

## UN RÉPERTOIRE POUR UN CLAVIER DE DEUX TOUCHES

Théorie, notation et application musicale

Jean Haury

Lavoisier | « Document numérique »

2008/3 Vol. 11 | pages 127 à 148

ISSN 1279-5127

ISBN 9782746224179

Article disponible en ligne à l'adresse :

-----  
<http://www.cairn.info/revue-document-numerique-2008-3-page-127.htm>  
-----

Pour citer cet article :

-----  
Jean Haury, « Un répertoire pour un clavier de deux touches. Théorie, notation et application musicale », *Document numérique* 2008/3 (Vol. 11), p. 127-148.  
-----

Distribution électronique Cairn.info pour Lavoisier.

© Lavoisier. Tous droits réservés pour tous pays.

La reproduction ou représentation de cet article, notamment par photocopie, n'est autorisée que dans les limites des conditions générales d'utilisation du site ou, le cas échéant, des conditions générales de la licence souscrite par votre établissement. Toute autre reproduction ou représentation, en tout ou partie, sous quelque forme et de quelque manière que ce soit, est interdite sauf accord préalable et écrit de l'éditeur, en dehors des cas prévus par la législation en vigueur en France. Il est précisé que son stockage dans une base de données est également interdit.

---

# Un répertoire pour un clavier de deux touches

## Théorie, notation et application musicale

**Jean Haury**

14 ter rue de Mouzaïa

F-75019 Paris

*jhaury@noos.fr*

---

*RÉSUMÉ.* Le désir de jouer sur une ou quelques touches d'un clavier les œuvres orchestrales ou de musique de chambre dépassant les possibilités gestuelles d'un pianiste avec ses deux mains sur son clavier est à l'origine de cette théorie et de son application musicale. L'étude d'une commande à un ou plusieurs interrupteurs pilotant un fichier de données montre toutes les possibilités de déclencher, maintenir, arrêter un événement, d'en synchroniser certains, d'en faire chevaucher d'autres. Un statut définit le comportement de chaque événement pendant la manœuvre des interrupteurs. On applique ce codage aux notes d'une partition de musique pour établir une structure de liens entre les seules hauteurs des notes de l'œuvre. Une ou deux touches suffisent alors pour piloter cette structure et l'interpréter en lui donnant le rythme, le tempo, l'articulation liée ou détachée, la dynamique, l'expression enfin.

*ABSTRACT.* The desire to play on one or a few keys of a keyboard, works for orchestra or chamber music which are far beyond the gestural capabilities of a pianist with his both hands is at the origin of this theory and its application in music. The study of a two-switch device driving a data file shows all the ways to trigger, maintain, halt an event, to synchronize it with another, or to have it overlap others. A symbol defines the behavior of each event during the maneuver of the switches. This coding system is applied to notes of a musical score in order to establish structural links between their pitches exclusively. One or two keys are sufficient to drive this structure and to interpret it by giving the rhythm, the tempo, the legato or staccato, the dynamics, and finally the expression.

*MOTS-CLÉS:* touche, clavier, codage, partition, analyse musicale, marques d'expression, répertoire, musique classique, quatuor, interprétation, legato, staccato, recouvrement.

*KEYWORDS:* key, keyboard, coding, score, musical analysis key, expression marks, repertoire, classical music, quartet, performance, interpretation, quartet, legato, staccato, overlapping.

---

DOI:10.3166/DN.11.3-4.127-148 © 2008 Lavoisier, Paris

Le désir de jouer, en solo, sur une ou quelques touches d'un clavier les œuvres orchestrales ou de musique de chambre dépassant les possibilités gestuelles d'un seul pianiste avec ses deux mains sur le clavier d'un piano est à l'origine de cette théorie et de son application musicale. Accéder au répertoire musical, qu'il soit pour orchestre, pour sextuor à cordes, quatuor, trio, pour la voix accompagnée ou même pour le piano solo et interpréter les œuvres en ayant recours à quelques touches seulement d'un clavier et à la technique digitale usuelle d'un pianiste est possible. La concentration des effets dans la manipulation de deux touches au minimum permet le contrôle immédiat du jeu *legato* comme du jeu *staccato*. Les touches sensibles à la dynamique du toucher, donnent accès à toutes les nuances d'intensité désirées entre le *pianissimo* et le *fortissimo*. Ces nuances d'articulation et de dynamique, moyens incontournables de l'exécution musicale, viennent donner à la gestion rythmique des notes et du tempo leur valeur d'interprétation. Paradoxalement, la concentration de la commande gestuelle va de pair avec la multiplication des effets musicaux.

Une partie théorique décrit la commande à deux touches nécessaires mais suffisantes et le codage du mouvement et des effets de cette commande. Ensuite sont présentés l'application de cette commande au jeu musical et un répertoire d'œuvres codées prêt à l'interprétation immédiate sur cette commande.

## 1. Théorie d'une commande à plusieurs touches

### 1.1. La commande

#### 1.1.1. Commande à un commutateur

Un commutateur a deux positions, une position basse, enfoncée ↓ et une position haute, relâchée ↑. La position ↓ déclenche un événement A, la position ↑ arrête cet événement. La manipulation continue de ce commutateur fait alterner de façon obligatoire les déclenchements A↓ et les arrêts A↑ de l'événement A (figure 1).

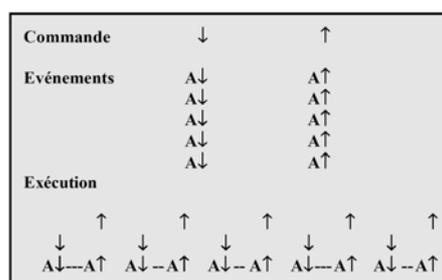


Figure 1

Pour amplifier les effets de ce commutateur, on lui donne la fonction de pointeur de données dans deux fichiers séparés. Ces deux fichiers, constitués au préalable, sont

indépendants (figure 2). Le premier contient la séquence A↓, B↓, C↓, D↓, E↓ etc. qui sont les déclenchements des événements A, B, C, D, E. Le second fichier contient la séquence A↑, B↑, C↑, D↑, E↑ qui sont les arrêts des mêmes événements. À chaque position ↓ du commutateur une ligne du premier fichier est exécutée, à chaque position ↑ du commutateur une ligne du second fichier est exécutée. Les événements apparaissent et disparaissent dans leur ordre chronologique de programmation.

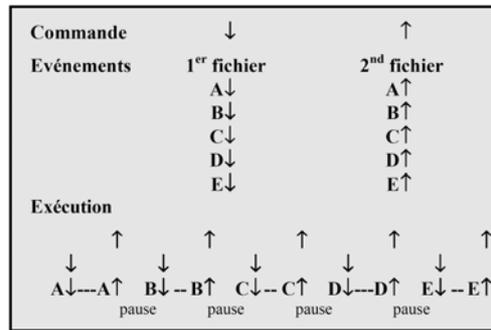


Figure 2

En manipulant le commutateur on le fait osciller entre ses deux positions ↓ et ↑. L'enchaînement des manœuvres ↓ ↑ ↓ ↑ etc. est le seul possible (figure 3). La position ↓ fait progresser d'un pas dans le premier fichier, la position ↑ d'un pas dans le second fichier. Il y a alternativement lecture et exécution des déclenchements et des arrêts dans un fichier puis dans l'autre. À cause des contraintes physiques du commutateur et de sa manœuvre ↑ ↓ qui passe par un point mort, le manipulateur déclenche successivement les événements en les séparant les uns des autres par une pause obligatoire, aussi minime soit-elle.

