

MotionKit : Etude des usages et des publics

BrainModular
La Muse en Circuit, CNCM

TABLE DES MATIERES

1. Contexte	1
2. Présentations réalisées	2
3. Retours utilisateurs	3
3.1. Ajustements techniques.....	4
3.2. Demandes des enseignants.....	5
4. Mise en ligne et déploiement du logiciel	6
5. Axes de développement.....	8

1. CONTEXTE

MotionKit est un logiciel pédagogique qui intègre la détection de mouvement et permet l'apprentissage et à la découverte du geste musical. Conçu conjointement par la société BrainModular et La Muse en Circuit, Centre national de création musicale, MotionKit se propose d'intégrer à des outils de pédagogie la reconnaissance gestuelle en utilisant notamment de simples webcams.

Aujourd'hui MotionKit est un logiciel modulaire donnant accès immédiatement à une vingtaine « d'instruments », et chaque instrument propose de jouer avec les sons, de moduler les paramètres, de créer des séquences musicales et de piloter l'ensemble par des interfaces d'entrées multiples (joysticks, écrans tactiles, interfaces MIDI, etc.). Grâce au soutien financier de l'appel à projets Services numériques innovants, nous avons développé depuis 2019 un module de détection de mouvement qui vient compléter ces entrées pour proposer des approches artistiques et pédagogiques innovantes. A ce jour, onze instruments sont pilotables par le module de détection de mouvement que BrainModular et La Muse en Circuit ont pu développer grâce à la SNI.

2. PRESENTATIONS REALISEES

Ces deux dernières années, nous avons présenté MotionKit et la détection de mouvement à ses différents stades de développement à plus de 300 enseignants, pédagogues et professionnels. Malgré la crise sanitaire et les confinements successifs, le logiciel a pu être distribué et présenté à quelques scolaires, notamment dans l'académie d'Aix-Marseille.

Ci-dessous sont listées les présentations et formations réalisées ces dix-huit derniers mois autour du logiciel :

- Dans le cadre du Plan Académique de Formation de l'académie de Créteil (PAF), stage disciplinaire musique, du 2 au 4 décembre 2019 à la Muse en Circuit (Alfortville)
 - Enseignants en éducation musicale
- Ateliers de pratique amateurs organisés par Puce Muse, le 26 février à l'Espace Icare (Issy-les-Moulineaux)
 - Jeune public extra-scolaire
- Formation pour la Délégation Académique au Numérique Educatif (DANE), le 13 février 2020 au collège Camille Claudel (Vitrolles)
 - Enseignants en éducation musicale
- Présentation du logiciel pour l'inspecteurs d'académie - inspecteurs pédagogiques régionaux (IA-IPR) de l'académie d'Aix Marseille, le 5 mars 2020 au Lycée Vauvenargues (Aix-en-Provence)
 - Enseignants en éducation musicale en lycées, option musique
- Présentation en 1^{ère} année du Centre de Formation des Musiciens Intervenants (CFMI), le 17 septembre 2020 (Aix-en-Provence)
 - Etudiants, futurs « Dumistes »
- Formation et développement pour l'Ensemble Flashback, dans le cadre du projet de création pédagogique « l'Empreinte Digitale », de septembre 2020 à juin 2021 (Perpignan)
 - Intervenants artistiques et enseignants (technologie, anglais, éducation musicale)
- Présentation d'un poster lors des Rencontres nationales sur les recherches en musique, le 16 octobre 2020 Sorbonne Université - Campus Pierre et Marie Curie (Paris)
 - Enseignants spécialisés, chercheurs, universitaires
- Présentation en 2^{ème} année du Centre de Formation des Musiciens Intervenants (CFMI), le 10 novembre 2020 (Aix-en-Provence)
 - Etudiants, futurs « Dumistes »
- Une formation dans le cadre de la « Plateforme », initiée par le gmem-cncm-marseille, avec les étudiants du CNRR de Marseille, de l'ESADMM et de l'Ecole Supérieure d'Art d'Aix les 22 et 23 mars 2021. Ce stage a été ouvert en visioconférence pour les enseignants de l'académie.

