
Une situation adidactique pour les apprentissages pianistiques

An adidactic situation for piano learning

Adrien Bourg



Édition électronique

URL : <https://journals.openedition.org/educationdidactique/8665>

DOI : [10.4000/educationdidactique.8665](https://doi.org/10.4000/educationdidactique.8665)

ISSN : 2111-4838

Éditeur

Presses universitaires de Rennes

Édition imprimée

Date de publication : 30 juin 2021

Pagination : 47-70

ISBN : 978-2-7535-8373-3

ISSN : 1956-3485

Référence électronique

Adrien Bourg, « Une situation adidactique pour les apprentissages pianistiques », *Éducation et didactique* [En ligne], 15-2 | 2021, mis en ligne le 02 janvier 2023, consulté le 02 janvier 2023. URL : <http://journals.openedition.org/educationdidactique/8665> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/educationdidactique.8665>

UNE SITUATION ADIDACTIQUE POUR LES APPRENTISSAGES PIANISTIQUES

Adrien Bourg
Institut Catholique de Paris (EA 7403)
et IReMus (UMR 8223), Sorbonne Université
Identifiant ORCID : 0000-0002-2711-2964

La notion de situation adidactique a fait l'objet de nombreux travaux dans les didactiques des disciplines, particulièrement en didactique des mathématiques et dans celle des sciences. Cependant, elle n'a pas encore été investie en didactique de la musique. La présente contribution s'inscrit dans le champ des études comparatistes en didactique et vise à mettre à l'épreuve le fonctionnement possible de cette notion pour le domaine de l'éducation musicale. Plus précisément, nous proposons, pour les apprentissages pianistiques, une situation dont l'enjeu tient au franchissement d'un obstacle qui participe à la conceptualisation du doigté au piano. La notion de situation adidactique nous permet d'interroger certaines composantes épistémologiques et psychologiques des savoirs musicaux tout comme elle offre la possibilité d'ouvrir le champ des pratiques pédagogiques musicales à la construction de situations qui confrontent le sujet à un milieu antagoniste.

Mots-clés : situation adidactique, situation-problème, milieu antagoniste, musique, piano, doigté.

An adidactic situation for piano learning

The notion of “adidactical situation” has been the object of several researches in didactics on multiple subjects, especially in mathematics and in sciences. However, it has not been used in music didactics yet. The following article belongs to the field of comparative studies in didactics and aims to test the possible application of this very notion in the domain of music education. More precisely, we offer here a specific “adidactical situation” regarding the teaching of the piano, its goal being to overcome an obstacle that plays a key role in the conceptualization of piano fingering. While the notion of “adidactical situation” enables us to question certain epistemological and psychological aspects relating to musical knowledge, it also opens up the field of music pedagogy to the elaboration of situations which confront the subject to an “antagonistic milieu”.

Keywords: adidactic situation, problem situation, antagonistic environment, music, piano, fingering.

INTRODUCTION

Depuis son élaboration en didactique des mathématiques, la théorie des situations didactiques (Brousseau, 1971-1972, 1998) a fait l'objet de nombreux travaux, dès les années 1980, dans plusieurs didactiques disciplinaires. Dans le domaine de l'éducation musicale, ce cadre théorique n'a cependant pas encore été investi : il est absent de la recherche, alors que d'autres notions et cadres théoriques issus des didactiques disciplinaires ont déjà fait l'objet de plusieurs travaux en didactique de la musique (Bourg, 2014; Bourg et Guillot, 2015); dans le champ de la formation, il peut apparaître sous le vocable de « situation-problème¹ », mais à travers une conception très élargie de la notion, même si cette liberté d'utilisation se retrouve également dans d'autres champs disciplinaires (Fabre, 1999; Orange, 2012; Schneider et Mercier, 2005). Cette absence mérite selon nous d'être interrogée, d'autant plus que plusieurs critiques ont été émises quant aux limites de fonctionnement des situations dites adidactiques et plus particulièrement de la valence antagoniste du milieu adidactique (Amade-Escot, 2005; Amade-Escot et Venturini, 2009; Orange, 2007; Sensevy, 2011), y compris en mathématiques (par exemple, Dorier, 1996).

