comme FTDI et Prolific) ont délibérément saboté leurs pilotes dans le cadre d'une guerre commerciale contre les contrefaçons, prenant au passage de nombreux utilisateurs innocents sous les tirs croisés.

Quoi qu'il en soit, voici quelques étapes pour diagnostiquer les problèmes de connexion au port série :

1. À l'aide du logiciel de gestion (librarian), listez les ports disponibles avec la commande ``port -l``, en effectuant le test avec et sans le dongle USB D-Lev branché à votre ordinateur. La différence vous indiquera quel port correspond au D-Lev.

Voici ce que j'obtiens sur mon PC sous Linux avec le D-Lev branché :

```
> port list
[0] /dev/ttyS0
[1] /dev/ttyUSB0 <= ACTIVE
```

Et voici ce que je vois lorsqu'il est débranché :

```
> port list
[0] /dev/ttyS0
> Active port /dev/ttyUSB0 doesn't exist!
```

Le dongle D-Lev utilise donc clairement le port 1, et le système d'exploitation le détecte. Si nécessaire, définissez le port du logiciel de gestion avec la commande ``port -p`` et passez à l'étape 3. Si le port apparaît deux fois sur Mac, choisissez celui commençant par ``/dev/tty``.

2. Si la liste affichée par la commande ``port`` ne change pas selon que le dongle USB est branché ou non, la cause la plus probable est l'absence de pilote système pour la puce de conversion USB-série située dans le dongle ; vous devrez alors installer le pilote approprié. Le problème peut également provenir d'une mauvaise connexion USB ou d'une puce défectueuse à l'intérieur du boîtier du dongle.

3. Essayez la commande ``ver``, qui devrait renvoyer la version du logiciel. Si le programme reste bloqué, il peut y avoir un problème de connexion au niveau des fils vert et blanc (RX et TX). Il n'existe pas de norme industrielle en la matière ; si vous n'utilisez pas le dongle d'origine du kit, essayez d'inverser ces deux fils (et surtout pas les fils rouge et noir !) pour voir si cela résout le problème.

4. Pour tester le dongle seul, déconnectez-le du D-Lev et utilisez un petit morceau de fil pour relier les fils vert et blanc (RX et TX). Utilisez la commande « loop » du logiciel de gestion (Librarian), suivie d'une courte chaîne de caractères alphanumériques (par exemple : ``d-win loop "some junk"``). Le texte reçu doit correspondre au texte envoyé (par exemple : ``some junk``). Soyez très vigilant lorsque vous rebranchez les fils du dongle sur le port d'extension.

5. Si vous utilisez un PC sous Windows et que les commandes renvoient le message « A device which does not exist was specified » (Un périphérique inexistant a été spécifié), cela signifie que la puce de pontage Prolific PL2303 est ancienne ou contrefaite ; vous devez alors revenir à une version précédente du pilote ou en installer une plus ancienne (la version v3.3.2.102 est recommandée dans ce cas).

6. Si les étapes précédentes ne résolvent pas le problème, essayez avec un autre PC. Si cela ne donne rien non plus, remplacez le dongle, de préférence par un modèle équipé de la puce Silicon Labs CP2102 (consultez les produits Adafruit). La connexion USB peut devenir instable avec le temps. Là encore, faites très attention en rebranchant les fils du dongle sur le port d'extension, en particulier les fils rouge et noir qui assurent l'alimentation +5 V et la masse.

Port MIDI

Les ports MIDI sont eux aussi d'anciens ports série, mais ils bénéficient heureusement d'une meilleure standardisation et d'un meilleur support au niveau du système d'exploitation. Leur fonctionnement repose sur une logique binaire (ça marche ou ça ne marche pas), et les pannes peuvent s'avérer assez difficiles à diagnostiquer. Suivez ces étapes pour identifier les problèmes de connexion des ports MIDI :

1. Consultez la section « Electrical Interface » (Interface électrique) de ce manuel pour savoir comment câbler une prise MIDI au port d'extension J10.
2. Procurez-vous une interface MIDI USB pour votre PC. J'utilise et recommande le modèle Tbox M3. Il peut être judicieux de choisir un modèle doté de voyants d'activité (LED), ce qui facilite le diagnostic des problèmes de connexion.
3. Installez un logiciel de monitoring MIDI sur votre PC. J'utilise et recommande vivement ReceiveMIDI (<https://github.com/gbevin/ReceiveMIDI>) ; il s'agit d'une application en ligne de commande que vous pouvez exécuter sans installation si vous le préférez.
4. Branchez l'interface MIDI USB à votre PC et vérifiez qu'elle est bien détectée par le logiciel de monitoring MIDI. Avec ReceiveMIDI, la commande à utiliser est `'receivemidi list'`.
5. Lancez votre logiciel de monitoring MIDI et sélectionnez le port approprié. Avec ReceiveMIDI, si le port apparaît sous le nom « Midilink MIDI 1 » par exemple, utilisez la commande `'receivemidi dev midilink'` (le logiciel sélectionne automatiquement la correspondance la plus proche).
6. Sur le D-Lev, accédez à la page MIDI et configurez `'chan[1]'` ainsi que `'bend[2]'`. Allez sur la page principale du D-Lev et activez la sortie `'Out[1]'` (le son du D-Lev ne doit pas être coupé pour transmettre des données MIDI). Si tout fonctionne correctement, le simple fait de placer vos mains en position de jeu près des antennes du D-Lev devrait générer un flux continu de données MIDI dans votre logiciel de monitoring. Passer le bouton « **Out** » de 1 à 0 devrait également générer trois lignes de données afin de couper le son de tout synthétiseur externe connecté :

```
channel 1 note-off      B2  0
channel 1 control-change 123  0
channel 1 control-change 120  0
```

Si les étapes ci-dessus ne donnent aucun résultat, la cause la plus probable est un problème électrique :

7. Essayez d'inverser les fils de la prise MIDI. Si cela ne résout pas le problème, remettez soigneusement les fils dans leur position initiale.
8. Le signal MIDI allumera une LED (c'est d'ailleurs ainsi que le port de réception est isolé électriquement). Procurez-vous une LED nue et insérez ses broches dans la prise MIDI, broches 4 et 5 (la broche située du côté du méplat de la LED doit être reliée à la broche 5) :

Si le D-Lev est configuré comme à l'étape 6, la LED devrait s'allumer et scintiller lorsque vos mains sont en position de jeu. Si ce n'est pas le cas, inversez les broches de la LED et réessayez. Vous pouvez également tester un câble MIDI branché de cette manière, jusqu'à l'entrée de votre appareil MIDI.

Erreurs logicielles

Comme tout appareil équipé d'un processeur, le D-Lev est sujet à des erreurs logicielles pouvant être causées par une chute de tension, une décharge électrostatique, des données de préréglage ou de profil corrompues, des données parasites provenant du port série, la phase de la lune, etc. Ces erreurs sont rares, mais lorsqu'elles surviennent :

**la solution pour la plupart des erreurs est :
— REDÉMARRER LE D-LEV (ÉTEINDRE ET RALLUMER) —**

Quelques symptômes typiques de dysfonctionnement logiciel :

- Caractères étranges ou données inhabituelles sur l'écran LCD.
- Boutons, écran LCD ou tuner ne répondant plus.
- Absence de son ou problèmes audio anormaux.
- Champs de hauteur (pitch) ou de volume inactifs.
- Indicateurs d'erreur « ER! » ou « SW! » sur l'écran principal du D-Lev :

Mon 64	Out 0
Vcal 15	Pcal 32
stor 0	bank 0
load 0	ER!D_LEV

Mon 64	Out 0
Vcal 15	Pcal 32
stor 0	bank 0
load 0	SW!D_LEV

Indicateurs d'erreur sur l'écran principal du D-LEV.

L'indicateur d'erreur « ER! » signale que le logiciel a rencontré un dysfonctionnement critique. Le processeur a subi une erreur de pile (stack fault) ou une routine d'interruption a dépassé son temps d'exécution imparti en temps réel. Il est temps de redémarrer l'appareil !

L'indicateur d'erreur « SW! » signifie que l'image logicielle de l'EEPROM a échoué au contrôle d'intégrité et que l'image logicielle par défaut du FPGA est utilisée à la place. Si un redémarrage ne résout pas le problème, vous devrez charger un nouveau logiciel via le gestionnaire de bibliothèque (Librarian). Il est déconseillé d'utiliser le D-Lev dans cet état trop longtemps, car il exécute probablement une version logicielle antérieure (évitez notamment d'enregistrer des préréglages ou des profils).

La présence d'une image logicielle par défaut dans le FPGA rend impossible le blocage définitif (brickage) du D-Lev suite au chargement d'un logiciel défectueux. Toutefois, il existe de rares cas (dus à une incompatibilité entre le code de démarrage et le logiciel) où le D-Lev refuse de démarrer. Dans ce cas de figure, vous pouvez forcer le D-Lev à ignorer le test de l'image EEPROM et à utiliser l'image logicielle par défaut du FPGA.

1. Maintenez enfoncé le bouton rotatif n° 7 (situé en bas à droite).
2. Redémarrez l'appareil.
3. Relâchez le bouton n° 7.

Vous devriez alors voir s'afficher « SW! » sur l'écran principal du D-Lev. Si l'appareil ne réagit pas et affiche « serial 0-9 », laissez-le sous tension pendant plusieurs heures ; il finira par se réactiver. Utilisez ensuite le gestionnaire de bibliothèque pour charger un nouveau logiciel.

Erreurs de l'utilisateur

Certains réglages peuvent entraîner un comportement qui semble, au premier abord, anormal, alors qu'ils fonctionnent en réalité comme prévu. Voici quelques-uns de ces réglages (et d'autres pièges potentiels) auxquels il faut prêter attention :

Symptôme	Vérification / Cause / Solution
Semble fonctionner mais pas de son.	Mode Mon[0] ; Out[0] ; osc[0] ; nois[0] sur la page PREVIEW ; haut niveau sur la page VOLUME ; niveau faible sur la page FORM ; basse fréquence sur un filtre ; pas d'alimentation du boîtier DAC / mauvaise connexion optique ; a besoin d'un cycle d'alimentation ; ACAL-mute automatique.
Des cris incessants.	Oscillation du filtre : reso/osc/nois/bass/treb trop élevé et surcharge de l'entrée du filtre ; recharger le préréglage.
Le son ne s'arrêtera pas.	Réglage fall trop haut sur la page VOLUME ; paramètre reso élevé du filtre/résonateur ; recharger le préréglage ; employer damp .
Les LED du tuner sont toutes éteintes.	LED[0] sur la page AFFICHAGE.
Écran LCD sombre.	LCD[0] sur la page DISPLAY.
Écran LCD pâle.	Faible tension d'alimentation de 5 V (mauvaise connexion USB) ; Le potentiomètre de contraste interne doit être ajusté (peu probable).
Champ de volume inversé.	Signe de Sens sur la page V_FIELD.
Champ de pitch inversé.	Signe de Sens sur la page P_FIELD.
Champ proche non linéaire.	Lift sur la page P_FIELD.
Points collants dans le champ de pitch.	Mauvaise mise à la terre ; Dith sur la page P_FIELD est trop faible.
Champs de pitch/volume instables.	Mauvaise mise à la terre ; Dith sur les pages V_FIELD / P_FIELD trop élevé ; 50 Hz sur la page SYSTEM ; faible tension d'alimentation 5V (mauvaise connexion USB).
Le tuner agit bizarrement.	Qant , Post sur la page DISPLAY.
Désaccordé.	Régler Cent sur la page DISPLAY.
ACAL trop court/long.	ACAL trop court/long. Wait sur la page SYSTEM.
Champs inversés/mauvais.	P<>V sur la page SYSTEM.
Rotation inversée des boutons.	Erev sur la page SYSTEM.
Le bouton s'inverse avec une rotation très rapide.	Ne faites pas tourner les boutons ultra vite. Si certains clics ne sont pas enregistrés, l'encodeur est utilisé.
Interaction entre les champs.	Mauvaise mise à la terre.
Ronflement audio.	Boucle de masse. Essayez d'insérer un isolateur de boucle de masse peu coûteux dans la connexion audio.