A ces présentations s'ajoutent évidemment des échanges et partages informels avec les artistes et pédagogues proches de la Muse en Circuit et les utilisateurs du logiciel Usine Hollyhock, développé par la société Brainmodular.

Le logiciel a aussi été utilisé dans deux établissements marseillais :

- Le collège Elsa Triolet, dans le cadre d'une création partagée mise en place par le gmem-cncm-marseille et la SACEM (dispositif Les fabriques à Musique)
- Le collège Jean Moulin, pour un projet réalisé avec la compagnie Karwan et la Cité des Arts de la Rue

D'autres échanges, présentations et formations étaient prévus ces derniers mois. Avec les confinements, et vu le contexte sanitaire actuel, ces rencontres ont été « mise en suspens » ou reportées sur l'année scolaire 2021-22. Seront donc programmés dans les mois à venir :

- Un Plan Académique de Formation de l'académie d'Aix-Marseille : deux stages disciplinaires « musique » autour de l'usage des outils numériques (un à destination des enseignants en collège et un autre spécifique aux enseignants des lycées)
- Une Présentation pluridisciplinaire (primaire, collège, lycée) orienté sur le mouvement et la chorégraphie pour la Délégation Académique à l'Education Artistique et à l'Action Culturelle (DAAC) du rectorat d'Aix-Marseille
- Une installation interactive au 6mic d'Aix-en-Provence, dans le cadre des rencontres « RAFFUT! » organisées par la FEDELIMA (Fédération des Lieux de Musiques Actuelles)
- Une formation dédiée aux pédagogues et conservatoires alsaciens, en partenariat avec le pôle musical régional Cadence

3. RETOURS UTILISATEURS

MotionKit est principalement destiné à un usage dans un cadre pédagogique. De ce fait, plusieurs questions techniques ont dû être tranchées, cela afin de faciliter les usages et le déploiement du logiciel pour le plus grand nombre. Il s'agit de rendre MotionKit utile et efficace dans le cadre de l'Education Nationale, notamment lors d'une utilisation en classe entière. Les enseignants ayant testé le logiciel ont tous été particulièrement demandeurs d'une solution rapide et facile à mettre en place.

L'intérêt pour les outils pédagogiques proposés et l'enthousiasme face à la détection de mouvement est unanime. Nous avons pu constater que chaque utilisateur/testeur s'est approprié l'outil, avec une projection de ses préoccupations personnelles. La détection de mouvement appliquée à la pédagogie permet de définir de nouveaux usages pédagogiques en matière d'expressions artistiques et musicales. Elle propose également de développer des pratiques novatrices en direction de publics variés (publics empêchés, en situation de handicap, jeunes enfants). De plus, les retours des professionnels – musiciens, chorégraphes, plasticiens, scénographes – montrent un intérêt certain pour de nouvelles formes d'interactions grâce à la détection de mouvement.

3.1. Ajustements techniques

Basé sur des technologies issues du *machine learning*, MotionKit s'appuie sur la bibliothèque TensorFlow.js pour récupérer les données issues de la détection de mouvement via un navigateur internet. Ce modèle d'apprentissage de la machine permet d'estimer la pose d'un individu dans le champ de vision de la caméra. Les coordonnées correspondant aux dix-sept points d'un « squelette » informatique sont envoyées en temps-réel à MotionKit.

Les développements et évolutions de nos recherches ont pris en compte les contraintes techniques du matériel. Par exemple, les webcams sont le plus souvent insérées dans le cadre de l'écran des ordinateurs portables, ce qui réduit considérablement leur manipulation et le champ de vision efficace pour la détection de mouvement. Même lorsqu'elles sont filaires, et qu'elles peuvent plus facilement être positionnées, il est généralement impossible de régler le zoom ou la profondeur de champs de ces caméras.