Nous nous référons dans ce travail à la notion de situation adidactique telle qu'elle a été formalisée en didactique des mathématiques dans le cadre de la *théorie des situations à usage didactique* (Brousseau, 1971-1972; 1986; 1997). Nous avons élaboré, à partir du paradigme de l'ingénierie didactique (Artigue, 1988; Chevillard, 1982), une situation dédiée à l'apprentissage pianistique dont l'objectif d'apprentissage tient en l'évolution des conceptions du doigté chez des pianistes débutants. L'un des enjeux de l'étude tient plus précisément en la possibilité de faire fonctionner le principe d'un *milieu antagoniste* dans le cadre d'une situation d'action².

Notre démarche doit se concevoir comme participant à l'un des axes des recherches comparatistes en didactiques, celui qui consiste à interroger le fonctionnement possible d'une notion dans une autre didactique disciplinaire que celle qui fut à l'origine de son développement. Nous circonscrivons notre travail à la première modélisation de la théorie des situations didactiques (voir Salin, 2002), malgré les nombreuses évolutions (remaniements et extensions) qui ont été apportées au sein même de cette théorie³ et dont les notions centrales ont par ailleurs été retravaillées lors

de leur intégration dans de nouveaux espaces théoriques (voir Amade-Escot et Venturini, 2009, pour une revue de questions). Cette investigation se veut donc être une contribution à une première forme de mise en questionnement, pour la didactique de la musique, de l'utilisation de la notion de situation adidactique.

Tout d'abord, nous rappelons de manière synthétique les principes de fonctionnement des situations adidactiques et les critères servant à leur élaboration. Puis, nous présentons une situation d'action pour l'apprentissage du piano. Elle a été construite sur la base de précédents travaux sur les conceptions du doigté de pianistes débutants (Bourg, 2010, 2017) que nous présentons synthétiquement. La situation est ensuite mise à l'épreuve auprès de jeunes pianistes de conservatoires.

PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT D'UNE SITUATION ADIDACTIQUE

La notion de situation adidactique renvoie dans le cadre de cette contribution à la théorie des situations didactiques (Brousseau, 1998) et plus précisément à sa première modélisation, celle « des situations à usage didactique » (voir Brousseau, 1971-1972, 1997; Salin, 2002). Cette théorie repose à la fois sur l'idée de dépassement d'un obstacle (Bachelard, 1938) et sur une hypothèse psychologique, celui d'un apprentissage par adaptation (Piaget, 1936; 1975⁴; voir Brousseau, 2012). L'élève apprend en s'adaptant à un *milieu*, ce dernier étant défini par Brousseau comme un *système antagoniste* du sujet. Il est constitué des objets matériels ou symboliques avec lesquels le sujet interagit dans une situation. Il a pour particularité de rétroagir aux actions du sujet en fournissant à ce dernier des résistances qui lui permettent d'avancer dans la connaissance.

C'est donc par la confrontation à un problème que l'élève construit ses nouvelles connaissances : « l'apprentissage est une modification de la connaissance que l'élève doit produire lui-même et que le maître doit seulement provoquer » (Brousseau, 1988, p. 14). Il ne s'agit pas pour l'enseignant de communiquer la connaissance, mais de créer les conditions de possibilités de l'apprentissage en provoquant chez l'élève les adaptations souhaitées. L'enseignant a la charge de confronter l'élève à des situations à travers lesquelles ce dernier va rencontrer un problème. Ces situations, porteuses du milieu auquel l'élève va s'adapt-