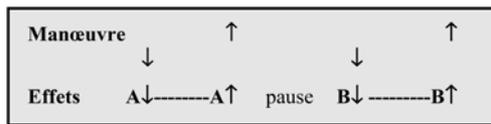


Figure 3

1.1.2. *Commande à deux commutateurs*

Avec deux commutateurs mis en parallèle, on donne la possibilité au manipulateur de faire chevaucher les événements. Un deuxième commutateur, identique au premier, agit de la même manière sur les deux fichiers. Sa position ↓ fait également progresser d'un pas dans le premier fichier, sa position ↑ fait progresser d'un pas dans le second fichier. Avec ces deux commutateurs on peut progresser de deux pas consécutifs dans un même fichier. L'enchaînement ↓ ↓ ↑ ↑ devient possible (figure 4). Le premier ↓ déclenche l'événement A, le deuxième ↓

déclenche B qui se superpose à A, le premier  $\uparrow$  (peu importe le commutateur relâché) arrête l'événement A, le deuxième  $\uparrow$  arrête B.

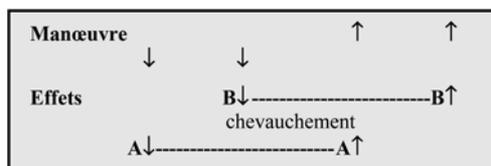


Figure 4

L'adjonction d'un second commutateur donne à la commande de nouvelles possibilités d'enchaînements de manœuvres. Le manipulateur a le choix de la manipulation. En respectant l'alternance des manœuvres, il obtient l'effet du commutateur unique, la séquence d'événements séparés les uns des autres par des pauses. En ne respectant plus l'alternance des manœuvres, il obtient un mélange de chevauchements d'événements et de pauses entre événements successifs. Le motif  $\downarrow\downarrow$  entraîne obligatoirement un chevauchement d'événements, le motif  $\uparrow\uparrow$  fait apparaître obligatoirement une pause. Il n'y a pas de priorité entre les deux commutateurs. Peu importe lequel des deux commutateurs est manipulé en premier. si deux  $\downarrow$  se suivent, deux événements sont déclenchés. De même, peu importe de quel commutateur provient le premier  $\uparrow$ , le premier événement déclenché sera arrêté. Quel que soit le motif exécuté, l'ordre d'apparition tout comme l'ordre de disparition des événements restent inchangés (figure 5). Cependant le manipulateur a le choix de séparer les événements par des pauses ou au contraire les faire chevaucher. Mais avec deux commutateurs il ne peut y avoir plus de deux événements chevauchants à la fois.

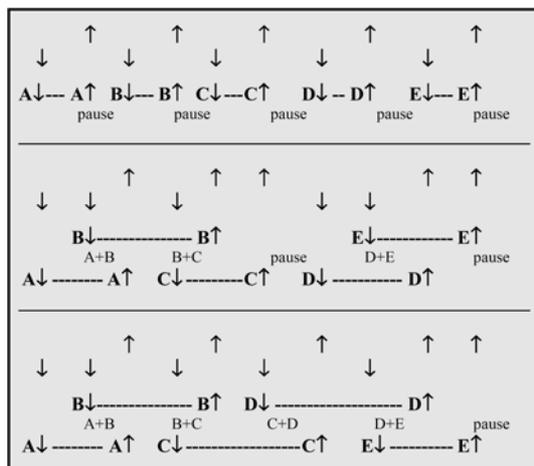


Figure 5

### 1.1.3. Commande à multiples commutateurs

En augmentant le nombre des commutateurs on accroît les possibilités de chevauchement. Avec trois commutateurs identiques, mis en parallèle, on peut superposer trois événements consécutifs seulement ; avec cinq commutateurs, cinq événements etc. Le nombre de commutateurs détermine le nombre d'événements que l'on peut superposer (figure 6).

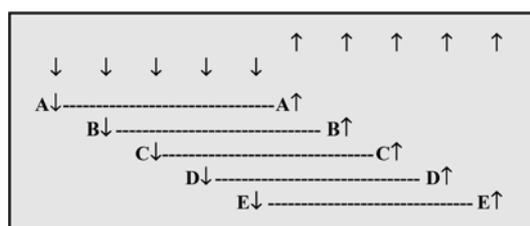


Figure 6

En manœuvrant successivement les cinq on génère la séquence ↓ ↓ ↓ ↓ ↓. Les cinq premiers événements du premier fichier A↓, B↓, C↓, D↓, E↓ sont déclenchés et se superposent les uns les autres. La manœuvre ↑ d'un quelconque des cinq commutateurs entraîne obligatoirement l'arrêt de A qui est le premier événement de la liste du second fichier. Un quelconque autre commutateur est mis en position ↑, c'est l'événement B qui disparaît. Quel que soit le nombre de commutateurs, quel que soit l'enchaînement de manœuvres ↓ et ↑ exécuté, quel que soit le nombre d'événements se chevauchant, ordre d'apparition et ordre de disparition des événements restent inchangés. Ils sont soumis à l'ordre chronologique établi dans les deux fichiers. Le chevauchement d'événements est donc le résultat d'une manipulation choisie et non l'effet d'une disposition particulière des déclenchements et arrêts des événements dans les fichiers. Un événement ne se maintient pour en chevaucher un autre que dans la mesure où le manipulateur le décide.

## 1.2. Programmation des fichiers

### 1.2.1. Simultanéité et maintien d'événements

Pour amplifier encore les effets de la commande, on programme sur certains pas des fichiers plusieurs événements (figure 7). Avec la commande à un commutateur décrite précédemment on obtient de nouveaux effets : la manœuvre ↓ du commutateur entraîne pour un pas donné le déclenchement d'événements simultanés, de même la manœuvre ↑ de ce commutateur peut entraîner pour un pas donné les arrêts synchrones de plusieurs événements. De plus, dans le deuxième fichier, on

programme les arrêts des événements selon un ordre choisi qui ne respecte plus l'ordre du fichier des déclenchements.