À la suite des premiers tests réalisés lors des stages de formation de l'Education Nationale (PAF), et faisant suite aux remarques des enseignants, la détection de mouvement a donc été volontairement « bridée » dans la version actuelle du logiciel :

- Le nombre de point de détection du « squelette » est volontairement limité à deux (les deux mains), au lieu des dix-sept possibles (voir schéma ci-dessous).
- La détection n'est possible que pour un seul individu devant chaque caméra.
- Un menu déroulant permet à l'utilisateur de choisir si les paramètres seront contrôlés par la main droite, la main gauche, ou les deux.
- En abscisse, la détection de mouvement est séparée en deux zones variables, avec le visage comme point de symétrie. Cela permet d'éviter les « croisements » entre les mains et facilite la manipulation pour de jeunes enfants (voir schéma ci-dessous).
- L'image du navigateur est en miroir pour faciliter la manipulation des paramètres par les enfants.

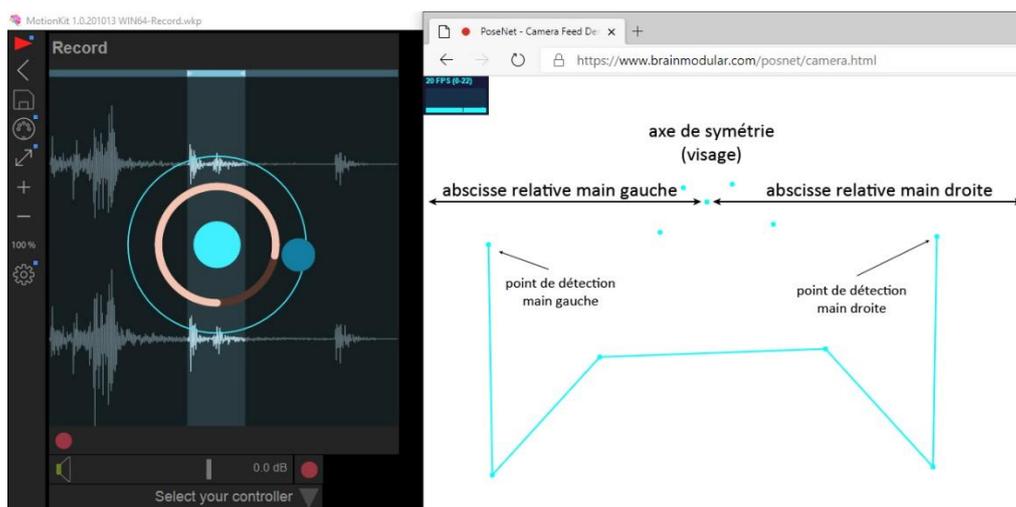


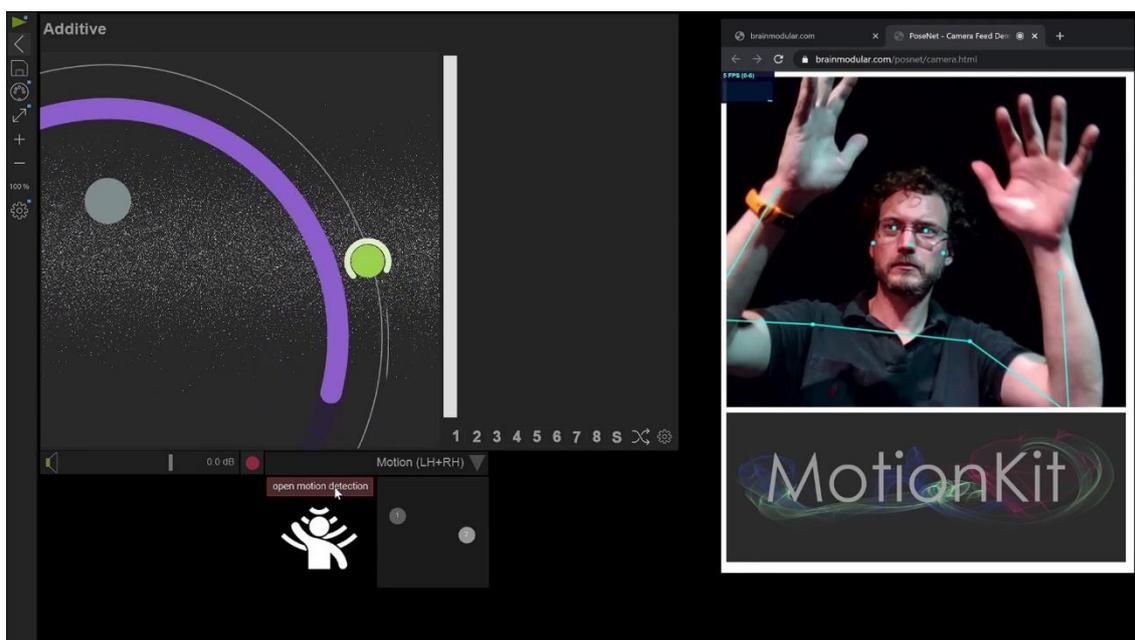
Figure 1 – MotionKit : gestion des points de détection dans l'interface web