ter, sont qualifiées par Brousseau d'adidactiques : c'est l'élève qui a la responsabilité de la construction de son savoir, il agit indépendamment des attentes de l'enseignant. Si l'enseignant n'intervient pas pour communiquer le savoir, il n'intervient pas non plus pour valider la réponse de l'élève. C'est le milieu qui fournit à l'élève une rétroaction, positive ou négative, de son action. Comme le souligne Matheron « ces rétroactions ne sont pas l'expression d'intentions puisque, étant donné sa nature adidactique, le milieu en est dénué » (Matheron, 2010, p. 61)⁵. L'élève « joue » (cf. modélisation en termes de théorie des jeux) « pour gagner » contre un milieu adidactique sans que l'enseignant n'intervienne pour changer la nature des interactions que l'élève peut avoir avec ce milieu, l'enseignant « se "contente" d'agir sur les conditions de cette interaction, de manière à laisser le jeu vivre et évoluer » (Sensevy, 1998, p. 83).

C'est par ce que les connaissances initiales de l'élève font obstacle au savoir nécessaire pour résoudre le problème, que l'élève se trouve dans la nécessité de s'adapter, de trouver une réponse. Cette réponse correspond au savoir visé par l'enseignant. Aussi, selon Brousseau, « un milieu sans intentions didactiques est manifestement insuffisant à induire chez l'élève toutes les connaissances culturelles que l'on souhaite qu'il acquière » (Brousseau, 1986, p. 49). C'est donc l'enseignant qui est chargé de provoquer chez l'élève les adaptations souhaitées par un choix judicieux des situations qu'il lui propose. Selon ce premier point de vue de la théorie des situations, la situation est « l'environnement de l'élève mis en œuvre et manipulé par l'enseignant ou l'éducateur qui la considère comme un outil » (Brousseau, 1997, p. 2). Dans le cadre du développement d'une ingénierie didactique (Artigue, 1988) il faut ainsi prévoir un milieu qui soit facteur de déséquilibres, qui puisse rétroagir sur l'élève. Il s'agit de trouver des problèmes qui permettent aux sujets, à travers différentes situations, de construire de nouvelles connaissances tout en assurant le « maximum d'autonomie à l'élève » (Brousseau, 2004, p. 219).

La situation adidactique répond à des caractéristiques spécifiques que précisent Brousseau (par exemple, Brousseau 1986a, 2004), mais aussi Douady (1980, 1984, 1986, 1994)⁶ lorsqu'elle indique les conditions pour que les problèmes puissent servir de déclencheur à la construction de nouvelles connaissances. Nous nous appuyons sur la synthèse reformulée par Arsac, Germain et Mante (1991, p. 99-100) :

a) L'élève doit pouvoir s'engager dans la résolution du problème. L'élève peut envisager ce qu'est une réponse possible du problème.

b) Les connaissances de l'élève sont en principe insuffisantes pour qu'il résolve immédiatement le problème.

c) La situation problème doit permettre à l'élève de décider si une solution trouvée est convenable ou pas.

d) La connaissance que l'on désire voir acquérir par l'élève doit être l'outil le plus adapté pour la résolution du problème au niveau de l'élève.

Dans la théorie des « jeux de cadres » (Douady, 1986), Douady émet une dernière condition : *Le problème peut se formuler dans plusieurs cadres entre lesquels on peut établir des correspondances (par exemple cadre physique, cadre géométrique, cadre graphique)*. Pour un objet mathématique, elle propose ainsi d'élaborer des problèmes mettant en jeu des changements de cadre (envisagés dans leurs rapports dialectiques). Par exemple, pour des problèmes de proportionnalité, faire intervenir des connaissances relevant des cadres géométriques avec mesure, numérique ou graphique (voire algébrique).

À l'exception de cette dernière condition qui est plus spécifique aux savoirs mathématiques, les quatre autres critères mentionnés serviront de critère à l'étude et à la construction d'une situation adidactique pour le domaine de la musique.

UNE SITUATION ADIDACTIQUE POUR LES APPRENTISSAGES PIANISTIQUES

Dans cette seconde partie, nous présentons une situation adidactique dont l'enjeu concerne l'évolution des conceptions du doigté chez les pianistes débutants. Nous la testons auprès de jeunes élèves issus de conservatoires. Avant de présenter la situation, puis de procéder à une description des productions pianistiques, nous présentons les conceptions relatives aux doigtés pianistiques qui constituent l'enjeu de l'apprentissage.