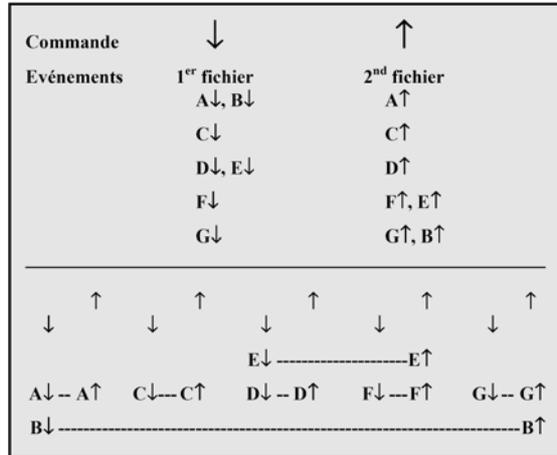


Figure 7

La manœuvre ↓ du commutateur déclenche deux événements A et B, la manœuvre ↑ fait cesser A mais n'intervient pas sur B car B↑ n'est pas programmé sur ce premier pas mais quatre pas plus loin. B se maintient et ne pourra cesser que lorsque l'on atteindra ce pas de programmation. Il faut donc exécuter les pas intermédiaires des deux fichiers, c'est-à-dire alterner huit manœuvres ↓ et ↑ du commutateur pour parvenir au pas contenant B↑. E se comporte de la même façon, il se maintient pendant trois manœuvres. Dans cette suite de manœuvres alternant ↓ et ↑ d'un seul commutateur, les événements A, C, D, F, G ne se chevauchent pas. En utilisant plusieurs commutateurs, on pourrait les faire se chevaucher. Si la manipulation est responsable de l'existence ou l'absence de ces chevauchements, les événements B et E, en revanche, se maintiennent obligatoirement par le fait de la programmation. La programmation en deux fichiers séparés permet donc d'obtenir un ordre de disparition des événements qui ne suit plus l'ordre d'apparition. Apparaissant dans l'ordre A+B, C, D+E, F, G, les événements disparaissent dans l'ordre A, C, D, F+E, G+B. On a donc apporté à la commande deux nouvelles capacités ; la capacité de déclencher ou d'arrêter des événements synchrones et la possibilité de maintenir pendant un nombre déterminé de manœuvres certains événements.

### 1.2.2. Distribution des déclenchements et des arrêts des événements

En plus de ces deux variantes de programmation, on donne maintenant la possibilité de programmer les déclenchements et les arrêts des événements indifféremment dans chaque fichier. Le premier fichier peut contenir des arrêts, le second fichier des déclenchements (figure 8).

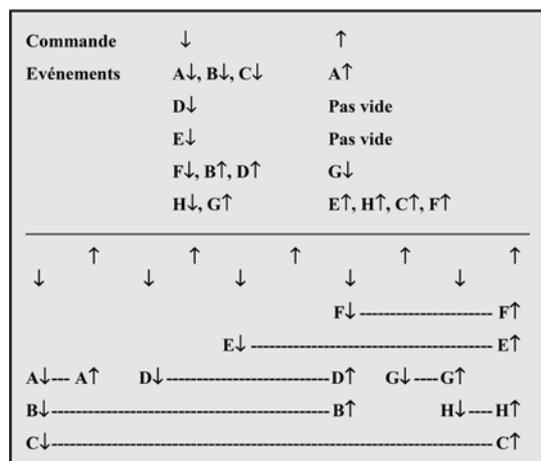


Figure 8

Une manœuvre ↓ d'un commutateur exécute simultanément déclenchements et arrêts programmés sur un même pas. De même une manœuvre ↑ entraîne l'arrêt des événements du pas en cours mais aussi les déclenchements d'événements qu'il contient. Les événements A, B, C sont déclenchés simultanément mais sont arrêtés chacun selon une modalité propre. A↓ et A↑ étant programmés au premier pas de chaque fichier, A cesse avec la première manœuvre ↑. B↓ et B↑ étant programmés sur le premier fichier, respectivement sur le premier et le quatrième pas, B, une fois déclenché, se maintient malgré trois manœuvres ↑ mais cesse avec la quatrième ↓. C↓ et C↑ étant programmés sur chacun des fichiers et sur des pas différents, le premier et le cinquième, C se maintient donc pendant toutes les manœuvres ↓ et ↑ nécessaires à la progression jusqu'au cinquième ↑. D se comporte comme B, maintenu, il cesse avec un ↓. E et F se comportent comme C, maintenus, ils cessent avec un ↑. G est commandé par des manœuvres inversées : il est déclenché lors de la position ↑ d'un commutateur et s'arrête avec la position ↓ d'un commutateur. H se comporte comme A.

### 1.2.3. Superposition par tenue programmée et par chevauchement

La tenue d'un événement pendant une suite de manœuvres est donc déterminée au préalable par la programmation. La manipulation d'un seul commutateur réalise automatiquement et obligatoirement cette tenue. L'arrêt de cette tenue intervient suivant deux modalités : selon le fichier où est programmé l'arrêt, l'événement cesse lors d'un ↓ ou lors d'un ↑ de la commande et ceci précisément. Il faut distinguer ces chevauchements par tenue obligée des chevauchements décrits précédemment qui sont sous le contrôle gestuel de l'utilisateur. En effet, l'utilisation de plusieurs commutateurs et le choix d'un motif enchaînant des ↓ et des ↑ donnent toujours au manipulateur la possibilité d'introduire une pause ou de faire chevaucher des événements.

### 1.3. Codage dans un fichier

#### 1.3.1. Un fichier pour deux pointeurs

La répartition des données dans l'un ou l'autre des deux fichiers demande au programmeur un double travail, puisqu'il lui faut créer deux fichiers indépendants et organiser les événements dans les différents pas de ces deux fichiers. L'écriture est d'autant plus complexe qu'il peut y avoir mélange des déclenchements  $\downarrow$  et des arrêts  $\uparrow$  dans chaque pas de chaque fichier selon ce que l'on veut obtenir. Les deux fichiers sont donc programmés l'un après l'autre dans l'ordre des pas. Si la séquence des événements que l'on veut manipuler devient longue et que le nombre des pas s'accroît à profusion, la programmation devient très lourde et la mise en rapport des pas et des événements délicate. Il faut numéroter chronologiquement les pas successifs dans chacun des fichiers pour un repérage et une correction éventuelle. Une économie considérable serait faite si l'on pouvait réunir toutes les informations de déclenchement et d'arrêt dans un seul fichier dont chaque pas serait numéroté. L'exemple suivant montre la possibilité d'une telle réduction (figure 9). Cinq pas successifs sont programmés dans deux fichiers séparés. Ici, les deux premières manœuvres  $\downarrow$  et  $\uparrow$  font apparaître et disparaître l'événement A. Le deuxième enfoncement fait apparaître B et C qui vont être tous deux tenus pendant un certain nombre de pas : trois pas complets pour C qui s'arrête à une position  $\uparrow$  et trois et demi pour B qui s'arrête à une position  $\downarrow$  de la commande. D, E et F se comportent, comme A, pendant les manœuvres  $\downarrow\uparrow$  mais à des pas différents. Il est à noter que les événements B et de C tenus pendant plusieurs pas ont des modes d'arrêt différents, B s'arrête avec un  $\downarrow$ , C avec un  $\uparrow$ .