Certaines de ces restrictions ont aussi pour but de faire tourner le logiciel sur les ordinateurs proposés par les établissements scolaires et les collectivités locales, généralement peu puissants. Ces « limitations volontaires » ont notamment permis de mettre en place les projets de créations cités ci-dessus avec les collégiens marseillais qui disposent de tablettes fournies par le département des Bouches-du-Rhône.

3.2. Demandes des enseignants

Dans le contexte sanitaire actuel (juin 2021), et à la suite des trois confinements de la population française, seuls les usages et demandes des enseignants et pédagogues ont pu être pris en compte. Deux projets avec des scolaires ont été réalisés¹, mais il nous a été impossible de réaliser des tests in situ, ni dans les centres de loisirs, ni dans les établissements spécialisés (conservatoires et écoles de musique), à l'exception des formations supérieures². L'expérience pédagogique des équipes de BrainModular et de la Muse en Circuit est évidemment très importante, mais certains usages futurs des élèves n'ont pas encore été observés. Ils seront pris en compte et feront, si nécessaire, l'objet de développements ultérieurs.

A ce jour, le logiciel a d'ailleurs été mis à jour afin de répondre aux premières demandes.



Les demandes formulées par les testeurs dépendent beaucoup des lieux et contextes d'enseignement et de pratiques professionnelles. Les enseignants de l'éducation nationale n'ont

¹ Aux collèges Elsa Triolet et Jean Moulin de Marseille.

² CFMI, CNRR de Marseille et ESADMM

pas les mêmes besoins que les musiciens enseignant dans les conservatoires. Voici les points les plus souvent évoqués :

- Proposer MotionKit sur de nouveaux systèmes d'exploitation (Android, IOS) : Si l'usage de PC sous Windows est très majoritaire dans les établissements scolaires français, certains départements et régions ont équipé les élèves de tablettes sous Android. De même, quelques conservatoires et écoles de musique sont équipés d'iPads. Malheureusement, d'un point de vue technique et financier, le portage de MotionKit semble très difficile à envisager sur ces systèmes d'exploitation.
- Mettre en place des tutoriels vidéo : 26 vidéos et tutoriels ont été mise en ligne début 2021 sur la page YouTube de BrainModular : <https://youtu.be/-rXbbMJGpzi>
- Développer des outils spécifiques pour l'apprentissage instrumental : Cette demande est récurrente chez les professeurs d'instrument en conservatoire. Il s'agirait d'utiliser la détection de mouvement pour travailler le geste instrumental, la vitesse de l'archet, la position du corps, etc.
- Intégrer la détection de plusieurs personnes en même temps et/ou gérer globalement des groupes d'élèves avec une seule caméra : Nous sommes actuellement confrontés à des problèmes de stabilité pour détecter plusieurs individus dans une même image sans générer de « faux positifs », mais la question des groupes est primordiale pour le développement de MotionKit.
- Utiliser la détection de mouvement pour gérer la spatialisation sonore en temps-réel : Cette demande de la part de musiciens électroniques et de conservatoires sera probablement intégrée dans une prochaine version du logiciel professionnel Usine Hollyhock.
- Intégration de caméras professionnelles pour un usage spécifique dans le spectacle vivant ou sous forme d'installation/muséographie (caméra IP, détection nocturne) : A envisager dans une prochaine version du logiciel professionnel Usine Hollyhock.