Conceptions du doigté de jeunes pianistes

Les doigtés réfèrent en premier lieu aux doigts que l'on actionne sur les touches du clavier afin d'exécuter une pièce musicale (au piano, les doigts sont chif-

frés de 1 à 5 en partant du pouce jusqu'à l'auriculaire, pour les deux mains). Mais au piano, contrairement à la plupart des autres instruments où une note correspond souvent à un doigté quasiment unique, il existe une variété de choix possibles du doigté. Le nombre de combinaisons de doigtés possibles varie en fonction des tâches et dépend de plusieurs paramètres qui ont fait l'objet de formalisations (ainsi que de modélisations) du côté des pratiques expertes (Bourg, 2006; Parncutt *et al.*, 1997; Robine, 2009; Sloboda *et al.*, 1998). Ces recherches qui analysent le processus même de l'action de doigter ont pu montrer qu'il existe des constantes dans les doigtés utilisés par les pianistes qui sont déterminées par une série de contraintes anatomiques et motrices, mais aussi par un ensemble de choix plus individuels (notamment d'ordre esthétique), le tout reposant sur l'héritage d'usages techniques et d'interprétations.

Sur le plan pédagogique, même si une attention particulière peut être portée sur les doigtés à certains moments de l'apprentissage, ils ne font que très rarement l'objet d'un enseignement explicite. Qu'ils soient prescrits, ignorés, discutés à partir d'une recherche commune entre l'enseignant et l'élève, ou encore construits plus ou moins implicitement à travers le travail de quelques figures prototypiques (comme les gammes), les doigtés participent de ces savoirs d'action qui sont par nature difficilement explicites, communicables. C'est donc avant tout dans la rencontre avec les différentes œuvres du répertoire que le pianiste développe sa propre pratique du doigté. Aussi, dès les débuts de l'apprentissage, l'élève, en prise avec sa pratique, construit et développe des conceptions relatives aux doigtés en fonction des œuvres qu'il rencontre. Ces conceptions découlent en partie de certains choix pédagogiques du professeur que l'on peut observer notamment à travers les « méthodes de piano » qu'il utilise (Bourg, 2010).

Notre étude s'inscrit dans le cadre d'un répertoire écrit, utilisant pour support la partition. Cette dernière peut être doigtée, non doigtée ou encore partiellement doigtée. En fonction de ces variantes, pour déchiffrer une partition, le jeune pianiste peut s'y prendre de plusieurs manières, utiliser différentes procédures. Lorsque la partition est doigtée, il est coutume que les enseignants renvoient de manière explicite les débutants à la procédure canonique consistant à lire la note, puis le doigté et à reporter l'ensemble sur le clavier. Mais les élèves

optent souvent pour d'autres procédures. À partir d'un positionnement de la main sur le clavier (on parle dans ce cas de position⁷), les élèves peuvent par exemple uniquement se focaliser sur les doigtés inscrits au-dessus des notes (le doigté renvoie ici à des numéros de doigts) en évacuant la lecture des notes. Cette procédure peut s'avérer efficace, mais est circonscrite à certaines conditions (domaine de validité) : la partition doit être systématiquement doigtée, la position de la première note connue (dans le cas d'une configuration de notes conjointes), et il ne doit pas y avoir de changement de position. Une autre procédure qui fonctionne également chez les débutants qui ne connaissent qu'une position renvoie à une association directe du signe graphique de la note (sans qu'il y ait décodage du nom de la note) à une touche du clavier (ou encore à une note qui renvoie à une touche du clavier) ou à un doigté puis à une touche du clavier. Les combinaisons sont multiples et les procédures des sujets peuvent varier au cours de l'exécution d'une même tâche (Bourg, 2017). À un autre niveau, il est nécessaire pour les sujets d'appréhender un ensemble de notes comme pouvant appartenir à une position. Nous nommons cet élément de procédure « doigt-position ». Il implique, lors d'un déchiffrement, un empan de lecture suffisamment large permettant le regroupement des notes et d'y associer une configuration de doigtés. Dans ce cadre, l'exécution d'un morceau repose sur l'idée de l'enchaînement de plusieurs positions (Fétis, 1840).