Annexe A : Guide de démarrage rapide

Lancez-vous sans attendre avec votre kit D-Lev « Clarabox » en suivant ce guide pratique !

DÉBALLAGE

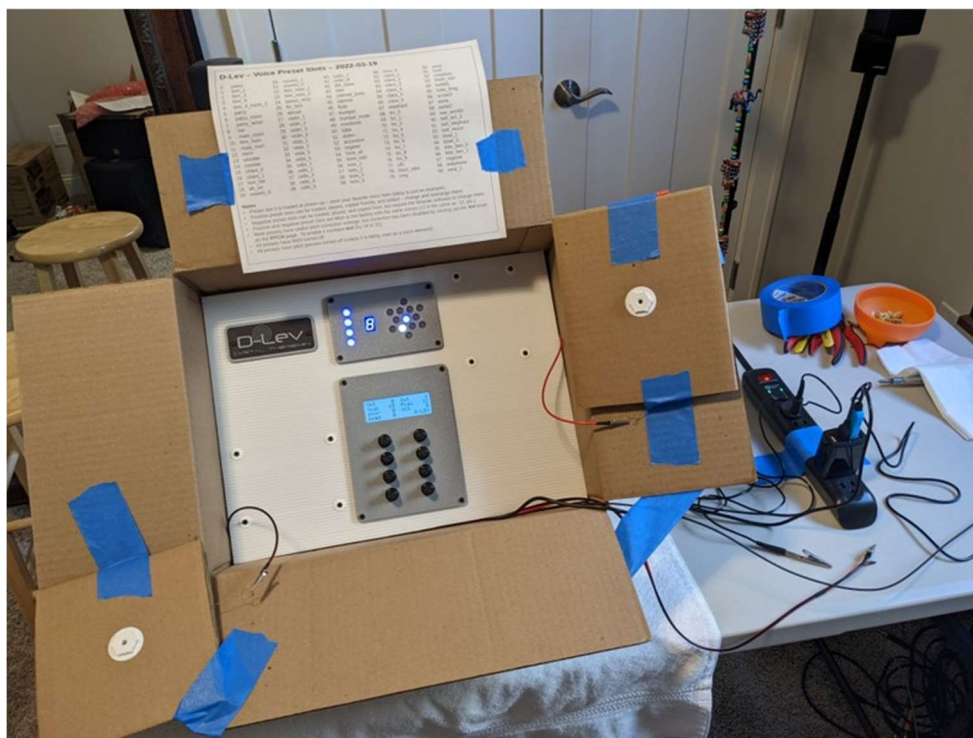
- Ouvrez le carton d'expédition par le haut, là où sont indiquées les flèches « UP » (haut).
- Retirez tous les éléments contenus dans le carton, y compris le papier bulle.
- Déballez tous les câbles ainsi que le boîtier DAC ; ce dernier est fixé avec du ruban adhésif à l'arrière du panneau en plastique alvéolaire blanc.
- Vous pouvez, si vous le souhaitez, retirer le ruban de masquage bleu présent sur les boîtiers de contrôle de la hauteur (pitch) et du volume. Ce ruban sert au transport, mais rien ne vous empêche de le laisser en place, car il n'affecte pas les performances.

RACCORDEMENT DES ANTENNES À PLAQUE

- Repérez l'un des câbles courts munis d'une pince crocodile à une extrémité et d'une fiche banane à l'autre. Branchez la fiche banane sur le boîtier de volume situé à gauche. Fixez la pince crocodile sur la boucle de fil qui dépasse de la plaque de volume en carton (la plus petite).
- Repérez l'autre câble court et branchez sa fiche banane sur le boîtier de hauteur (pitch) situé à droite. Fixez la pince crocodile sur la boucle de fil qui dépasse de la plaque de hauteur en carton (la plus grande).

INSTALLATION POUR LE JEU

- Remplacez le panneau en plastique alvéolaire blanc dans le carton d'expédition, face vers le haut, en ramenant les plaques d'antenne et tous les câbles vers l'avant pour y accéder facilement. Posez le carton sur une table et appuyez le bas du carton contre un support à l'arrière afin d'incliner l'écran et les commandes pour une meilleure visibilité.
- Positionnez les plaques de volume et de hauteur de manière à jouer confortablement, puis fixez-les avec du ruban adhésif (ou autre) sur les rabats ouverts du carton pour éviter qu'elles ne bougent. Veillez à maintenir les plaques à une certaine distance (quelques centimètres au moins) de tout objet métallique volumineux.



Exemple de configuration initiale du kit (photo fournie par John Thom).

ALIMENTATION ET MISE À LA TERRE

- Branchez le dongle série USB bleu sur un port USB pour alimenter le boîtier D-Lev. L'écran LCD et les LED de l'accordeur devraient s'allumer.
- Si le port USB alimentant le dongle série bleu n'est pas relié à la terre (par exemple sur un ordinateur portable, un chargeur secteur, etc.), vous devrez prévoir une mise à la terre pour assurer le bon fonctionnement des champs du D-Lev. Pour ce faire, fixez la pince crocodile située à l'extrémité des fils rouge et noir sur un point de mise à la terre fiable. Une rallonge peut être utilisée pour amener la terre depuis une prise secteur.

BRANCHEMENT DU BOÎTIER DAC

- Une fois le D-Lev sous tension, vous verrez une lumière rouge émaner de l'extrémité du câble optique TOSLINK noir. Branchez ce câble optique sur le boîtier DAC.
- Branchez un casque stéréo sur le boîtier DAC ou raccordez un amplificateur stéréo externe aux prises RCA.
- Repérez le câble d'alimentation USB doté du connecteur cylindrique (type « barrel »). Branchez l'extrémité cylindrique sur le boîtier DAC, puis branchez l'extrémité USB sur un port USB pour alimenter l'appareil.
- Augmentez le volume du boîtier DAC. Selon le modèle, cette action peut également mettre l'appareil sous tension.

À VOUS DE JOUER !

- Si votre réseau électrique fonctionne à 50 Hz, tournez le bouton « D-LEV » (en bas à droite) pour afficher l'écran « SYSTEM ». Réglez le paramètre « 50Hz » sur 1, appuyez deux fois sur le bouton rotatif « Stor », puis revenez à l'écran « D-LEV ».
- Installez-vous (assis ou debout) devant le D-Lev dans votre position habituelle de jeu au thérémine. Lancez une procédure ACAL en appuyant brièvement sur le bouton « Out » (en haut à droite) tout en ramenant rapidement vos bras contre votre corps (sans bouger le reste de votre corps). Maintenez cette position jusqu'à ce que la LED centrale cesse de clignoter.
- Si la valeur du bouton « Out » est réglée sur 0, le son est coupé. Tournez le bouton « Out » dans le sens des aiguilles d'une montre pour le régler sur 1 et rétablir le son.
- Jouez ! Faites défiler les différents préréglages de sonorité en tournant le bouton « load ». Si la réponse du champ de hauteur (pitch) vous semble non linéaire, essayez d'ajuster légèrement le bouton « Pcal » ; pour les habitués des thérémines analogiques, cela revient exactement à régler la commande de point zéro de la hauteur (pitch null).

POUR ALLER PLUS LOIN

Il existe de nombreuses ressources pour vous aider à mieux comprendre comment configurer et utiliser le D-Lev de manière optimale. Ce manuel constitue l'une de ces ressources ; vous pouvez également consulter de nombreuses courtes vidéos traitant de divers sujets sur le site web de D-Lev (<https://d-lev.com/video.html>).

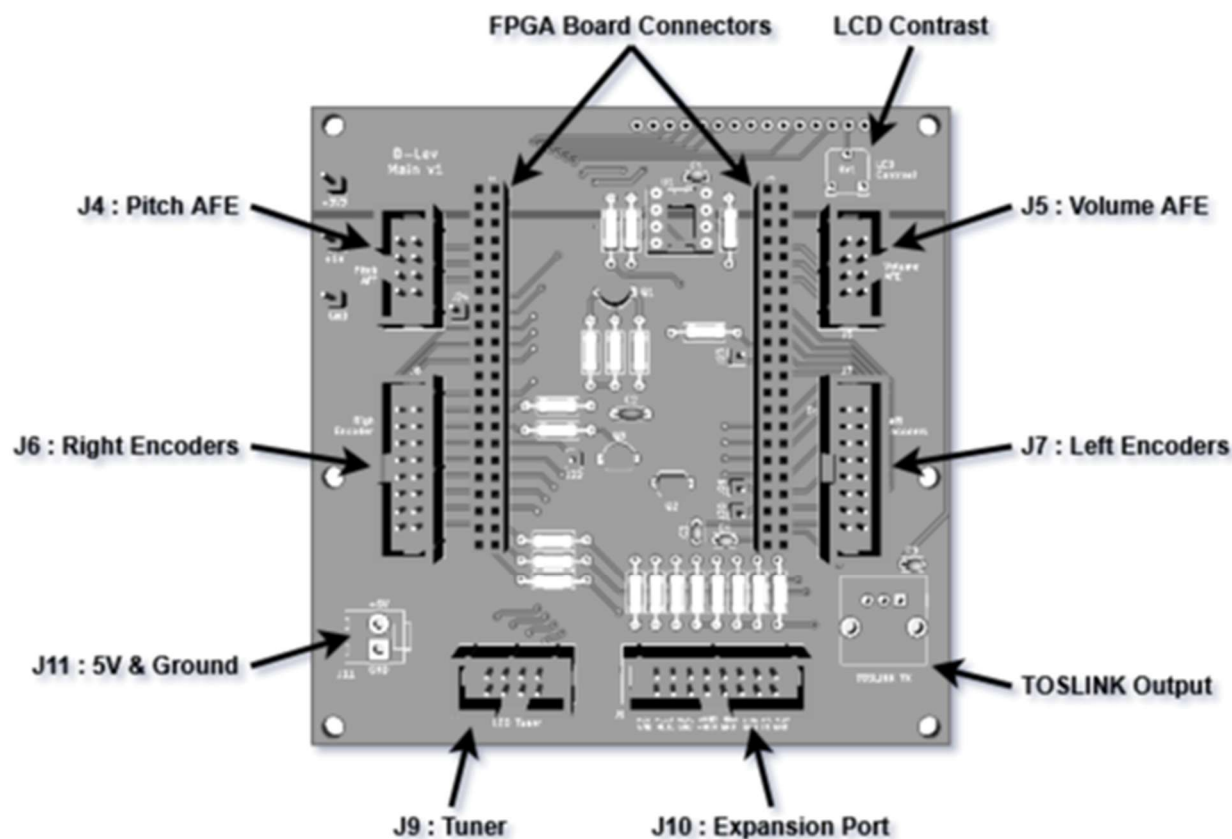
VÉRIFICATION DU DONGLE

Au cas où il se détacherait ou pour toute autre raison, voici un schéma montrant comment brancher le dongle série USB bleu sur le port d'extension J10. Le fil ROUGE (+5 V) se branche sur la broche située en haut à droite. Le fil NOIR (masse) se branche juste en dessous, tandis que les fils de communication série VERT et BLANC se connectent à gauche des broches d'alimentation et de masse. Des repères sont indiqués sur la carte de circuit imprimé pour vous guider. Soyez très vigilant lors du rebranchement !