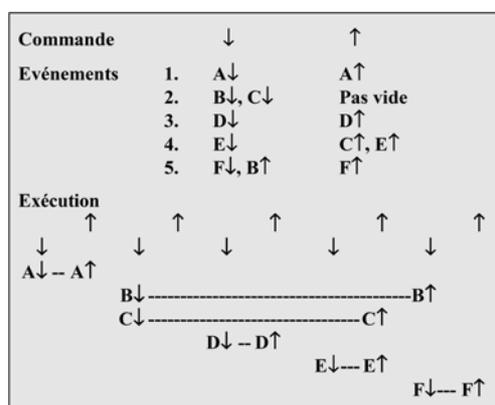


Figure 9

On constitue un unique fichier qui réunit pour chacun des 5 pas les déclenchements et arrêts de l'exemple précédent (figure 10). La commande conserve ses deux pointeurs  $\downarrow\uparrow$  : le pointeur  $\downarrow$  exécute les événements  $\downarrow$  d'un pas, le pointeur  $\uparrow$  exécute les événements  $\uparrow$  du même pas. L'exécution de cet unique fichier par les



l'écriture du fichier, on propose les symboles de statut suivants : [ $\langle$ A et  $\rangle$ A dans un même pas signifie que l'événement A débute avec l'ouverture du pas et finit avec la fermeture du même pas. Pour simplifier l'écriture, on réunit ces deux statuts en un seul statut [ ]A (figure 11.3).

	1.	2.	3.
	↓↑	↓↑	↓↑
<b>pas</b>	<b>fichier unique</b>	<b>fichier converti</b>	<b>fichier simplifié</b>
1.	A↓, A↑	[ $\langle$ A, $\rangle$ A	[ ]A
2.	B↓, C↓	[ $\langle$ B, $\langle$ C	[ $\langle$ B [ $\langle$ C
3.	D↓, D↑	[ $\langle$ D, $\rangle$ D	[ ]D
4.	E↓, C↑, E↑	[ $\langle$ E, $\rangle$ C, $\rangle$ E	[ ]E $\rangle$ C
5.	F↓, B↑, F↑	[ $\langle$ F, $\rangle$ B, $\rangle$ F	[ ]F $\rangle$ B

Figure 11

De même [ $\langle$ X et  $\rangle$ X dans un même pas signifierait que l'ouverture du pas débute l'événement X mais également le finit. Pour simplifier l'écriture, on réunira ces deux statuts en un seul [ $\langle$ X. On verra plus loin l'utilité d'un tel statut. Ces statuts identifient les événements et leur comportement dans l'enchaînement des pas.

Certains événements ne durent qu'un pas ; d'autres sont tenus pendant plusieurs pas ; enfin, la modalité d'arrêt des tenus doit être choisie :

[ ]X est lu par les pointeurs ↓ et ↑ ; X débute et finit synchrone avec la commande,

[ $\langle$ X est lu par le pointeur ↓ uniquement ; X débute avec le pas et se maintient,

[ $\rangle$ X est lu par le pointeur ↓ uniquement ; X finit avec l'ouverture du pas,

[ $\rangle$ X est lu par le pointeur ↑ uniquement ; X finit avec la fermeture du pas,

[ $\langle$ X est lu par le pointeur ↓ uniquement ; X débute et finit avec l'ouverture du pas.

En exécutant notre fichier de 5 pas dont chacune des notes a son statut bien défini, l'ambiguïté révélée précédemment quant à la modalité d'arrêt de B au 5<sup>e</sup> pas est levée. [ $\rangle$ B indique précisément l'arrêt sur ouverture du pas ; pour un éventuel arrêt sur la fermeture il faudrait modifier le statut en  $\rangle$ ] (figure 12).



commande à plusieurs interrupteurs, on peut également réaliser le jeu détaché : il suffit de manœuvrer les interrupteurs les uns après les autres sans faire chevaucher leurs cycles respectifs.

Jeu lié : le chevauchement entre la fin d'un événement et le début du suivant est le résultat d'un jeu lié choisi par le manipulateur. Ce jeu est impossible avec une commande à un interrupteur. Il faut une commande à plusieurs interrupteurs pour faire chevaucher les événements. En effet, il faut relâcher le premier interrupteur seulement après avoir abaissé le second pour faire chevaucher leurs cycles respectifs.

#### 1.3.4. *Jeu de la commande fort ou doux*

Les commutateurs ont été, jusqu'à présent, considérés dans leur fonction temporelle de déclencheur d'événement. En ajoutant à ces commutateurs la fonction de sensibilité à l'intensité du geste, on amplifie les possibilités de la commande. À chaque manipulation, chaque commutateur enregistre la rapidité avec laquelle il se meut sous le geste dans le sens ↓ comme dans le sens ↑. La vitesse captée à chaque mouvement ↓ du commutateur est assignée aux déclenchements des événements du pas en cours, la vitesse recueillie pendant le mouvement ↑ aux arrêts des événements. Ces assignations peuvent modifier la nature du déclenchement, la nature de l'arrêt ou toute autre qualité d'un événement. Dans l'application musicale de la commande les vitesses recueillies au mouvement ↓ du commutateur sont assignées aux événements codés [ ]X et [<X, présents dans chaque pas de la séquence. Cette vitesse sera traduite en intensité de l'événement ou des événements contenus dans le pas. En manipulant les commutateurs avec un jeu variant le *fort* et le *doux*, on pourra générer une séquence d'événements « expressive » alternant le *forte* et le *piano*. De même, on pourra faire un *crescendo* en augmentant progressivement l'intensité du jeu sur les commutateurs, un *decrescendo* progressif sur plusieurs pas, un accent sur un pas isolé, un *fortissimo* ou un *pianissimo*, etc. Les termes musicaux sont introduits à dessein, la commande peut contrôler des événements sonores et est destinée *in fine* à l'exécution musicale.

#### 1.4. *Abrégé*

La commande à commutateur unique ou multiple est une commande à deux états. Elle délivre pendant sa manipulation un motif choisi combinant les positions ↓ et ↑ des commutateurs. La commande est reliée à une mémoire d'événements constituée d'un fichier unique constitué d'une séquence de pas successifs lue alternativement par deux pointeurs. Chaque position ↓ de la commande avance d'un pas dans la séquence, lit et exécute le pas en cours ; chaque position ↑ agit de même à son tour sur les pas de la séquence. Pour parcourir la totalité des pas, il faut réaliser un nombre équivalent de positions ↓ et ↑, et ceci, quel que soit le nombre des commutateurs et leur ordre de manœuvre. Un événement est défini par un statut qui lie son début et sa fin à l'une des deux positions de la commande. La programmation consiste à répartir l'ensemble des déclenchements et arrêts des événements dans les

pas du fichier selon les effets que l'on veut obtenir à chaque manipulation de la commande : apparition et disparition d'un événement isolé, apparition simultanée d'événements, disparition simultanée de certains autres, maintien d'événements choisis. Le résultat obtenu dépend donc du nombre et de la nature (déclenchement, maintien, arrêt) des données que l'on a disposées dans chacun des pas du fichier ainsi que de leur ordre d'apparition et de disparition.