La procédure qui consiste à ne lire que les doigtés et évacuer la lecture des notes (« doigté écrit – [nom de la note] – clavier », dans la position de *do*) peut constituer une stratégie efficace d'exécution (jugée donc plus économique par le sujet) parmi un ensemble de procédures que le sujet maîtriserait. Elle peut révéler aussi une conception particulière que nous nommons « doigt = note » : le sujet associe directement le doigté à une note, voir directement à un endroit du clavier (parfois sans être capable de connaître la note qu'il joue : l'association des touches du clavier aux noms des notes n'étant pas acquise) ou associe le signe graphique de la note à un unique doigté.

La conception « doigt = note » ne réfère pas seulement à une procédure, mais à un ensemble d'autres éléments (voir le tableau 1) :

- des représentations de la notion d’empreinte (le sujet peut envisager des extensions et resserrements des doigts de la main) ;
- des représentations de la structuration d’un morceau comme faisant intervenir des changements de position ;
- des techniques (et leurs représentations) de mise en œuvre.

En plus de ces aspects, le tableau (tableau 1) présente dans la colonne de droite les capacités des sujets à faire la correspondance entre plusieurs aspects impliqués dans le déchiffrage pianistique : à partir du nom d’une note, désigner son endroit sur le clavier ; à partir d’une touche du clavier désignée, dire le nom de la note ; à partir du signe graphique de la note, désigner son endroit sur le clavier ; à partir du signe graphique de la note, nommer la note (clé de *sol*, clé de *fa* et lecture verticale)⁸.

Trois conceptions ont été distinguées chez les pianistes débutants (nommées C1, C2, C3 ; elles correspondent à une évolution des conceptions). Pour aider à la lecture du tableau, nous décrivons les caractéristiques de la conception C1 :

- dans cette conception, le doigté est traité comme un codage : chaque doigt de la main est associé à une seule et même note dans le cadre de la position unique de *do* (pour la main droite : *do* = 1 ; *ré* = 2 ; *mi* = 3 ; *fa* = 4 ; *sol* = 5) ;
- procédures : doigt(é) – clavier ; signe graphique de la note – doigt(é) – clavier. Le décodage de la note n’est pas ici obligatoire. Pour une partition non doigtée, si le décodage de la note participe à la procédure, c’est toujours dans le cadre d’une association, non plus directement du signe graphique de la note à un doigt(é), mais de la note à un doigt(é) (signe graphique – note – doigté). Lorsque le doigté figure sur la partition, il renvoie directement à l’action des doigts sur le clavier à partir de la seule position connue de l’enfant (la position de *do*), mais peut renvoyer aussi à une note qui sera jouée ensuite sur le clavier (doigté – nom de la note – clavier) ;
- représentation restreinte de la notion d’empreinte : absence d’utilisation d’extensions ou de resserrements des doigts ;
- un morceau est constitué d’une unique position, la position de *do* ;
- technique : absence de techniques spécifiques liées à un changement de position (règle d’action : « prochain doigt, prochaine note »).

Dans certains cas, utilisation privilégiée d’une règle d’action de type « +1 » (lorsque le sujet se retrouve avec le 5^e doigt à la main droite et qu’il doit continuer la progression ascendante de la mélodie, il recourt à des combinaisons de doigtés qui renvoient à des techniques particulières : 454 chevauchement, 455 « glissement », plus rarement des substitutions, dont la note n’est pas forcément liée, mais répétée : 5 se substituant à 4, puis 5) ;

– enfin, on notera que ces sujets ne maîtrisent aucune des correspondances entre le signe graphique de la note, les notes et les touches du clavier.