Annexe B : Interfaces électriques

Carte de circuit imprimé principale (Main PWB)

La carte principale (PWB - Printed Wiring Board) relie la carte FPGA aux autres composants. Elle intègre également des circuits supplémentaires, tels que l'EEPROM contenant le logiciel et les préréglages/profils, le tampon de sortie MIDI et le circuit de commande du rétroéclairage de l'écran LCD.



Vue de la carte principale.

En haut se trouve le connecteur de l'écran LCD ; à sa droite se situe le potentiomètre de réglage du contraste de l'écran, qui constitue le seul ajustement interne. L'émetteur audio numérique TOSLINK est placé en bas à droite, tandis que le connecteur JST (alimentation 5 V et masse) J11 se trouve en bas à gauche.

La carte principale comporte six connecteurs pour nappes (type IDC) :

J4 et J5 sont des connecteurs 2x4 broches destinés aux boîtiers de contrôle de hauteur (pitch) et de volume ; chacun d'eux contient une carte AFE (étage d'entrée analogique) et une bobine à haut facteur de qualité (Q) et haute tension, bobinée à la main.

J7 et J8 sont des connecteurs 2x16 broches pour les ensembles encodeurs (boutons rotatifs) gauche et droit.

J9 est un connecteur 2x4 broches pour l'accordeur à LED.

J10 est un port d'extension 2x16 broches.

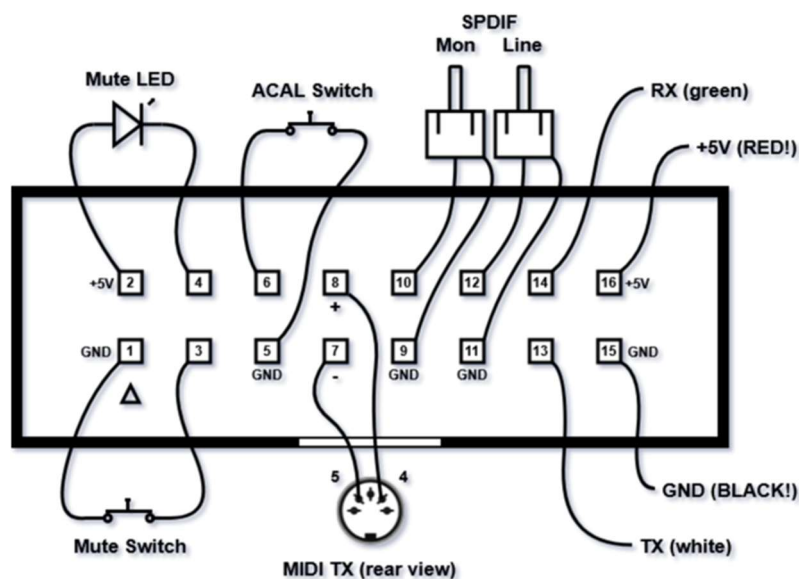
Attention : il est possible de brancher une nappe sur le mauvais connecteur (par exemple, une nappe AFE sur le connecteur J9 de l'accordeur), ce qui pourrait causer des dommages !

J10 — Connecteur du port d'extension

Le port d'extension permet de connecter des commutateurs et des dispositifs supplémentaires. Le kit D-Lev est fourni avec tout le câblage de base déjà raccordé, mais il existe d'autres possibilités concernant l'alimentation et la mise à la masse de l'appareil, ainsi que l'extension de ses fonctionnalités.

Broche(s)	Entrée / Sortie	Actif	Fonction	Description
3 (& 1)	Entrée	Niveau bas	(Mute)	Connectez un bouton-poussoir ou un pédalier momentané pour activer/désactiver la sourdine.
4 (& 2)	Sortie	Niveau bas	Mute LED	Connectez une LED pour afficher l'état de la sourdine : allumée = sourdine activée ; éteinte = sourdine désactivée. Limitation de courant interne (aucune résistance série nécessaire).
6 (& 5)	Entrée	Niveau bas	Commutateur ACAL	Connectez un bouton-poussoir ou une pédale momentanée pour lancer la procédure ACAL.
7 & 8	Sortie	-	MIDI TX	Connectez une prise ou un connecteur DIN 5 broches : broche 7 vers DIN[5] et broche 8 vers DIN[4]. Utilisez le D-Lev pour piloter un synthétiseur MIDI externe. Le synthétiseur interne n'est pas désactivé par l'utilisation du port de sortie MIDI.
10 (& 9)	Sortie	-	Moniteur SPDIF	Connectez une prise ou un connecteur RCA à un convertisseur (DAC) SPDIF stéréo externe (numérique vers analogique). Il s'agit de la version électrique de la sortie optique TOSLINK. Fréquence d'échantillonnage de 48 kHz avec une résolution de 24 bits.
12 (& 11)	Sortie	-	Ligne SPDIF	Identique à Monitor SPDIF mais sans la fonction de pré-écoute de la hauteur (pitch preview) ; pour un routage vers une table de mixage ou un équipement similaire.
13	Sortie	-	Serial TX	Connexion série RS232 à niveau logique TTL (non inversé, 3,3 V, 230 400 bauds, N81) pour charger un nouveau logiciel, transférer des préréglages (upload/download) et contrôler le D-Lev à distance via un adaptateur série-USB et le logiciel de gestion (librarian) sur PC Windows ou Linux.
14	Entrée	-	Serial RX	Côté réception de la liaison précédente ; mêmes caractéristiques électriques et protocole.

Connecteur d'extension J10 : brochage et fonctions



Alimentation et mise à la terre

Une mise à la terre est essentielle au bon fonctionnement du Theremin. Sans elle, les champs de hauteur (pitch) et de volume risquent d'être réduits ou instables. N'importe quel point de masse sur la carte de circuit imprimé principale peut servir à relier le D-Lev à la terre ; bien que l'ajout d'une connexion de masse améliore souvent le fonctionnement, la multiplication des points de masse peut créer des boucles de masse susceptibles d'introduire du bruit. Il est conseillé d'expérimenter différentes configurations de mise à la terre pour trouver celle qui convient le mieux à votre installation.

De même, n'importe quelle connexion +5 V sur la carte principale peut alimenter l'appareil, mais veillez à ne pas utiliser plus d'une source d'alimentation simultanément, sous peine d'endommager le matériel. Le D-Lev nécessite une alimentation de +5 V CC (courant continu) d'environ 0,5 A, ce qui correspond aux capacités d'un port USB standard. En effet, le kit est alimenté via le dongle USB série fourni, dont les fils d'alimentation +5 V (rouge) et de masse (noir) sont connectés aux broches 16 et 15 du connecteur d'extension J10. Si le dongle est branché sur un port USB relié à la terre, le D-Lev le sera également (les PC de bureau disposent généralement de ports USB reliés à la terre, contrairement aux ordinateurs portables). Si vous ne souhaitez pas alimenter le D-Lev via le dongle USB série, vous devez débrancher le fil rouge de la broche 16 du connecteur J10. Les quatre connecteurs individuels sont maintenus ensemble par une gaine thermorétractable qui peut être retirée à l'aide d'un cutter. Soyez extrêmement vigilant lors du raccordement du dongle USB série à la carte principale : les connecteurs ne sont pas détrompés, ce qui rend les erreurs de branchement très faciles.

L'alimentation +5 V et la masse sont également accessibles via le connecteur JST J11. Le kit inclut un câble branché à ce niveau, doté d'une pince sur le fil de masse noir pour faciliter la mise à la terre, tandis que l'extrémité du fil d'alimentation rouge est isolée pour éviter tout court-circuit. Le kit comprend également un câble USB muni d'un connecteur cylindrique (barrel jack) de 3,5 mm, pouvant être branché sur la carte FPGA si vous souhaitez fournir l'alimentation et la masse par ce biais ; dans le cas contraire, laissez-le débranché.

Annexe C : Contrôle externe

Le port série du D-Lev permet de contrôler à distance n'importe quel bouton, de charger des préréglages ou des profils et de lancer une procédure d'auto-étalonnage (ACAL). Cette fonctionnalité peut s'avérer utile lors de l'édition de préréglages ; l'interface peut également servir de base à la création de pédales de commande personnalisées ou d'autres dispositifs similaires.

Contrôle via le logiciel de gestion (Librarian)

Le logiciel de gestion (Librarian) permet de contrôler le D-Lev :

1. Connectez le dongle série USB du D-Lev à votre PC.
2. Dans une console, listez les ports série disponibles (exemple pour la version Windows) :
`d-win ports`
3. Sélectionnez un port dans la liste. Le port du D-Lev peut être le seul affiché, celui portant le numéro le plus élevé, ou celui contenant la mention « usb » (exemple : 2) :
`d-win ports -p 2`
4. Utilisez la commande `knob` pour lire la valeur d'un bouton (exemple : RESON:mode) :
`d-win knob -k re:4`
5. Utilisez la commande `knob` pour définir la valeur d'un bouton (exemple : régler 1_FORM:reso sur 4) :
`d-win knob -k 1_f:6 -s 4`
6. Utilisez la commande `knob` pour modifier la valeur d'un bouton par un décalage (exemple : FLT_OSC:xmix -2) :
`d-win knob -k flt_o:5 -o -2`
7. Utilisez l'option `-v` de la commande `knob` pour afficher toutes les valeurs des boutons (exemple : FLT_OSC:xmix +3) :
`d-win knob -v -k flt_o:5 -o +3`
8. Utilisez la commande `acal` pour effectuer un auto-étalonnage (ACAL) :
`d-win acal`

Le nom de page utilisé avec la commande `knob` correspond aux premiers caractères et n'est pas sensible à la casse. La valeur associée à l'option `-k` (identifiant du bouton) est comprise entre 0 et 6 : 0 pour le bouton en haut à gauche, 1 pour celui en haut à droite, etc.