#### 1.4.1. *Intentions temporelles*

Une fois établi pour les effets recherchés, ce fichier forme une organisation d'événements en séquence de pas. Dans cette chronologie d'événements, seules les relations entre les bornes antérieures et postérieures des événements sont programmées et mémorisées. Le fichier est une structure organisée formant un réseau de liens entre les événements excluant toute donnée temporelle. Sans action sur les commutateurs, rien ne se passe. En manipulant les commutateurs, on apporte à l'organisation du fichier les éléments temporels qu'il ne contient pas. La cadence que l'on imprime aux commutateurs en combinant leurs positions ↓ et ↑ fait apparaître successivement et rythmiquement les événements. En imposant des intentions rythmiques au fichier, on le modèle temporellement, on l'« interprète ».

#### 1.4.2. *Tempo et rythme*

En effet, le premier élément d'interprétation laissé au contrôle de l'utilisateur est le rythme avec lequel il enchaîne les manipulations successives, le rythme avec lequel il fait apparaître et disparaître chaque événement de la séquence. Selon les choix de la programmation, ces événements vont apparaître isolés ou synchrones et disparaître seuls ou simultanément. La durée plus ou moins longue d'un événement ou d'événements synchrones est sous le contrôle de l'utilisateur. Avec le tempo qu'il veut donner à la séquence, le manipulateur enchaîne selon son rythme l'apparition des événements, leur durée et leur disparition.

#### 1.4.3. *Articulation liée ou détachée*

Le second élément d'interprétation dont dispose l'utilisateur est la possibilité de faire chevaucher les événements, possibilité autorisée par la commande à commutateurs multiples. Tous les degrés qui existent de chevauchement de deux événements ou de pause entre deux événements résultent de la manipulation « expressive » des commutateurs.

#### 1.4.4. *Intentions dynamiques*

En donnant à la commande la possibilité de capter la vitesse avec laquelle ses commutateurs se meuvent, on la rend sensible à l'intensité du geste. Chaque pas de la séquence peut être soumis à une intensité gestuelle différente. Avec ce troisième

paramètre d'interprétation le manipulateur peut réaliser des contrastes ou des évolutions d'intensité à son gré et donner à la séquence son « expression » personnelle des nuances dynamiques.

## 2. Application musicale

### 2.1. La touche mélodique

La commande ainsi décrite théoriquement se concrétise en un accès musical, permettant d'interpréter une mélodie par un procédé d'exécution nouveau. Avec cette commande et son fichier de pas on peut déclencher les rythmes, le tempo, l'articulation, les accents, selon l'exécution et l'expression que l'on veut donner à une séquence d'événements qui, pour une application musicale sont les hauteurs des notes (mi, sol, si etc.) de la mélodie. Ces hauteurs ont été programmées dans le fichier et mises en mémoire préalablement. L'exécutant commandant cet accès fait défiler l'une après l'autre les hauteurs de notes selon le rythme qu'il désire et contrôle la durée de chaque son pour l'articuler et lui donne l'intensité qu'il veut. La commande peut être une touche de clavier qui remplit les fonctions temporelles et dynamiques décrites précédemment. Une touche avec laquelle on peut déclencher et arrêter les sons en donnant à chacun son intensité propre, une touche d'un type nouveau puisque, les hauteurs étant en mémoire, elle perd sa fonction usuelle de sélection des hauteurs pour ne conserver que sa fonction expressive de gestion temporelle et dynamique des sons. Une unique touche d'un clavier, une mémoire des hauteurs et un générateur de sons, en assemblant ces trois éléments, un mode de jeu nouveau est proposé. Le dispositif donne certains avantages sur le jeu habituel : il décharge le musicien de l'apprentissage digital et de la mémorisation des œuvres pour ne lui proposer que la liberté de la réalisation expressive, de l'interprétation. Les hauteurs seules de la mélodie sont saisies, codées et mises en mémoire dans les pas du fichier informatique. Le musicien qui connaît la séquence de hauteurs qu'il a programmée joue sur cette touche le rythme avec les accents qu'il veut donner à sa mélodie comme sur un appareil Morse « sensible et musical ». Chaque enfoncement/relâchement de la touche déclenche la hauteur programmée dans une ligne, un pas du fichier. La suite mélodique codée dans la séquence de pas, sans aucun rythme ni dynamique, est alors exécutée sous le doigt du musicien avec les rythmes et les accents dynamiques qu'il donne à la touche. Deux touches mises en parallèle donnent à l'interprète les avantages décrits théoriquement précédemment, le contrôle du chevauchement ou de la pause entre les notes. Le chevauchement crée le *legato*, la pause crée le *staccato*, qui sont les deux moyens d'enchaîner et d'articuler les notes d'une phrase musicale. En développant une technique digitale nouvelle à deux doigts sur deux touches seulement, il devient possible de jouer sur des hauteurs de la mélodie avec la virtuosité la plus grande, le rythme le plus subtil, l'articulation la plus savante, les variations dynamiques les plus complexes enfin. La mélodique se plie à la volonté du musicien pour être interprétée de mille façons expressives à partir d'une commande concentrée dans deux touches.

## 2.2. La touche harmonique

Ce qui est valable pour une mélodie de notes l'est aussi pour une suite harmonique d'accords. Les enfoncements et relâchements successifs de la touche peuvent faire apparaître les uns après les autres les accords programmés dans le fichier. Un accord, c'est-à-dire un ensemble de hauteurs superposées et synchrones, est produit par un seul mouvement de touche, il y a donc multiplication des effets. Un seul mouvement de doigt sur une touche peut déclencher l'agrégat de sons réparti le plus largement possible dans la tessiture des sons. Les œuvres symphoniques ou de musique de chambre qui ont une écriture à large tessiture deviennent accessibles au clavier sans devoir être transcrites et réduites à la taille des mains. Suites mélodiques et suites harmoniques saisies dans le fichier peuvent s'interpréter à un doigt. La « touche harmonique » permet de faire progresser avec toute liberté de rythmes, d'articulations et d'accents dynamiques une suite d'accords du fichier. Mais ce jeu harmonique généré par une seule touche a un inconvénient majeur : l'uniformité expressive de la dynamique. En effet, par le mouvement de son doigt sur la touche, le musicien détermine une durée rythmique, une articulation et une intensité d'attaque qui se répercutent de façon identique sur tous les sons constituant l'accord déclenché. Toutes les hauteurs, toutes les voix de l'accord ont une expression semblable. Le paramètre qui peut, à l'évidence, différencier le plus les voix d'une suite d'accord est l'intensité relative de cette voix. Pour faire ressortir telle voix d'une suite d'accords ou au contraire en estomper telle autre, il est nécessaire de mettre au point un dispositif permettant de régler l'équilibre dynamique des sons.

### 2.2.1. Distribution en voix séparées

Pendant la programmation de la partition dans le fichier, chacune des hauteurs constituant un accord reçoit un numéro correspondant à la voix musicale à laquelle elle appartient. Dans une harmonie à quatre voix le numéro 1 sera le soprano, le n° 2 l'alto, le n° 3 le ténor et le n° 4 la basse ; de même pour un quintette à cordes, 1<sup>er</sup> violon, 2<sup>e</sup> violon, alto, 1<sup>er</sup> violoncelle et 2<sup>e</sup> violoncelle recevront respectivement les numéros 1, 2, 3, 4, et 5. Chaque événement/note est constitué de trois éléments : son statut, son numéro de partie ou de voix et la hauteur de la note. Exemple [ ] 1 69 est le la du milieu d'un clavier (la du diapason) appartenant au soprano ou au 1<sup>er</sup> violon (voix n° 1) et suivant exactement le jeu d'une touche [ ]. Les voix de l'harmonie, différenciées par un numéro, peuvent être traitées indépendamment les unes des autres.