Il faut souligner que la recherche n’a pas été menée d’un point de vue longitudinal. Le statut de la C2 (le sujet peut concevoir qu’une note puisse se jouer à partir de quelques positions) reste donc à préciser dans son caractère obligatoire ou non dans le passage d’une conception C1 à une conception C3 (le sujet analyse un morceau en termes de changements de position dans le cadre d’une représentation élargie de la notion d’empreinte et d’un ensemble de techniques qu’il a à disposition). Nous laissons également la possibilité d’entrevoir d’autres configurations des éléments possibles, un sujet pourrait avoir par exemple atteint la C3 sans connaître la technique de passage de pouce.

Construction de la situation adidactique et protocole expérimental

Le but de la situation adidactique tient au franchissement de l’obstacle que constitue la conception C1 : « doigt = note ». Il s’agit d’amener le sujet à l’amorce d’un changement de conception de la C1 vers la C3. Si nous parlons « d’amorce » de changement de conception, c’est dans le sens où d’une part nous ne jouons que sur deux éléments de la conception visée (les procédures et la notion d’empreinte) alors que la conception C3 se caractérise aussi par des changements de positions complets faisant intervenir le passage de pouce ; et d’autre part parce que nous nous arrêtons dans le dispositif à la construction d’une *situation d’action* pour reprendre la terminologie utilisée en théorie des situations didactiques (Brousseau, 1996), sans prolonger l’expérience vers d’autres types de situations (voir la partie « discussion »).

Tableau 1. Recension des tâches utilisées dans la recherche psycholinguistique pour mesurer les habiletés métasyntactiques et des activités grammaticales réalisées en salle de classe

Références : Besse et al., 1999; Simard et al., 2017; Lesaux et Siegel, 2003; Bulea Bronckart et al., 2017; Quevillon-Lacasse et al., 2018)

	procédure	position/morceau	empreinte	technique	test de correspondance
C1 doigt = note	doigt(é)-clavier (doigt-nom de la note-clavier); signe graphique-doigt(é)-clavier (signe graphique-nom de la note-doigté)	position connue : position de <i>do</i> – un morceau est constitué d'une unique position	restreinte (pas d'extensions ou de resserrements)	pas de techniques spécifiques; utilisation d'une règle d'action « +1 », par chevauchement ou glissement	non maîtrisé
C2 signe = deux doigts	doigt(é)-doigt/position-clavier; signe graphique-contour mélodique-clavier	positions connues : positions de <i>do</i> , de <i>sol</i> , voire de <i>fa</i> – un morceau est constitué d'une unique position (à choisir, à partir de deux connues); – un morceau est constitué de plusieurs positions (deux positions, voire trois)	restreinte (connaissance possible d'une technique d'écartement, mais incapacité à la mobiliser)	déplacement latéral	deux premiers maîtrisés : nom de note/clavier; clavier/nom de note
C3 note = plusieurs doigts	maîtrise d'un ensemble de procédures passage systématique par « doigté/position », lorsque le contexte l'impose par « nom de la note »	un morceau est constitué de l'enchaînement de plusieurs positions (changements complets et demi-changements)	élargie (resserrements et extensions)	passage du pouce (en plus du déplacement latéral ou de l'utilisation de doigts de substitution)	maîtrisée (lecture de notes fluide)

Figure 1. Situation adidactique présentant une extension entre les 1^{er} et 2^e doigts

Présentation de la tâche et analyse a priori

L'exécution de la tâche implique l'acquisition d'une représentation élargie de la notion d'empreinte avec l'utilisation d'une extension entre les doigts

(figure 1)⁹. Cette extension se situe sur le premier temps de la troisième mesure entre les notes *do* et *mi* (jouées avec les 1^{er} et 2^e doigts). La partition est systématiquement doigtée et peut être lue en position de *do*.