Autres méthodes de contrôle

D'autres matériels ou logiciels peuvent également être utilisés pour contrôler le D-Lev. Les paramètres du port série sont les suivants :

Setting	Value
Baud rate	230400
Data bits	8
Parity	none
Stop bits	1
Flow control	none
Local echo	none
New-line RX	AUTO
New-line TX	CR

Serial port settings.

L'interface du D-Lev est prête à recevoir de nouvelles commandes lorsque le caractère d'invite « > » s'affiche sur une nouvelle ligne. Toutes les commandes doivent se terminer par une espace plutôt que par la touche Entrée (ou Retour chariot).

Si le dongle USB n'est pas utilisé, la norme d'interface électrique employée est la liaison série TTL standard (3,3 V, non inversée) ; veuillez consulter l'annexe B pour plus de détails sur le raccordement au port d'extension. Des résistances de 1 k Ω sont placées en série avec les broches du FPGA ; elles contribuent à prévenir les dommages causés par les décharges électrostatiques (ESD) ou par d'autres situations telles que les surtensions, les retours d'alimentation ou les problèmes de séquence de mise sous tension.

Annexe D : Tableau des boutons

knob	hex	range	label	page
0	00	0:63	Mon	D-LEV
1	01	0:1	Out	
2	02	-127:127	Vcal	
3	03	-127:127	Pcal	
4	04	0:249	stor	
5	05	-3:3	bank	
6	06	0:249	load	
7	07	0:19	-	
8	08	0:63	Mon	LEVELS
9	09	0:63	Line	
10	0A	0:63	prev	
11	0B	-31:31	Treb	
12	0C	0:63	osc	
13	0D	-31:31	Bass	
14	0E	0:63	nois	
15	0F	0:19	-	
16	10	-63:63	vmod	PREVIEW
17	11	-63:63	pmod	
18	12	0:63	prev	
19	13	0:12	mode	
20	14	-31:31	harm	
21	15	-31:31	tone	
22	16	-7:7	oct	
23	17	0:19	-	
24	18	0:63	vloc	MIDI
25	19	0:31	velo	
26	1A	0:63	cloc	
27	1B	-127:31	cc	
28	1C	0:127	bend	
29	1D	-16:16	chan	
30	1E	-7:7	oct	
31	1F	0:19	-	
32	20	0:63	kloc	VOLUME
33	21	0:63	rise	
34	22	0:31	knee	
35	23	0:63	fall	
36	24	0:31	velo	
37	25	0:63	damp	
38	26	0:63	dloc	
39	27	0:19	-	

knob	hex	range	label	page
40	28	-31:31	vmod	PITCH
41	29	0:31	cmod	
42	2A	0:31	rate	
43	2B	0:31	cvol	
44	2C	0:31	corr	
45	2D	0:31	span	
46	2E	0:3	Post	
47	2F	0:19	-	
48	30	-63:63	vmod	NOISE
49	31	-63:63	pmod	
50	32	0:63	nois	
51	33	-31:31	treb	
52	34	0:31	puls	
53	35	-31:31	bass	
54	36	0:31	duty	
55	37	0:19	-	
56	38	-63:63	vmod	FLT NOISE
57	39	-63:63	pmod	
58	3A	0:192	freq	
59	3B	0:63	nois	
60	3C	-4:4	mode	
61	3D	-31:31	xmix	
62	3E	0:63	reso	
63	3F	0:19	-	
64	40	-63:63	vmod	0 OSC
65	41	-63:63	pmod	
66	42	-31:31	harm	
67	43	-31:31	treb	
68	44	0:31	odd	
69	45	-31:31	bass	
70	46	-7:7	oct	
71	47	0:19	-	
72	48	-127:127	offs	1 OSC
73	49	-127:127	offs	
74	4A	-127:127	hmul	
75	4B	-127:127	hmul	
76	4C	0:31	fm	
77	4D	0:63	sprd	
78	4E	-31:31	xmix	
79	4F	0:19	-	

knob	hex	range	label	page
80	50	-63:63	vmod	FLT OSC
81	51	-63:63	pmod	
82	52	0:192	freq	
83	53	0:63	osc	
84	54	-4:4	mode	
85	55	-31:31	xmix	
86	56	0:63	reso	
87	57	0:19	-	
88	58	0:127	freq	RESON
89	59	-63:63	tap	
90	5A	0:192	hpf	
91	5B	-63:63	harm	
92	5C	-2:2	mode	
93	5D	-31:31	xmix	
94	5E	-63:63	reso	
95	5F	0:19	-	
96	60	-63:63	vmod	0 FORM
97	61	-63:63	pmod	
98	62	0:192	freq	
99	63	0:63	levl	
100	64	0:192	freq	
101	65	0:63	levl	
102	66	0:63	reso	
103	67	0:19	-	
104	68	-63:63	vmod	1 FORM
105	69	-63:63	pmod	
106	6A	0:192	freq	
107	6B	-63:63	levl	
108	6C	0:192	freq	
109	6D	-63:63	levl	
110	6E	0:63	reso	
111	6F	0:19	-	
112	70	-63:63	vmod	2 FORM
113	71	-63:63	pmod	
114	72	0:192	freq	
115	73	-63:63	levl	
116	74	0:192	freq	
117	75	-63:63	levl	
118	76	0:63	reso	
119	77	0:19	-	

knob	hex	range	label	page
120	78	-63:63	vmod	3 FORM
121	79	-63:63	pmod	
122	7A	0:192	freq	
123	7B	-63:63	levl	
124	7C	0:192	freq	
125	7D	-63:63	levl	
126	7E	0:63	reso	
127	7F	0:19	-	
128	80	-127:127	Vcal	V FIELD
129	81	0:31	Drop	
130	82	-15:15	Lin	
131	83	0:7	Dith	
132	84	0:255	Ofs-	
133	85	0:255	Ofs+	
134	86	-127:127	Sens	
135	87	0:19	-	
136	88	-127:127	Pcal	P FIELD
137	89	0:31	Lift	
138	8A	-15:15	Lin	
139	8B	0:7	Dith	
140	8C	0:255	Ofs-	
141	8D	0:255	Ofs+	
142	8E	-127:127	Sens	
143	8F	0:19	-	
144	90	0:31	LED	DISPLAY
145	91	-99:99	Cent	
146	92	0:31	LCD	
147	93	-11:11	Note	
148	94	0:4	Qant	
149	95	-15:15	Oct	
150	96	0:3	Post	
151	97	0:19	-	
152	98	0:99	Wait	SYSTEM
153	99	0:249	Auto	
154	9A	0:3	P<>V	
155	9B	0:1	50Hz	
156	9C	0:5	Stor	
157	9D	0:1	Erev	
158	9E	0:5	Load	
159	9F	0:19	-	

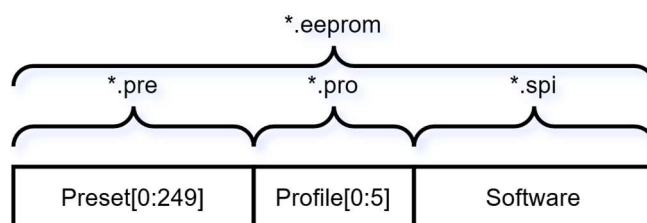
Annexe E : Anatomie des fichiers

Tous les fichiers associés au gestionnaire de bibliothèque D-Lev sont des fichiers texte ; ils peuvent donc être consultés, modifiés, scindés ou combinés à l'aide d'un éditeur de texte.

Il existe cinq types de fichiers contenant des données EEPROM : ***.dlp**, ***.pro**, ***.pre**, ***.spi** et ***.eeprom**.

Chaque ligne de ces fichiers spécifie 4 octets de données au format hexadécimal.

Le type de fichier ***.eeprom** constitue le conteneur principal, car il renferme l'intégralité de l'état du D-Lev :



Espaces de mémoire non volatile et conteneurs de types de fichiers.

Un préréglage ou profil unique nécessite 256 octets ; le fichier ***.dlp** correspondant contient donc $256 / 4 = 64$ lignes.

Un fichier ***.pre** contient 250 préréglages couvrant la plage [0:249] :

Preset	Line
preset[0]	1
preset[1]	65
preset[248]	15873
preset[249]	15937

Quelques points de départ de presets dans un fichier.pre*

Un fichier ***.pro** contient 6 profils couvrant la plage [0:5]:

Profile	Line
0	1
1	65
2	129
3	193
4	257
5	321

Points de départ de presets dans un fichier.pre*

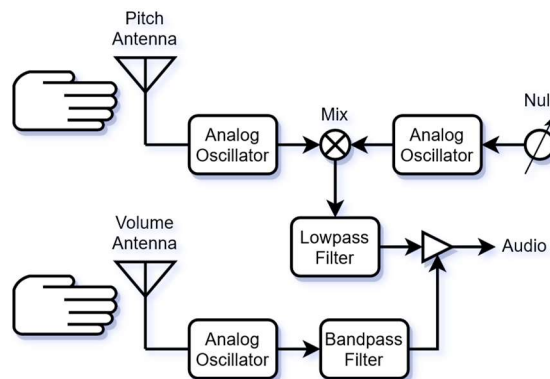
Un fichier ***.spi** contient le logiciel D-Lev, lequel compte 16 384 octets, soit $16\,384 / 4 = 4\,096$ lignes.

Un fichier ***.eeprom** contient l'ensemble des 250 préréglages, des 6 profils et du logiciel. La première partie du fichier est organisée exactement comme le fichier ***.pre** décrit précédemment ; elle est suivie du contenu du fichier ***.pro**, tandis que la section correspondant au contenu du fichier logiciel ***.spi** débute immédiatement après, à la ligne 16 385.

Annexe F : Questions-réponses

Le D-Lev est-il un thérémine traditionnel ?

Non. Un théramine traditionnel fonctionne par hétérodynage (mélange non linéaire) des signaux de sortie de deux oscillateurs analogiques à radiofréquence. L'un des oscillateurs fonctionne à une fréquence fixe, tandis que la fréquence de l'autre varie en fonction de la capacité induite par la main contrôlant la hauteur de note. Le mélange génère des fréquences correspondant à la somme ($F1+F2$) et à la différence ($|F1-F2|$) ; un filtrage passe-bas élimine la fréquence somme (la plus élevée) pour ne conserver que la fréquence différence (la plus basse), qui se situe dans la plage audible pour l'oreille humaine. Bien que la fréquence de l'oscillateur variable ne varie que de quelques pourcents sur toute l'amplitude du mouvement de la main, la fréquence différence, elle, varie sur plusieurs octaves.



Fonctionnement d'un thérémine analogique traditionnel.

Le contrôle du volume traditionnel peut revêtir diverses formes. Tout comme pour la section de hauteur de note, la fréquence de l'oscillateur de volume varie en fonction de la capacité induite par la main contrôlant le volume. Une technique courante pour obtenir une variation importante du signal sur une plage de mouvement relativement courte consiste à appliquer un filtrage abrupt à la sortie de l'oscillateur, à redresser et filtrer le signal (étape non illustrée ici), puis à utiliser le résultat pour contrôler le volume audio.