### 2.2.2. Différenciation dynamique des voix

On intervient sur les rapports dynamiques que l'on souhaite avoir entre les voix en intégrant au fichier des données supplémentaires de balance, d'équilibre ou d'offset relatives à telle ou telle voix. L'unique dynamique d'attaque de la touche qui s'appliquait précédemment de façon uniforme à toutes les hauteurs d'un accord peut alors produire des dynamiques différentes pour chaque voix de l'harmonie. Pour

mettre en valeur ou atténuer telle voix à partir de tel pas de la séquence, on programme une valeur d'offset pour cette voix dans ce pas. L'offset s'applique à cette voix jusqu'à une prochaine valeur programmée. La mise en plans sonores des voix est constituée au préalable selon l'équilibre esthétique que l'on souhaite entre les voix, soit ponctuellement soit par phrase. Cet équilibre entre voix suit en proportion le jeu des nuances dynamiques sur les touches. Dans une nuance jouée *pianissimo* la voix mise en valeur par l'offset sonnera *piano*. Dans une nuance *mezzo forte* la même voix sonnera *forte*. Quelle que soit la nuance d'intensité globale jouée, l'équilibre relatif entre les voix est conservé.

### 2.3. La touche polyphonique

Au moyen de deux touches seulement, il est possible de diriger une musique à quatre parties homophones, c'est-à-dire simultanées, avec un contrôle parfait du rythme, du *tempo* et de ses variations *accelerando*, *rubato*, *ritardando*, etc. de l'articulation *legato* ou *staccato*, de la dynamique générale ou sélective des voix enfin. Est-il possible de diriger une musique polyphonique à quatre voix, un contrepoint à quatre parties, un canon, une fugue ? Une œuvre superposant des voix, des phrases indépendantes dont les notes diffèrent dans leur rythme et leur durée, une voix tenant des notes pendant que les autres en font plusieurs.

#### 2.3.1. Notes à tenir et à arrêter

La programmation des tenues des notes aux valeurs longues autorise la conduite de plusieurs parties musicales avec une ou deux touches. En effet, on a vu précédemment comment un événement pouvait être tenu pendant plusieurs pas et comment les modalités de son arrêt devaient être choisies et programmées. Une note devant être tenue reçoit le statut [ $\leftarrow$ , le n° de voix et la hauteur de note. Exemple [ $\leftarrow$  4 48 est une note tenue [ $\leftarrow$ , d'un violoncelle (4) et grave (do 2). Pour chaque tenue obligée, il faut, comme il a été montré précédemment, programmer son extinction au bon pas de la séquence en spécifiant la modalité de l'arrêt, à l'enfoncement ou au relâchement de la touche. [ $\rightarrow$  et ] $\rightarrow$  sont les statuts de ces arrêts. Pour arrêter la note tenue de l'exemple précédent [ $\leftarrow$  4 48, il faut programmer sur un pas en aval l'arrêt de la note. Selon le mode d'extinction du son réclamé par la partition, on écrira ] $\rightarrow$  4 48 pour un arrêt à l'enfoncement, on écrira ] $\leftarrow$  4 48 pour un arrêt au relâché de la touche.

#### 2.3.2. Notes tenues à lier

Dans une voix de la polyphonie une note tenue pendant plusieurs pas se conclut en général sur une nouvelle note qui peut également être tenue sur plusieurs pas et ainsi de suite. La première note est donc liée à la seconde. Dans la programmation l'arrêt de la première note ] $\rightarrow$  est sur le même pas que le début de la seconde note tenue [ $\leftarrow$ . Au moment de l'enfoncement de la touche un son disparaît pendant qu'un autre naît. Il y a

échange entre les sons. Le synchronisme entre fin de note et début de suivante est parfait. Cet idéal de transfert est un cas limite du jeu physique de deux touches. Il n'apparaît qu'exceptionnellement dans le jeu au clavier. Le pianiste voulant lier les sons successifs dans un bon *legato* réalise consciemment ou sans le savoir un chevauchement des sons de plus de 80 millisecondes. Il ne relève un doigt qu'après avoir abaissé l'autre. La théorie d'une commande à deux touches a établi la nécessité d'avoir plusieurs touches pour jouer une même suite de notes, soit *staccato*, en introduisant des pauses, soit *legato* en faisant chevaucher les notes. Il est donc judicieux d'imposer ce chevauchement à toute note tenue par programmation devant être liée à une note suivante. Pour ce faire on intègre en début de fichier ou à partir d'un pas donné un *legato* obligé, une valeur de chevauchement de 80 ms environ qui s'applique aux arrêts sur enfoncement de toute note tenue, c'est-à-dire ayant pour statut : [ $\triangleright$ ]. Toute note tenue s'arrêtant sur un enfoncement de touche est prolongée de 80 ms. Elle chevauche la note suivante dans un *legato* artificiel proche du *legato* pianistique.

### 2.3.3. Notes à détacher

On a introduit une valeur temporelle fixe pour simuler la finesse d'un *legato* de musicien. On va introduire une nouvelle valeur temporelle fixe pour générer un *staccato* artificiel de certaines notes. On l'a vu ci-avant que le détaché ou le *staccato* est obtenu en introduisant une pause minime entre les notes. Il faut relever une touche avant d'en abaisser une autre pour le réaliser. Dans le jeu d'une polyphonie on peut avoir à jouer une voix *legato*, tandis qu'une autre voix doit être *staccato*. Pour réaliser ces articulations inverses et simultanées, deux solutions sont envisageables : la première consiste à imposer un *legato* artificiel à la voix devant être liée en programmant une succession de notes tenues, et jouer les touches piquées pour obtenir le *staccato* de la voix à détacher. La seconde consiste à jouer *legato* sur deux touches la voix que l'on veut lier et imposer un *staccato* artificiel à la voix devant être détachée. Pour distinguer les notes devant être détachées automatiquement, on leur donne le statut [ $\triangleleft$ ] décrit précédemment. Ce statut, raccourci de [ $\triangleleft$ ], indique toute note débutant et finissant à l'ouverture du pas, à l'enfoncement de la touche. Ces notes ont une durée nulle, elles ne peuvent donc pas être entendues. Pour les percevoir détachées, *staccato*, elles doivent avoir une durée courte. On intègre en début de fichier ou à partir d'un pas donné un *staccato* obligé, une durée choisie selon l'effet à rendre (100 ms est une bonne moyenne) qui s'applique à toute note ayant pour statut [ $\triangleleft$ ]. Chacune de ces notes sont émises *staccato* alors même que le musicien joue *legato* sur les touches.