4. MISE EN LIGNE ET DEPLOIEMENT DU LOGICIEL

La mise en ligne de MotionKit sur le site de BrainModular³ est récente. Le logiciel a été officiellement mis en ligne le 15 octobre dernier, à l'occasion des Rencontres nationales sur les recherches en musique⁴ organisées par le Ministère de la Culture. Deux mises à jour ont été développées depuis, et seront mises en ligne au début de l'année scolaire 2021-22.

Récemment, le département des Bouches-du-Rhône a inscrit le logiciel dans son application « Pytheas », ce qui permettra aux 100 000 collégiens du département d'utiliser MotionKit dans les mois à venir. De même, le département du Val-de-Marne propose déjà à tous ses collégiens

³ <https://www.brainmodular.com/motionkit/>

⁴ <https://recenmus.sciencesconf.org/>

une ancienne version de MotionKit. Nous espérons pouvoir pérenniser ce partenariat pour proposer aux enseignants une version intégrant la détection de mouvement.

Nous avons donc encore peu de recul sur l'appropriation du logiciel par les utilisateurs. Cependant, avec plus de 4000 téléchargements sur le dernier trimestre 2020 et une stabilisation à environ 500 téléchargements mensuels depuis janvier 2021, nous sommes ravis de l'intérêt du public pour notre logiciel. De même, les téléchargements français ne représentent « que » 54 % du total, ce qui est très encourageant pour la suite, puisque nous n'avons pas encore eu l'occasion de communiquer et de promouvoir MotionKit à l'international.

Locales		Pages	Hits	Bandwidth	
France	fr	173,190	1,617,828	1773.74 GB	
United States	us	65,778	386,616	210.91 GB	
Russian Federation	ru	44,776	115,480	91.45 GB	
Germany	de	20,583	176,203	92.83 GB	
Great Britain	gb	20,024	147,946	62.96 GB	
Ukraine	ua	17,708	26,388	6.45 GB	
Canada	ca	11,126	70,677	62.39 GB	
Spain	es	7,642	70,027	171.59 GB	
Italy	it	7,556	63,978	43.17 GB	
Austria	at	6,687	27,257	23.11 GB	
Sweden	se	6,499	54,015	31.78 GB	
Netherlands	nl	6,423	36,315	17.21 GB	
Belgium	be	6,186	65,183	46.21 GB	
Switzerland	ch	4,556	52,456	49.80 GB	
India	in	4,361	21,474	21.41 GB	
Romania	ro	3,598	22,437	33.59 GB	
Australia	au	2,855	38,522	29.74 GB	
Seychelles	sc	2,847	3,660	1.26 GB	
Czech Republic	cz	2,196	18,641	9.56 GB	
Norway	no	2,114	13,920	4.37 GB	
Greece	gr	2,089	16,944	8.47 GB	
South Korea	kr	1,711	7,873	2.12 GB	
Poland	pl	1,619	19,865	8.51 GB	
Finland	fi	1,579	15,118	6.75 GB	
Belarus	by	1,499	3,106	10.44 GB	
Others		34935	279166	469.42 GB	

Figure 2 - MotionKit : répartition des téléchargements par pays, dernier trimestre 2020

Les répartitions géographiques des téléchargements sont sensiblement identiques pour le premier semestre 2021.