Il est à noter que le processus d'hétérodynage lie la hauteur de note au timbre du signal audio résultant ; cela limite les possibilités du concepteur lorsqu'il s'agit de modifier la (non-)linéarité de base, la sensibilité, le timbre, l'étendue en octaves, etc. Il est impossible de modifier la sensibilité du champ de hauteur de note sans nuire à la linéarité globale. Le couplage des oscillateurs fixe et variable peut enrichir le timbre dans les fréquences graves, mais cela affecte également de manière négative la linéarité dans le champ lointain.

Il est assez remarquable de pouvoir fabriquer un thérémine traditionnel fonctionnant correctement avec seulement quelques composants ; toutefois, les contraintes techniques fondamentales subsistent, quelle que soit la sophistication des circuits ajoutés. Les champs proche et lointain resteront toujours quelque peu restreints, et la sensibilité dans le champ intermédiaire demeurera inchangée.

Le D-Lev est-il un *vrai* thérémine ?

Voilà qui pourrait déclencher une querelle ! Je dirais que oui, sans aucun doute : c'est un vrai thérémine.

Certains puristes pourraient toutefois ne pas être d'accord ; tout dépend du point de vue de chacun. Le D-Lev est un véritable thérémine dans la mesure où l'instrumentiste interagit avec deux champs capacitifs ; pour moi, c'est là l'essence même de ce qu'est un véritable thérémine. La génération sonore repose sur un synthétiseur DSP plutôt que sur le principe de l'hétérodynage ; ce n'est pas une nouveauté, puisque l'Ethervox, le Theremini, l'Open.Theremin et même le récent Claravox (en mode moderne) fonctionnent tous ainsi. Dissocier la génération audio est nécessaire pour linéariser, dimensionner et positionner les champs, tout en permettant une plus grande variété de timbres.

Compte tenu des différentes options disponibles pour les champs de hauteur et de volume, quels sont les éléments à prendre en compte ?

Si vous admirez la technique d'un instrumentiste en particulier et souhaitez réellement l'imiter, une approche évidente consiste à configurer les champs pour qu'ils reproduisent le comportement de son instrument — ce qui, le plus souvent, revient à adopter celui d'un thérémine analogique traditionnel.

J'y réfléchis depuis un certain temps et je pense que le principe suivant est généralement vrai : il faut viser un contrôle maximal avec un minimum de mouvements. L'objectif est d'utiliser les mouvements les plus réduits possibles tout en conservant une maîtrise totale de l'interprétation, et ce, aussi bien pour le champ de hauteur que pour celui du volume. Lorsque je parle de « maîtrise totale », j'inclus également les facteurs de stabilité : même si vous pouviez facilement jouer des octaves en pliant simplement l'auriculaire, vous ne pourriez pas jouer debout de manière décontractée, car votre corps, votre bras ou même votre main nécessiteraient un certain appui pour maintenir la hauteur de note stable. La stabilité semble donc déterminer la limite supérieure de la sensibilité : une personne jouant assise est manifestement mieux placée pour gérer le champ de hauteur analogique, souvent trop étroit (à mon avis), tandis que ceux qui préfèrent jouer debout gagneront peut-être à utiliser un champ de hauteur plus étendu.

La situation est plus complexe en ce qui concerne le champ de volume ; ici, l'application de non-linéarités appropriées — telles qu'un point de rupture (« knee ») pour la commutation de gain et une atténuation du second ordre — permet de passer du silence total à un niveau sonore significatif (disons -12 dB) grâce à un mouvement de la main relativement restreint, puis d'atteindre le volume maximal (0 dB) avec un mouvement de faible à moyenne amplitude. On consacre ainsi les mouvements les plus précis à la zone expressive, tout en compressant la zone peu expressive. En conclusion, je pense que la plupart des thérémines analogiques exigent une trop grande amplitude de mouvement pour la main gérant le volume et une trop faible amplitude pour celle gérant la hauteur de note ; ces caractéristiques contribuent largement à rendre l'instrument notoirement difficile à jouer.

Pouvez-vous me donner un exemple de réglages traditionnels pour les champs de détection ?

Une configuration traditionnelle où la main gérant la hauteur de note couvre deux tiers d'octave (huit demi-tons) entre les positions « ouverte » et « fermée », et où la main gérant le volume fonctionne selon une courbe non linéaire (plus on s'éloigne, plus le son est fort) :

Vcal 32	Drop 16	Pcal 32	Lift 0
Lin 0	Dith 2	Lin 0	Dith 2
Ofs- 64	Ofs+ 123	Ofs- 64	Ofs+ 190
Sens 45	V_FIELD	Sens 64	P_FIELD

Exemple de réglages de champs traditionnels

Ces valeurs ne doivent être considérées que comme une indication approximative. Vos propres réglages varieront probablement quelque peu ; l'idéal serait qu'ils résultent de l'exécution personnelle, par vos soins, des procédures de configuration des champs décrites dans ce manuel.

Comment configurez-vous les champs sur votre propre D-Lev ?

J'utilise un champ de volume inversé et une sensibilité du champ de hauteur (pitch) réglée pour une réponse « main ouverte / main fermée » correspondant à un tiers d'octave (4 demi-tons) :

Vcal 32	Drop 16	Pcal 32	Lift 0
Lin 0	Dith 2	Lin 0	Dith 2
Ofs- 64	Ofs+ 123	Ofs- 64	Ofs+ 190
Sens -50	V_FIELD	Sens 45	P_FIELD

Mes réglages de champ actuels.

Je ne veux pas donner l'impression que des réglages de champ non conventionnels constituent une solution miracle, mais je vous encourage vivement à expérimenter autant que possible dans ce domaine.

Pourquoi la linéarité du champ de hauteur est-elle si importante ?

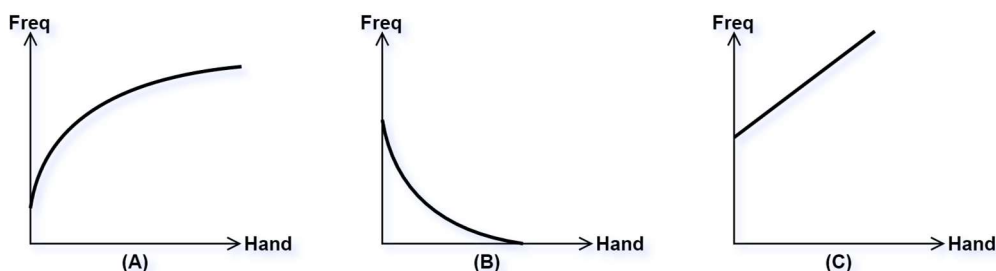
Quelle que soit la manière dont vous générez, acquérez, filtrez ou traitez les champs de thérémine (analogiques ou numériques), plus votre main est proche de l'antenne, meilleure est la qualité de l'information ou du signal. Sur le D-Lev (qui, contrairement aux thérémines analogiques, présente un champ proche très linéaire), cette zone optimale (« sweet spot ») s'étend de l'antenne elle-même jusqu'à environ 300 mm de distance.

Au-delà, la capacité du corps du musicien commence à interférer et à perturber la réponse. Il est certes possible de rendre le champ très linéaire à plus grande distance (je peux faire en sorte que la position main ouverte/main fermée produise la même réponse alors que ma main est ramenée tout près de mon corps), mais le calibrage devient alors de plus en plus dépendant de la position exacte du corps.

Cet effet étant très marqué, j'ai tendance à régler les champs de manière à ce que ma main gérant le volume se trouve à environ 200 mm de l'antenne, et ma main gérant la hauteur à environ 250 mm. Les thérémines analogiques ne permettent généralement pas de positionner ou de façonner les champs ; on voit ainsi parfois l'instrumentiste éloigner considérablement la main pour atteindre les notes graves. Si le geste est visuellement impressionnant, il doit s'avérer inconfortable, car la moindre erreur de calibration du point zéro altère sensiblement la sensibilité du champ de hauteur à cette distance.

Comment, précisément, le D-Lev linéarise-t-il les champs de hauteur et de volume ?

J'espère que d'autres concepteurs de thérémines adopteront la procédure mathématique de linéarisation, remarquablement simple, que j'ai découverte par hasard. Ce qui est formidable avec ce procédé, c'est qu'il semble être presque totalement indépendant de la capacité de l'environnement et de la géométrie de l'antenne. Mieux encore : tout repose sur un unique bouton dont le réglage est très peu contraignant — une fois ajusté, on n'y touche plus ! Difficile de demander mieux. Voici comment cela fonctionne :



Linéarisation du champ du D-Lev.

A) On constate que la fréquence de l'oscillateur relié à l'antenne de hauteur de note diminue à mesure que la main s'approche, et que cette variation n'est pas du tout linéaire.

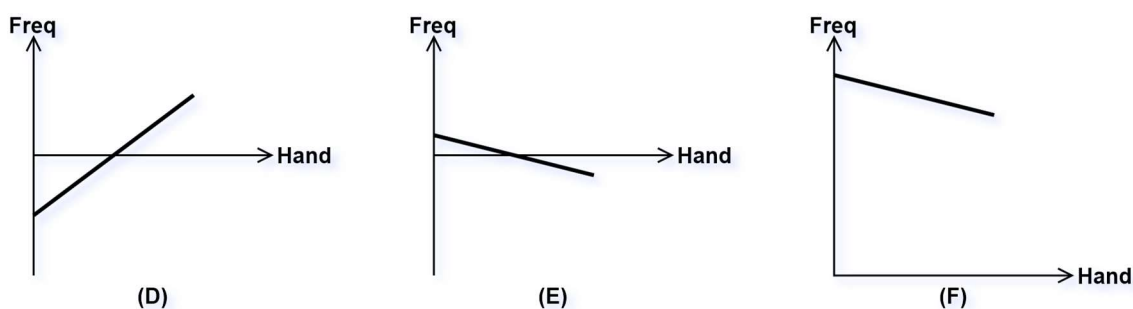
B) On soustrait la fréquence de l'oscillateur de la somme de « Pcal » et d'une valeur interne obtenue via la procédure ACAL ; cela inverse le sens de la courbe et la ramène vers l'axe des abscisses. Ce processus est exactement analogue à l'hétérodynage qui se produit dans un Theremin analogique, à la différence près que nous traitons numériquement des valeurs de fréquence plutôt que des formes d'onde analogiques ; il s'agit donc de simples calculs mathématiques plutôt que d'un mélange de deux oscillateurs via des diodes.

Contrairement aux circuits analogiques, les calculs ne génèrent ni bruit ni produits d'intermodulation indésirables. Le résultat est de nature quasi exponentielle, ce qui correspond au comportement direct des thérémines analogiques. Jusque-là, rien de bien nouveau, si ce n'est que nous avons également supprimé la partie négative pour éviter que le champ ne s'inverse au-delà du point nul – une fonctionnalité intéressante qui ne coûte pratiquement rien dans le monde merveilleux des mathématiques.