## 2.4. Exemple de codage de partition

L. van Beethoven, Sonate pour piano Op. 26, Scherzo, mesures 1-16 (figure 14).

Ce début du scherzo de la sonate Op. 26 pour piano est clairement écrit à trois voix qui seront codées voix 1 (voix supérieure) 2 (voix intermédiaire) et 4 (voix basse). Les notes dans leur grande majorité sont soulignées par une expression particulière : une

liaison *legato* à la note suivante, un point de *staccato*, une nuance *piano* (*p*), et quatre *sforzandi* (*sf*) qui ponctuent la carrure régulière de quatre mesures. Le codage de ces mesures commence à 1602. C'est le pas où débute le scherzo, le deuxième mouvement de la sonate. Son premier mouvement se parcourt donc en 1601 pas ou 1601 mouvements de touches.

## Scherzo Allegro molto

The image shows two systems of musical notation for a piano piece. The first system contains measures 1602 through 1607, and the second system contains measures 1608 through 1622. The music is in 3/4 time and B-flat major. It features a piano introduction with sforzandi and dynamic markings.

Figure 14

1602 : [] 1 68 Ofs 1 20 Ofs 2 13 Ofs 4 15 Sta all 70 Leg all 80  
 1603 : [] 1 70  
 1604 : [< 4 65 [< 2 68 [] 1 72  
 1605 : ]> 2 68 [] 1 74  
 1606 : [> 4 65 [] 4 63 [< 2 67 [< 1 75  
 1607 : [<> 4 55 ]> 2 67 [] 2 70  
 1608 : [<> 4 56 [] 2 72  
 1609 : [<> 4 53 [] 2 68 [> 1 75 [] 1 77  
 1610 : [] 4 58 [] 2 68 [] 1 74  
 1611 : [] 4 51 [] 2 67 [] 1 75  
 1612 : [] 1 73  
 1613 : [] 1 75  
 1614 : [< 4 70 [< 2 73 [] 1 77  
 1615 : ]> 2 73 [] 1 79  
 1616 : [> 4 70 [] 4 68 [< 2 72 [< 1 80  
 1617 : [<> 4 60 [> 2 72 [] 2 75  
 1618 : [<> 4 61 [] 2 77  
 1619 : [<> 4 58 [] 2 73 [> 1 80 [] 1 82  
 1620 : [] 4 63 [] 2 73 [] 1 79  
 1621 : [] 4 56 [] 2 72 [] 1 80  
 1622 : [] 1 68

1623 : [] 1 70  
 1624 : [< 4 65 [< 2 68 [] 1 72  
 1625 : [] 1 73  
 1626 : [] 1 74  
 1627 : [> 4 65 [] 4 63 [> 2 68 [] 2 67 [< 1 75  
 1628 : [] 4 65 [] 2 68  
 1629 : [] 4 67 [] 2 70  
 1630 : [] 4 56 [] 2 72 ]> 1 75  
 1631 : [] 4 53 [] 2 68 [] 1 77  
 1632 : [] 4 58 [] 2 68 [] 1 74

Le pas 1602 contient la première note à interpréter : [] 1 68, mais aussi des métadonnées relatives à la mise en plans sonores et à la qualité du *staccato*. Ofs 1 20 Ofs 2 13 Ofs 4 15 : quelle que soit l'intensité jouée les trois voix seront en un rapport soumis à leurs offsets respectifs ; Sta all 70 : toute note dont le statut est [ $\langle$ ] sera perçue *staccato* avec une durée de 70 millisecondes. De même Leg all 80 impose à toute note dont le statut est [ $\rangle$ ], (l'arrêt d'une note tenue parfaitement synchrone avec la note suivante) d'être retardée de 80 milliseconde pour réaliser un *legato* usuel d'un pianiste. Sur ce pas, [] 1 68 est la commande du la de la voix supérieure, cette note suit le cycle de la touche : elle débute à l'enfoncement et cesse au relâchement. La note du pas 1603 a le même statut. Ces deux notes seront, selon le jeu de l'interprète, liées ou détachées. Ici la liaison indiquée par Beethoven précise son intention. Le musicien devra enchaîner ces deux notes par la manœuvre  $\downarrow \downarrow \uparrow \uparrow$  pour réaliser le *legato*. Le pas 1604 : [< 4 65 [< 2 68 [] 1 72 contient trois notes ; deux notes [< sont tenues, la troisième note de la voix 1 suit un cycle de touche. La note suivante de la voix 1 est notée [] indiquant la liberté de l'enchaîner *legato* ou *staccato*. Le musicien se conformera aux indications de *legato* de Beethoven. Durant ces deux notes liées de la voix 1, les deux autres voix sont des tenues obligées attendant un code qui les fera cesser. On a choisi d'arrêter la voix 2 et la voix 4 différemment. L'écriture de Beethoven montre un *distinguo* entre les voix 2 et 4, seule la voix 4 a sa figure de liaison, de *legato*. Pour permettre de rendre cette subtilité lors de l'interprétation, on fait cesser la voix 2 au relâcher du pas 1605 avec le statut ]> 2 68, tandis que l'on impose la liaison de la voix 4 jusqu'au début du pas 1606 avec le statut : [> 4 65. Au pas 1607, le statut [ $\langle$ ] de la voix 4 lui impose un *staccato* de 70 millisecondes quel que soit le jeu de la touche. On peut suivre pas à pas et statut à statut la structure établie entre les notes selon leurs liens mélodique, harmonique et contrapunctique.

La représentation de la figure 15 élimine toutes les figures de notes pour ne laisser que les signes d'expression, c'est-à-dire l'articulation *legato* ou - et les nuances dynamiques *p* et *sf*. C'est en quelque sorte la partition gestuelle à réaliser pour celui qui, connaissant la rythmique de l'œuvre, l'interprète sur quelques touches du clavier.

## Scherzo Allegro molto



Figure 15

### 2.5. Mode de jeu et figures digitales

Jouer sur une ou quelques touches un quatuor est inaccoutumé ! Il faut apprendre un mode de jeu original, un mode de jeu ne concordant plus avec la pratique et les références habituelles qu'on a du clavier. En effet, dans la situation usuelle l'instrumentiste exprime concrètement sa pensée musicale par le canal gestuel de ses deux mains et de ses dix doigts. Sa conception musicale doit se soumettre pour s'en affranchir aux impératifs d'indépendance, de coordination, d'égalité et d'équilibre des deux mains comme des dix doigts. La pensée musicale, unique, se diffracte aux dix doigts qui prennent contact et manient les touches du clavier. Dans la situation où une seule touche pourrait suffire, la conception musicale passe par l'unique canal d'un doigt sur une touche, une touche qui contient en potentiel un clavier tout entier. La maîtrise de l'indépendance des mains, des doigts ou encore des voix doit donc s'inverser en une faculté de superposer mentalement mains, doigts ou voix pour les concentrer en un seul mouvement. Ce mode de jeu, condensé dans sa pratique digitale mais dilaté par ses effets musicaux, s'acquiert relativement facilement pour des pièces faciles aux rythmes élémentaires. Pour interpréter les partitions qui relèvent de la virtuosité, par leur rapidité ou leur lenteur, leur complexité rythmique, leur écriture polyphonique, leur ornementation, leur expression enfin, il faut travailler !