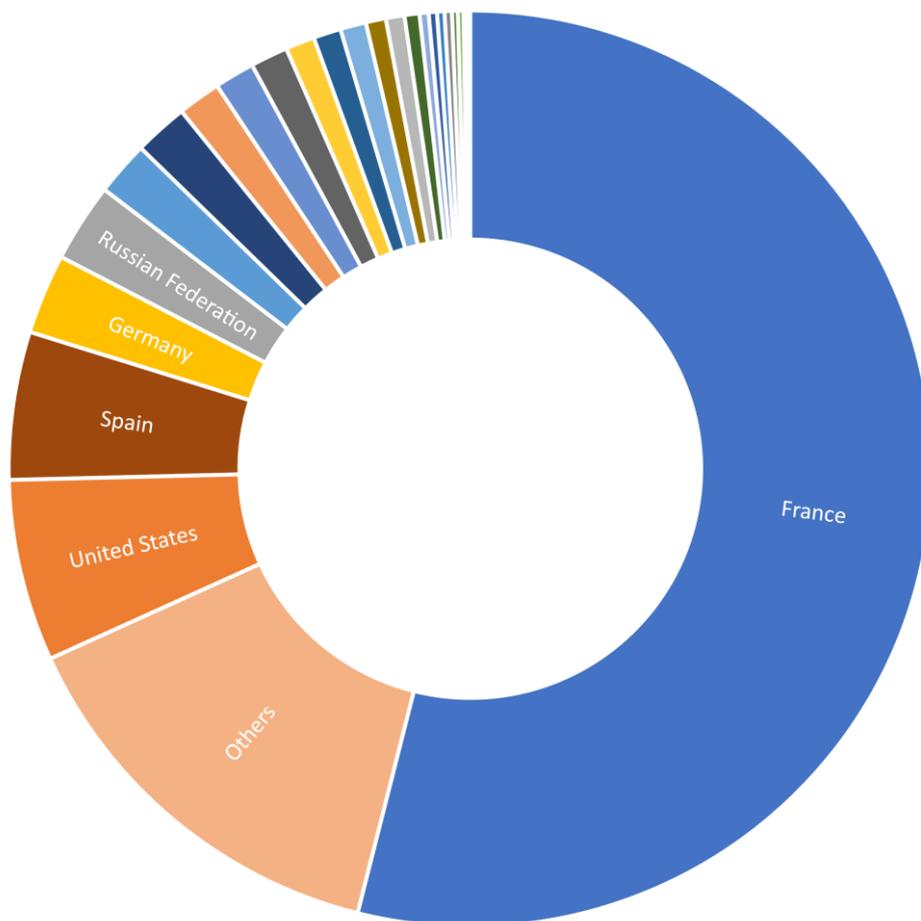


Figure 3 - MotionKit : répartition géographique des téléchargements, dernier trimestre 2020

5. AXES DE DEVELOPPEMENT

Les développements que nous envisageons répondent à deux problématiques distinctes. Pour les professionnels – musiciens pédagogues ou artistes créateurs – les modules de détection de mouvement créés dans MotionKit seront intégrés au logiciel Usine Hollyhock de BrainModular. Cet apport permettra de répondre aux besoins spécifiques de chacun, notamment via l'intégration de caméra professionnelles ou la gestion de la spatialisation sonore. Il permettrait en outre le partage des données issues de la détection de mouvement avec des logiciels tiers.

Le travail spécifique sur MotionKit tentera quant à lui de répondre aux limitations matérielles actuelles et aux demandes soulevées par les utilisateurs (voir précédemment). En restant dans un cadre pédagogique et ludique, nous souhaitons trouver des solutions dans le futur pour ajouter à MotionKit :

- Un Zoom logiciel pour gérer l'espace de détection.

- Augmenter (facilement) le nombre de points de détection du « squelette », afin de multiplier les contrôles possibles ou varier les gestes de l'utilisateur.
- Intégrer progressivement la détection de plusieurs sujets ou gérer globalement la détection d'un groupe d'individus avec une seule caméra.



Le travail des vingt-quatre derniers mois a permis d'intégrer la détection de mouvement à un outil pédagogique gratuit, librement téléchargeable et que nous espérons aussi utile que possible pour les enseignants, médiateurs, pédagogues et artistes. La situation sanitaire a eu un impact certain sur les échanges avec les utilisateurs et a impacté les possibilités de tests in situ. Cependant, l'outil que nous avons mis en place permet d'envisager sereinement de nouveaux usages artistiques et pédagogiques. L'intégration des technologies de reconnaissance gestuelle permet aujourd'hui de dépasser la simple utilisation d'objets physiques (souris, clavier, manette de jeu vidéo) pour piloter le logiciel musical directement par le mouvement. MotionKit amène une nouvelle conception du geste instrumental, de la chorégraphie, de la scénographie, de la transmission.

<http://brainmodular.com/motionkit/>

<https://alamuse.com/transmission/motionkit-recherche-appliquee/>