C) C'est là que le miracle opère : on élève le résultat précédent à une puissance comprise entre $-1/8$ et $-3/8$ (la plage de réglage du bouton « Lin ») et voilà : on obtient une courbe quasi rectiligne !

À quoi servent les autres boutons de réglage du champ ?

Je me demandais justement quand vous alliez poser la question ! Voyons cela de plus près :



Les autres boutons de réglage des champs

D) Dans la continuité de la discussion sur la linéarité ci-dessus, le bouton « **Ofs-** » déplace la réponse linéarisée de la main vers le bas, jusqu'à l'axe des abscisses (axe X), par une soustraction mathématique. L'intersection avec l'axe X forme un point de pivot, un peu comme sur une bascule.

E) Le bouton « **Sens** » modifie la pente par une multiplication mathématique, faisant pivoter la courbe de réponse autour du point situé sur l'axe X. Nous multiplions également le résultat par -1 pour inverser la réponse, ce qui permet d'obtenir une hauteur de note (pitch) croissante à mesure que la main se rapproche de l'antenne.

F) Enfin, le bouton « **Ofs+** » ramène la réponse vers le haut, dans la plage de valeurs positives (non signées), par une addition mathématique. À ce stade, il est possible d'ajuster la hauteur, d'appliquer une fonction exponentielle, etc.

Disposer de boutons pour « **Ofs-** » et « **Ofs+** » peut sembler superflu, mais cela permet de déplacer le point de pivot, ce qui s'avère pratique lors du réglage du champ de volume.

Pourquoi des antennes à plaque ? Vous détestez les antennes à tige ou quoi ?

Lorsque je fais la démonstration du D-Lev — probablement au grand dam du public —, je me retrouve souvent à faire un sermon. Pour moi, les plaques font partie intégrante de la conception car elles offrent de nombreux avantages techniques et ergonomiques par rapport aux tiges. J'y vais peut-être un peu fort quand je les défends, mais j'estime que c'est nécessaire et que personne d'autre ne le fera à ma place.

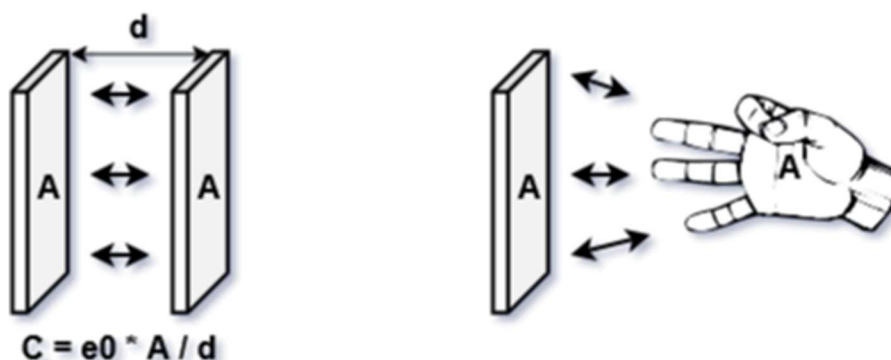
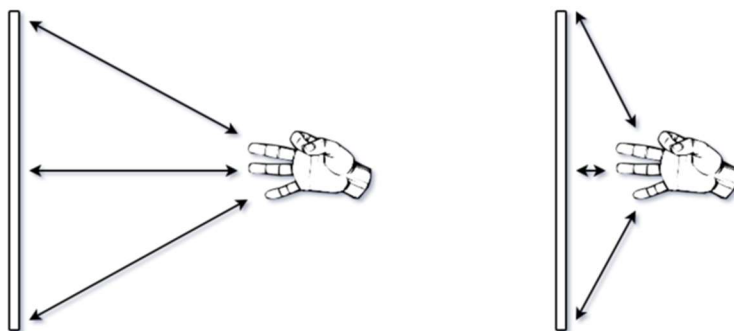


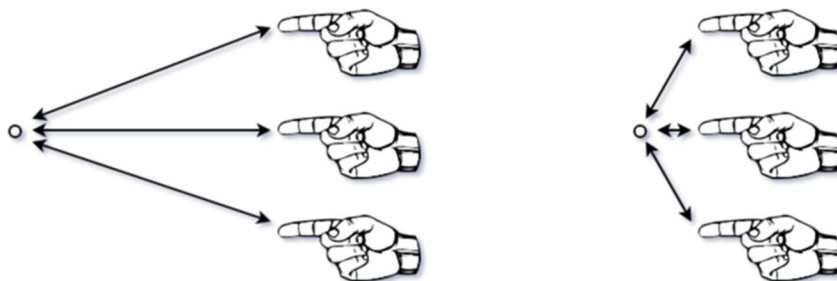
Plate capacitor (left) and plate antenna / hand capacitor (right).

Tout d'abord, un tout petit peu de physique. Les thérémines fonctionnent en détectant la capacité entre la main et l'antenne. La capacité est fonction de deux choses : 1) la surface des plaques et 2) la distance qui les sépare. L'augmentation de la surface augmente la capacité, et la diminution de la distance entre eux augmente également la capacité.



Réponse capacitive de l'antenne tige en champ lointain et en champ proche.

Les antennes tiges ont beaucoup de sens pour les thérémines analogiques où le champ proche est très compressé et non linéaire. Lorsque la main est éloignée, elle interagit avec la tige entière, mais à mesure que la main s'approche, elle interagit avec de moins en moins de tige, ce qui aide quelque peu à linéariser le champ près de l'antenne. Mais les tiges ont une surface plutôt faible, elles ne conviennent donc pas parfaitement aux thérémines numériques, car elles ne forment pas le meilleur condensateur possible avec la surface de la main.



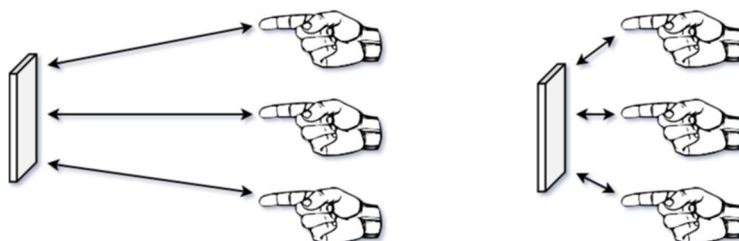
Les antennes tiges sont des cibles horizontales problématiques en champ proche.

Les antennes tiges ont également un « problème de ciblage » dans le plan horizontal. Plus vous vous rapprochez de la tige, plus vous devez positionner votre main horizontalement avec précision pour adresser l'antenne. Certains joueurs l'utilisent et jouent sur un côté de la tige dans le champ proche pour aider à la linéariser géométriquement. Certains joueurs modifient probablement leur technique de doigté en fonction de la distance à laquelle ils jouent.



Réponse capacitive de l'antenne à plaque en champ lointain et en champ proche.

En revanche, les plaques forment un condensateur plus idéal avec la main, à la fois en champ lointain et en champ proche. Parce qu'un thérémine numérique peut linéariser le champ proche pour correspondre aux champs médians et lointains, les joueurs peuvent utiliser les mêmes techniques de doigté n'importe où.



Les antennes en forme de plaque offrent une cible plus tolérante en champ proche.

Une plaque constitue une cible horizontale bien plus large et moins exigeante ; le ciblage correct en champ proche est grandement facilité par la largeur de la plaque. Certes, la précision du ciblage vertical est quelque peu moindre par rapport à celle d'une longue tige, mais l'alignement vertical est généralement aussi facile à maintenir que l'alignement horizontal ; ce n'est donc pas un problème majeur.

En raison de la non-linéarité du champ proche et des difficultés de ciblage, j'imagine que de nombreux joueurs de thérémine analogique à tiges évitent tout simplement le champ proche autant que possible. C'est extrêmement regrettable, car le champ proche est la meilleure position de jeu qui soit ! Lorsque la main est proche de l'antenne, son signal capacitif est très puissant et masque les capacités parasites de l'environnement et du corps, qui seraient autrement déroutantes. Jouer du thérémine à distance est visuellement très impressionnant, mais le contrôle devient exponentiellement plus difficile dès que la main s'éloigne de l'antenne pour se rapprocher du corps ; c'est alors la position et les mouvements du corps qui finissent par dominer la réponse capacitive globale. En tant que musicien, vous devriez donc chercher à jouer aussi près de l'antenne que possible, et la linéarité du champ ainsi que la géométrie de l'antenne devraient faciliter cette approche.

Il existe une attente traditionnelle concernant la présence de tiges sur un thérémine, à laquelle je ne sais pas vraiment comment répondre. Si l'histoire s'était déroulée à l'envers et que les thérémines numériques étaient apparus avant les analogiques, l'argumentaire serait inversé : on reprocherait alors aux musiciens jouant sur des modèles analogiques d'utiliser des tiges plutôt que des plaques. Je ne suis pas un grand nostalgique ; je considère ces attentes comme des freins au développement et à l'évolution de l'instrument, même si je comprends parfaitement l'importance de prendre en compte les années d'entraînement acquises sur des modèles à tiges. Je ne prétends pas que les plaques conviennent à tout le monde, mais je recommande aux inconditionnels des tiges de leur donner une chance sérieuse. S'ils ne parviennent pas à s'y habituer après un mois environ, ils pourraient essayer des plaques plus allongées ou des tiges de plus grand diamètre avant de baisser définitivement les bras.

Quelles sont vos recommandations concernant la géométrie des antennes en plaque ?

On pourrait penser qu'une plaque ronde est la forme idéale, mais si l'on est décentré verticalement, la largeur de la cible horizontale s'en trouve réduite, et inversement. Une plaque rectangulaire ne présente pas cette interaction géométrique et s'avère donc quelque peu supérieure.

J'estime également que les difficultés rencontrées par le joueur pour viser avec précision, tant sur le plan vertical qu'horizontal, sont sensiblement équivalentes ; il convient donc d'utiliser une plaque carrée. Pour obtenir une surface approximativement égale à celle de la main, la plaque doit mesurer environ 150 mm de côté.

Afin d'augmenter la capacité intrinsèque ainsi que l'interaction capacitive en champ lointain, on peut prolonger deux côtés opposés — ou les quatre côtés — de la plaque carrée vers l'arrière, en les éloignant du joueur, pour former une structure tridimensionnelle en forme de U ou de boîte ouverte à l'arrière :

J'utilise actuellement, dans mon montage de laboratoire, des antennes à plaques en forme de U façonnées à partir de papier d'aluminium épais, avec la bobine montée pile au centre de la face arrière. Les antennes du kit D-Lev sont de simples carrés de 150 mm (6 pouces) découpés dans du papier d'aluminium épais et enveloppés de carton ondulé.

Pourquoi préconisez-vous d'isoler les antennes ?

Pour deux excellentes raisons. Toucher une antenne en métal nu à mains nues peut :

1. Rompre la boucle de rétroaction de détection de phase de l'oscillateur et provoquer une instabilité (ou « pompage ») du signal. Même une fine couche d'isolant permet d'éviter ce comportement généralement inesthétique sur le plan musical.
2. Soumettre l'oscillateur à une importante pointe de tension. Chaque oscillateur intègre un dispositif de protection active contre les décharges électrostatiques (ESD), mais l'isolation constitue votre première ligne de défense contre les dommages liés aux ESD. L'électronique sensible à haut facteur de qualité (Q) a besoin de toute la protection possible.