Ce mode de jeu sur une touche peut se pratiquer sur n'importe quelle touche d'un clavier numérique. En effet, dans le dispositif les touches ont perdu leur fonction de recherche de hauteur pour ne conserver que leur fonction d'expression du rythme, de la dynamique et de l'articulation. Chaque touche offre les mêmes possibilités d'expression sur la séquence des hauteurs programmées. Puisque nous avons plus d'un doigt et puisque depuis des siècles les instrumentistes ont développé et acquis sur les claviers une dextérité quasi génétique, ne faudrait-il pas jouer avec plusieurs doigts sur plusieurs touches pour bénéficier de la technique digitale ? En effet, la rapidité

d'enchaînement des doigts, l'entraînement à la répétition, la vitesse d'un trille ou des ornements, les articulations « deux en deux » des coulés, le contrôle de l'égalité dynamique ou de ses variations, l'exécution de l'accentuation ainsi que la gestion du tempo, du rythme et des variations agogiques, tous ces éléments du jeu acquis par la technique sont au service de l'interprétation. Le potentiel expressif qu'ils contiennent doit être préservé et exploité. En revanche, la recherche des touches pour la sélection des hauteurs, le franchissement d'intervalles, le passage du pouce des gammes et arpèges, le placement des doigts pour les accords, ces éléments strictement pratiques demandent un vaste travail de mémorisation qui ne met pas à l'abri du désagrément des fausses notes. Ils peuvent être écartés sans nuire à l'essence de l'interprétation. Sur le dispositif décrit le mode de jeu ne réclame que le versant expressif de l'exécution laissant aux machines le versant pratique et la mémorisation des hauteurs. La technique digitale acquise peut alors être mise au service de la seule expression. Ce mode de jeu gagne donc à utiliser la panoplie des formules digitales qui ont été expérimentées sur un clavier depuis qu'il existe. Il n'en reste pas moins que ce jeu sur quelques touches demande une adaptation et un réapprentissage digital d'une part, et une révision du concept d'exécution comme d'interprétation d'autre part. Si le geste musical se réduit à un enfoncement/maintien/relâchement d'une touche à la fois, le contrôle expressif, en revanche, se multiplie au nombre de parties de l'œuvre. Ce dispositif donne au musicien un accès direct à l'interprétation musicale comme seul le chef d'orchestre en a le privilège. En effet, l'interprète dirige plutôt qu'il ne joue, mais contrairement au chef d'orchestre il conserve par son toucher le contrôle instrumental.

## 2.6. Répertoire pour un clavier à deux touches

- J.-K.-F. Fischer, 10 Fugues pour clavier.
- J.-S. Bach, Partita n° 5, Préludes et Fugues, Contrapunctus VIII, Art de la fugue.
- C.-P.-E. Bach, Variations Les folies d'Espagne, Rondo Woq 61.
- L. van Beethoven, Quatuors Op. 18. n° 1 à 6, Op. 59. n° 1 à 3, Op. 74., Op. 95., Op. 127., Op. 133., Op. 135. Sonates pour piano Op. 26. Op. 101., Variations WoO 80., 2 Préludes Op. 39, Klavierstücke : WoO 52, WoO 53, WoO 54, WoO 55, WoO 56, WoO 60, WoO 61, WoO 61a, Fugue pour orgue WoO 31.
- F. Schubert, Sonate pour piano D.459.
- J.-B. Cramer, 42 Études pour piano, 1<sup>er</sup> et 2<sup>e</sup> cahiers.
- I. Moscheles, 24 Études pour piano opus 70.
- R. Schumann, Fantasiestücke Op. 12., Toccata Op. 7., Beethoven Etüden.
- F. Chopin, Sonate funèbre Op. 35.
- F. Liszt, Etude d'exécution transcendante n° 5.
- S. Prokofiev, Visions fugitives, 7<sup>e</sup> sonate Op. 83.
- I. Stravinsky, Les cinq doigts, Rag-Time, 8 pièces faciles.
- A. Schoenberg, Pièce brève.
- Mélodies, Lieder : Schubert, Rossini, Poulenc, Satie, Ravel, Milhaud.

### 3. Bibliographie

- Acklin J.-B., *Description de l'Unitouche ou monoclave, ses accessoires et ses diverses applications*, « Le Technologiste » Tome XVI 13<sup>e</sup> année, Paris 1852.
- Creed J., *A demonstration of the possibility of making a machine that shall write ex tempore, or other pieces of music, as fast as any master shall be able to play them upon an organ, harpsichord, etc.*, Philosophical Transactions, Londres, 1747.
- Cros C., Charpentier J., *Le mélographe répéteur*, « La Nature », 1882.
- Engramelle J., *La tonotechnie ou l'art de noter les cylindres*, Paris, 1775 (réédition Minkoff, Genève, 1971).
- Gardner R., *Music notation*, Allyn & Bacon Inc, Boston, 1969.
- Geoffroy-Dechaume A., *Le langage du clavecin*, Van de Velde, Luynes, 1986.
- Hauray J., *La grammaire de l'exécution musicale au clavier et le mouvement des touches*, « Analyse Musicale », n° 7, 1987.
- Hauray J., *Le clavier*, « Marsyas », n° 5, 1988.
- Hauray J., *Et Dieu créa le clavier*, « Marsyas », n° 17, 1991.
- Hauray J., *Le clavier, le mouvement de ses touches*, Thèse de doctorat, Université Paris VIII, Saint-Denis, mai 1993.
- Hauray J., *Musique et Notation*, « Rencontres Musicales Pluridisciplinaires », Musique en Scène 1997, Lyon.
- Hauray J., *Petite histoire illustrée de l'interface clavier*, « Les nouveaux gestes de la musique », Collection Eupalinos, 1999.
- Hauray J., *Claviers à écrire et à lire la musique*, « La Revue », Musée des arts et métiers, Juin 1999.
- Hauray J., « Synthétiseurs » au XIX<sup>e</sup> siècle, « Découverte » revue du Palais de la Découverte, n° 298 mai 2002.
- Hauray J., Développement d'un instrument d'interprétation de la musique pour personnes en situation de déficience motrice, Rapport APF, 2006.
- Jaëll M., *Le Toucher, Enseignement du piano basé sur la physiologie*, Costallat et Cie, Paris, 1894.
- Jaëll M., *Le mécanisme du Toucher, l'étude du piano par l'analyse expérimentale de la sensibilité tactile*, Paris, 1897. (Réédition, Association Marie Jaëll, Paris).
- Lussy M., *Traité de l'expression musicale*, Heugel, Paris, 1882.
- Monod E., *Mathis Lussy et le rythme musical*, Fischbacher, Paris, 1912.
- Ortmann O., *The physiological mechanics of piano technique*, Londres, 1929. Reprint Da Capo Press, New York 1981.
- Riemann H., *Musikalische Dynamik und Agogik: Lehrbuch der musikalischen Phrasierung*, Hambourg, 1884.