Hormis le fait que cela puisse paraître moins « stylé » ou autre, l'isolation des antennes ne présente aucun inconvénient. L'isolant lui-même aura probablement des propriétés capacitives différentes de celles de l'air ambiant (notamment une permittivité relative différente et peut-être une légère résistance électrique), mais cela n'affecte en rien la perception des champs par le musicien ni le fonctionnement optimal des oscillateurs. On peut pousser la logique jusqu'à intégrer entièrement les plaques d'antenne (hauteur de note et volume) à l'intérieur du boîtier principal ; il ne serait alors plus nécessaire de les rendre amovibles (les connecteurs électriques étant une autre voie d'entrée potentielle pour les décharges électrostatiques). Toutefois, cela nuirait probablement à la portabilité de l'instrument.

Avez-vous des conseils concernant l'ergonomie du boîtier ?

Absolument ! J'encourage vivement les musiciens sérieux à saisir toutes les occasions de maîtriser et de personnaliser les différents aspects de leur pratique musicale. Les joueurs de thérémine, en particulier, devraient explorer les divers facteurs liés à la conception et à la fabrication de leur instrument.

Réfléchissez-y : lorsque vous achetez un thérémine, la manière dont on en joue réellement a souvent fait l'objet de peu de réflexion ou d'efforts ; on se retrouve généralement avec une simple reproduction des formes et des positions d'antennes d'instruments anciens, ce qui n'est pas forcément idéal pour vous (ni pour quiconque d'ailleurs).

Les instruments électroniques offrent généralement bien plus de degrés de liberté que leurs homologues acoustiques, car ils ne sont pas soumis aux contraintes de taille, de support et d'emplacement liées aux cordes, aux tables d'harmonie, aux caisses de résonance ou aux tuyaux. À cet égard, le thérémine offre une liberté quasi totale, et le D-Lev encore davantage. Avoir pour seule limite le ciel peut d'ailleurs s'avérer problématique (bien que ce soit un problème plutôt positif à résoudre) car il n'y a pas de contraintes réelles pour canaliser sa créativité. Ajoutez à cela le fait que les oscillateurs du D-Lev fonctionnent de manière optimale avec des antennes à plaques (et je soutiendrais — comme je l'ai fait ! — que les plaques offrent également des avantages en termes de jeu, notamment en champ proche). Alors, par où commencer ?

- Commencez par un support polyvalent. Je recommande un pied de micro à perche, qui offre des options pratiques de réglage en hauteur et en inclinaison. Utilisez une bride filetée femelle pour le fixer à votre « monstre ». Une autre option consiste à utiliser un pupitre en bois, car il permet également d'ajuster la hauteur et l'angle.
- Faites des essais avec des cartons de récupération et du ruban adhésif, en utilisant peut-être une ou deux chutes de bois comme ossature. Une approche économique et ingénieuse.
- Visez un confort de jeu maximal. Cela concerne la géométrie des antennes ainsi que l'emplacement et l'orientation de tous les éléments (antennes, unité de commande, accordeur). Par exemple, si vous manipulez l'accordeur en jouant pour surveiller le signal, une position trop basse risque de vous causer des douleurs cervicales ; si l'écran LCD n'est pas perpendiculaire à votre champ de vision, il sera difficile à lire ; si les commandes ne sont pas bien placées, elles seront peu pratiques à régler.
- Ne vous souciez pas de la portabilité avant la toute dernière étape. Les contraintes liées à la portabilité vont souvent à l'encontre d'une bonne ergonomie ; elle est donc, en quelque sorte, votre ennemie durant cette phase de recherche. Gardez toutefois à l'esprit qu'une grande légèreté peut aussi grandement faciliter le transport.
- L'esthétique est un autre ennemi inattendu lorsqu'on travaille sur l'ergonomie ; là encore, il ne faut pas s'en préoccuper avant la fin. Faites en sorte que votre prototype soit facile à modifier, voire à jeter pour repartir de zéro. Vous ne voulez pas hésiter à percer un trou supplémentaire sur un coup de tête, même si l'amélioration semble minime. De petits changements ont souvent un impact considérable. Ici, l'aspect « bricolage » (ou le manque d'esthétique) est votre meilleur allié.
- Il vous faut une configuration identique à chaque fois pour éviter que votre mémoire musculaire n'ait à s'adapter ou à réapprendre quoi que ce soit. Là encore, la portabilité joue souvent en votre défaveur, car elle tend à entraîner des variations dans l'installation.
- C'est un processus évolutif ; ne cherchez pas à obtenir le résultat définitif du premier coup. Cela peut sembler contre-intuitif, mais en matière d'ergonomie, il est souvent impossible de savoir si l'on appréciera ou non une disposition particulière sans l'avoir essayée en conditions réelles, parfois sur une très longue période. Gardez l'esprit ouvert et soyez prêt à jouer sur votre instrument expérimental (votre « Franken-

Lev ») pendant des mois, voire des années, avant de vous lancer dans la fabrication du boîtier définitif. Plus vous expérimenterez, plus vous aurez la certitude que le résultat final est optimal pour vous. Pour la plupart des produits, on pense très tôt à l'aspect final et à des questions comme la portabilité. C'est tout l'inverse pour l'ergonomie des instruments de musique électroniques : c'est assez surprenant !

Quel est votre avis sur le champ de volume traditionnel ou inversé ?

La gestion traditionnelle du volume (plus on s'éloigne, plus le son est fort) m'a toujours semblé totalement contre-intuitive ; c'est l'une des raisons principales pour lesquelles je me suis détourné de l'Etherwave que je possédais autrefois. La hauteur de note augmentait à mesure que ma main s'approchait ; pourquoi le volume n'augmentait-il pas aussi dans cette direction ? Il fallait scinder mon cerveau en deux, avec un côté fonctionnant à l'inverse de l'autre, et je n'arrivais tout simplement pas à m'y faire — sans parler des difficultés de débutant liées au contrôle de la hauteur de note. Mais bon, la pédale d'étouffoir d'un piano fonctionne aussi à l'envers, alors c'est peut-être moi qui ai un problème.

Certains affirment que la gestion traditionnelle des thérémines analogiques classiques s'explique par le fait qu'un chef d'orchestre lève les mains pour demander plus de volume (ou du moins, c'est la logique derrière ses gestes). Cependant, je pense que cette gestion traditionnelle existe parce qu'elle tire parti de la non-linéarité fondamentale du champ proche. Elle crée un point de rupture naturel qui fait monter le volume rapidement à mesure que la main du musicien s'éloigne, tout en offrant un contrôle dynamique plus nuancé au-delà de ce point. J'ai l'impression que l'on a tendance à idéaliser les intentions derrière la conception du thérémine, alors que c'était probablement la physique qui dictait la solution la plus évidente et la plus simple (pour le concepteur, pas forcément pour le musicien).

Cela dit, qu'y a-t-il de mal à cela ? Comme je l'ai déjà dit, les paramètres critiques (hauteur élevée, volume élevé) sont idéalement associés à un champ proche linéaire et bien défini, tandis que les paramètres moins critiques (hauteur basse, volume faible) sont relégués à un champ lointain nécessairement plus incertain ; ainsi, la gestion traditionnelle exploite la physique fondamentale d'une certaine manière, tout en allant à son encontre d'une autre. Un volume élevé dans le champ lointain sera moins bien maîtrisé, et les capacités parasites — comme celle du corps du musicien — auront davantage d'influence, surtout si celui-ci est assis devant l'instrument. À l'inverse, un champ linéaire avec une gestion inversée et un point de rupture logiciel permet d'« atténuer » l'influence du corps.

Par ailleurs, le niveau 0 dB (ou le point de volume maximal) est une valeur très précise, alors que le point de silence correspond en réalité à une zone indéfinie : est-ce -36 dB ? -48 dB ? -64 dB ? Bien entendu, tout dépend de la hauteur de note, du timbre, du niveau de bruit ambiant, de l'âge du musicien, etc. Dans la configuration traditionnelle, cette zone indéfinie se situe dans le champ proche ; ainsi, si l'on recherche davantage de silence, on risque de toucher l'antenne — ce qui explique probablement pourquoi celle-ci a une forme de boucle. La configuration inversée place le niveau de 0 dB dans le champ proche ; il n'est donc pas nécessaire de se rapprocher davantage pour jouer, et pour obtenir plus de silence, il suffit d'éloigner la main. La configuration traditionnelle va également quelque peu à l'encontre de l'anatomie humaine. Les mouvements de la main vers l'antenne sollicitent des muscles plus puissants et plus rapides, tout en bénéficiant de l'aide de la gravité ; l'attaque percussive devrait donc se faire dans ce sens, et non l'inverse (comme en témoignent la batterie, le piano, le xylophone, le triangle, ou tout instrument à percussion). Certes, la configuration traditionnelle facilite la technique de phrasé vocal lyrique dite « attaque franche et relâchement lent » (*stab & slow release*), prisée par de nombreux théréministes, mais elle entrave la plupart des autres techniques.

Il y a aussi le terrible syndrome du « bébé qui pleure ». J'ai remarqué que la configuration traditionnelle nécessite de couper le son avant une phase d'étalonnage automatique (ACAL) et de le rétablir ensuite ; sinon, l'instrument génère du bruit pendant la durée de l'étalonnage, ce qui oblige à recourir à un logiciel supplémentaire pour gérer la complexité de cette séquence. Les joueurs de thérémine analogique doivent jouer les « baby-sitters » vigilants entre les morceaux en gardant une main sur ou près de la boucle de volume ; ils doivent souvent poser un câble audio relié à la masse sur l'antenne de volume lorsqu'ils s'éloignent pour faire taire l'instrument. De plus, toucher la boucle de volume nue de certains thérémines analogiques provoque ironiquement des bruits parasites (toucher l'antenne de volume nue du D-Lev peut, par exemple, entraîner le décrochage de la boucle à verrouillage de phase numérique — DPLL — et générer du bruit). La configuration inversée (avec isolation) ne présente aucun de ces problèmes : mon appareil de laboratoire reste allumé 24 heures sur 24 et 7 jours sur 7, et je n'ai presque jamais besoin de couper le son.

En somme, les seuls véritables avantages de la configuration traditionnelle sont que le silence est moins affecté par la capacité du corps et que le modelage du volume entre les notes semble peut-être un peu plus naturel.

Quoi qu'il en soit, si la configuration traditionnelle dissuade quelqu'un d'apprendre le thérémine, je ne vois pas grand mal à l'inverser.

Comment amplifier le D-Lev ?

La plupart des pré réglages utilisent le résonateur inharmonique (*Inharmonic Resonator*) pour créer un effet de pseudo-stéréo ; cela enrichit l'expérience d'écoute en apportant du mouvement, de l'ambiance et des résonances. C'est pourquoi je recommande l'utilisation d'enceintes stéréo pour jouer ou se produire.

Personnellement, j'utilise un casque ouvert pour m'exercer : même un casque de qualité correcte peut surpasser la qualité sonore de systèmes d'enceintes très haut de gamme, et il se branche simplement sur le boîtier DAC. Tout effet externe doit idéalement être stéréo ; si vous utilisez une réverbération externe, un système de monitoring stéréo est vivement conseillé pour optimiser l'effet spatial global.

Quelle est la meilleure approche pour une amplification en mono ?

L'effet de pseudo-stéréo généré par le résonateur inharmonique est assez rudimentaire ; sur un canal unique, il peut parfois se transformer en un son étrange rappelant un délai d'ambiance. Si vous percevez des artefacts de délai gênants, voici quelques manipulations à essayer sur l'écran RESON :

- Si le pré réglage utilise le **mode [-2]**, réglez **xmix** sur **[0]** pour contourner totalement le résonateur.
- Si le pré réglage utilise le **mode [2]**, réglez le mode sur **[1]** pour passer le résonateur en mono.

Vous pouvez également mixer les canaux gauche et droit à l'aide d'une table de mixage externe, mais cela risque d'atténuer la brillance de certains pré réglages utilisant le mode [2] (violons, violoncelles, etc.). Mixer la gauche et la droite revient au même que de régler **xmix** sur **[0]**. Par conséquent, si vous jouez souvent en mono, la meilleure solution consiste à modifier les pré réglages que vous utilisez et à les sauvegarder.

La mise à la terre du thérémine est-elle importante ?

Une mise à la terre adéquate est absolument cruciale ! Les thérémines ont besoin d'une référence électrique solide pour établir leurs champs ; une mise à la terre insuffisante peut entraîner des champs restreints et/ou instables. De plus, les antennes du thérémine et vos mains forment des condensateurs : elles doivent être reliées électriquement d'une manière ou d'une autre pour que cette capacité mutuelle fonctionne, et la mise à la terre assure le chemin de retour.

Il existe plusieurs façons de relier un thérémine à la terre. La méthode la plus évidente consiste à connecter la pince de mise à la terre du D-Lev directement à la borne de terre d'une prise secteur. La terre du secteur doit aboutir à une véritable prise de terre au niveau du tableau électrique et ne transporte normalement aucun courant ; elle devrait donc être relativement « propre », bien que d'autres appareils branchés puissent éventuellement causer des interférences. Une voie indirecte vers cette terre secteur passe par les câbles audio reliant le thérémine à des appareils d'amplification, de mixage ou informatiques qui sont eux-mêmes branchés et reliés à la terre. Certains affirment qu'un long fil posé au sol peut suffire à la mise à la terre du thérémine, mais je n'ai pas vérifié cela moi-même. Si votre thérémine est installé sur un pied métallique, relier ce dernier à la terre peut également s'avérer utile.

Tout comme une mise à la terre peut être insuffisante, elle peut aussi être excessive. Si la connexion de la pince de mise à la terre du D-Lev à une terre fiable provoque un bourdonnement audio, cela peut être dû à la présence de plusieurs points de terre formant ce que l'on appelle une « boucle de masse », où des champs magnétiques induisent des courants dans les câbles audio. Il existe des dispositifs peu coûteux (isolateurs de boucle de masse) permettant de laisser « flotter » une extrémité du câble audio. Des mises à la terre multiples via différentes prises secteur peuvent présenter de légères différences de potentiel continu (offset DC) ; dans ce cas, l'insertion d'un condensateur d'environ 0,1 μF en série entre la pince de mise à la terre du D-Lev et la terre secteur peut aider à résoudre le problème.

Peut-on apprendre à jouer du D-Lev en une journée ?

Maîtriser un instrument de musique demande du temps et de l'investissement, même si la courbe d'apprentissage peut varier selon la facilité d'utilisation. Ma propre technique repose en grande partie sur un ensemble de procédés que beaucoup de joueurs de thérémine considéreraient comme des astuces, des tricheries ou des béquilles. Peu m'importe : je prends du plaisir, je suis un dilettante musical incurable sans grandes ambitions de virtuosité, et je n'ai absolument aucune envie de me produire en public. Mais chacun est différent !

Voici la liste de mes « tours de passe-passe » (!) :

- Le champ de hauteur tonale est linéarisé et l'antenne correspondante est une plaque ; je n'ai donc pas besoin d'adapter ma « technique » (telle qu'elle est) aux différentes zones du champ.
- Je joue avec un espacement des notes très large (un tiers d'octave entre la main ouverte et fermée), si bien que je n'ai pas vraiment de technique de doigté ; quant à mon vibrato, il consiste simplement à agiter la main comme un maquereau mort.
- J'utilise une correction de hauteur tonale assez marquée, bien que subtile à l'oreille (à mon avis).
- Je surveille l'accordeur à LED avec un œil d'aigle.
- J'utilise un champ de volume non traditionnel (plus on s'approche, plus le son est fort), ce qui me semble bien plus intuitif (à mon avis).

En combinant toutes ces astuces, honnêtement, n'importe qui pourrait jouer des mélodies simples de manière tout à fait acceptable en quelques mois, sans faire grimacer l'auditoire. Je peux jouer a cappella toute la journée tout en restant parfaitement calé sur la hauteur absolue des notes. Et grâce à ce champ de hauteur tonale souple, je n'ai pas besoin d'un siège spécial pour m'exercer tranquillement et rester juste sans devoir adopter une posture de statue figée.

Cependant, vous ne trouverez guère (voire pas du tout !) ces caractéristiques sur d'autres thérémines, anciens ou actuels ; s'y habituer — ou en devenir dépendant — risque donc de vous lier au D-Lev pour toujours, pour le meilleur et pour le pire, dans la richesse comme dans la pauvreté, etc.

Pouvez-vous recommander quelques morceaux adaptés aux débutants ?

Les morceaux lents, qui consistent principalement à parcourir une gamme majeure ou mineure (en montant et en descendant) et qui comportent peu de notes brèves ou de grands sauts de hauteur rapides, sont les plus faciles à jouer au thérémine. Même si vous n'êtes pas particulièrement croyant, les cantiques connus et les chants de Noël populaires constituent une excellente source d'inspiration : ils présentent généralement une tessiture réduite et un rythme simple — conçus pour être chantés par des non-professionnels —, ce qui les rend faciles à jouer ; de plus, vous en connaissez probablement plus que vous ne le pensez.

Essayez **The First Noel** en do majeur, en commençant sur la note mi. Un peu plus difficile, **Joy to the World** (en do majeur également, en commençant sur do) est une autre option. Jouez lentement ; par la suite, vous pourrez ajouter du vibrato sur les notes longues, ainsi que des nuances de volume pour enrichir l'expressivité.

Si les premiers morceaux que vous choisissez sont trop exigeants (trop rapides, trop complexes, etc.), cela peut s'avérer décourageant et nuire au développement d'un phrasé expressif. Quel que soit l'instrument, la vitesse s'acquiert avec une pratique suffisante ; inutile de vouloir aller trop vite — cela peut même s'avérer contre-productif et favoriser l'acquisition de mauvaises habitudes.

Remerciements

Un immense merci à Roger Hess pour s'être investi corps et âme dans ce projet passion pendant une longue période : il a assumé le rôle de testeur (alpha et bêta), piloté la conception des circuits imprimés (PCB), exploré des designs de boîtiers originaux, fabriqué les premiers prototypes, révisé ce manuel et s'est révélé être un ami et un collaborateur exceptionnel à tous égards. De nombreuses fonctionnalités du D-Lev doivent leur existence ou leur perfectionnement à sa finesse d'analyse, tant sur le plan musical que technique.

Un grand merci à Jeff La Marca pour ses suggestions constructives visant à améliorer le logiciel et ce manuel, pour la création de la page Facebook « D-Lev Groupies », pour m'avoir encouragé à proposer un premier kit, et pour sa confiance inébranlable dans le projet, concrétisée par l'achat du kit n° 0000001 ! ;-)

Un merci tout particulier à Jason Barile pour héberger le fantastique site web Theremin World (www.thereminworld.com), lieu où le D-Lev a été conçu, a vu le jour et s'est développé. De nombreuses personnes formidables et passionnantes y ont contribué à guider cette aventure.

Merci à tous ceux qui ont consacré du temps et des efforts à documenter et à partager ouvertement leurs recherches sur la technologie du thérémine et la synthèse sonore. Cette longue liste inclut notamment :

- L'excellent code d'implémentation MIDI de Vincent Dhamelincourt pour le projet Open.Theremin (module MIDI TX du D-Lev), ainsi que sa précieuse contribution aux tests bêta et ses suggestions.
- Les expériences minutieuses d'Ilya Mamontov pour caractériser la capacitance main-antenne, ainsi que ses programmes ingénieux de simulation de la réponse du thérémine.
- Les recherches inlassables et inspirantes de Vadim Lopatin sur la conception de thérémines numériques.
- Le brevet US4249447 de Norio Tomisawa, « Tone Production Method for an Electronic Musical Instrument » (oscillateurs audio du D-Lev à repliement spectral réduit).
- L'ouvrage de Hal Chamberlin, *Musical Applications for Microprocessors* (filtres du D-Lev).
- Le générateur de bruit rose de Richard F. Voss et James McCartney (source de bruit du D-Lev).
- L'article *Musical Applications Of Nested Comb Filters for Inharmonic Resonator Effects* de Jae hyun Ahn et Richard Dudas (résonateur inharmonique du D-Lev).
- L'ouvrage *DAFX — Digital Audio Effects* dirigé par Udo Zölzer (égaliseurs graves/aigus du D-Lev).
- Travaux de Chet Singer sur la modélisation physique avec le Nord Modular G2 (source d'inspiration pour les pré-régles du D-Lev).
- Articles de Jon Dattorro sur la conception d'effets (source originale du bruit blanc du D-Lev).
- Nombreux articles et ressources en ligne de Julius O. Smith.

L'équipe de développement de LibreOffice. Ce manuel a été rédigé avec Writer et de nombreuses tâches techniques cruciales ont été réalisées avec Calc ; quel chemin parcouru depuis OpenOffice !

La plupart des illustrations de ce manuel ont été créées avec l'excellent logiciel diagrams.net (anciennement draw.io). Les modèles humains proviennent du site <https://setpose.com/>.

La police hd44789-regular.ttf (issue de fontsov.com) a été utilisée pour les illustrations d'écrans LCD. La police ASL GallaudetRegular.ttf de David Rakowski a servi pour les illustrations de mains, notamment pour les caractères S, 5 et F, qui ont été légèrement retouchés dans Inkscape.

Le logo du D-Lev a été conçu par Roger Hess ; il utilise les polices Neuropol.ttf de Ray Larabie et Space Age.ttf de Justin Callaghan.

Ce projet est dédié à Fred Mundel, toujours partant pour concevoir un nouveau circuit de thérémine. Fred a inspiré tout le monde par sa passion, sa curiosité communicative et sa sincère gentillesse ; il nous a quittés bien trop tôt.