Lors de la production de cette tâche, les sujets (de conception C1) devraient prendre en compte uniquement les doigtés et donc jouer d'autres notes à la main droite que celles écrites. Cela les amènera à un frottement harmonique (engendré par l'exécution des deux mains) pouvant être considéré dans le contexte tonal et harmonique de la pièce comme dissonant : ce moment intervient au deuxième temps de la troisième mesure entre le *ré* de la main gauche et l'exécution avec le 3^e doigt de la main droite de la note *mi* (au lieu de la note *fa* indiquée). Cette dissonance joue un rôle déclencheur pour le sujet dans l'analyse du problème et la recherche d'une solution. Le son (comme feedback auditif de la partition exécutée) agit comme milieu et comme principe de validation de la connaissance engagée par l'élève. La dissonance devrait obliger l'élève à ajuster sa procédure en opérant tout d'abord à une vérification de certains éléments, comme l'emplacement de ses doigts au clavier (correspondance doigts-position, clavier). Puis, elle devrait l'amener vers une autre procédure pouvant passer par la lecture du signe graphique de la note, sa dénomination éventuelle, et par l'association signe ou nom de note – doigté – clavier. Le sujet peut alors modifier sa procédure pour la rendre valide et construire une conception plus élargie de la notion d'empreinte (incluant des extensions possibles entre les doigts) et s'engager dans le franchissement de l'obstacle que constitue la conception « doigt = note ».

De manière générale les notes et les doigtés que mettent les sujets (ainsi que les temps d'exécution ou d'hésitation) constituent des indicateurs des procédures utilisées. Ainsi, la deuxième note de la troisième mesure peut se voir exécuter de plusieurs façons : a) soit *mi* avec un 2^e doigt : lecture de la note (ou du signe graphique) et du doigté (on peut s'attendre ici à une hésitation des sujets, car ils se retrouvent dans une situation non usuelle liée à l'écartement des doigts sur le clavier) ; b) soit *mi* avec un 3^e doigt : lecture unique des notes ; c) soit *ré* avec 2^e doigt : lecture unique des doigtés. Concernant les deux prochains temps (mesure 3, deuxième temps, mesure 4, premier temps) : le cas « a » peut progresser selon la même procédure (ou opérer à la règle d'action « prochaine note, prochain doigt »), le cas « b » se retrouve sans autres doigts pour jouer le *la*, il devra mobiliser d'autres techniques (chevauchement, déplacement latéral de la main ; s'il reprend en début de mesure, il peut utiliser une technique d'extension ou de passage de pouce) ou une autre procé-

sure (en lisant également les notes) ; le cas « c » se retrouve face à plusieurs dissonances et doit trouver alors une autre procédure qui engage une autre technique et qui touche à la représentation de la notion d'empreinte. La dernière note du fragment, le *do* de la main droite, si elle ne correspond pas une réalisation académique d'une cadence (nous créons un mouvement d'octave direct entre les deux voix) participe d'un choix expérimental. En effet, cette réalisation constitue un indicateur important sur les procédures engagées (et représentations) du fait que son exécution technique est moins commune. Elle engage un passage de doigts et l'utilisation du 2^e doigt sur le *do* (alors que nos sujets sont habitués à jouer le *do* avec le premier doigt). On notera que si le sujet effectue un *mi* avec le 2^e doigt (dans l'hypothèse où il arrive bien avec un *ré* 1^{er} doigt sur la précédente note), cela ne crée pas de dissonance avec la main gauche. Cet extrait permet de voir, à travers la mise en œuvre d'une autre technique, si l'élève a su mobiliser et généraliser les nouvelles procédures qu'il a mises en œuvre lors du passage précédent dans un contexte où il n'y a pas rétroaction du milieu.

Observons la validité de cette situation au regard des critères des situations adidactiques :

- la tâche est conçue pour être adaptée au niveau de l'élève. Les procédures anciennes attachées à la C1 peuvent fonctionner dans un premier temps sur les deux premières mesures, c'est à partir de la troisième mesure que le sujet est confronté à la non-validité de ses procédures. Nous avons fait le choix également de travailler sur l'empreinte plutôt que sur un changement complet de position, ce qui évacue l'utilisation de techniques trop complexes pour l'élève ;
- les connaissances de l'élève (C1) sont ici insuffisantes pour qu'il résolve le problème, il doit construire une procédure adéquate qui implique un changement de conception ;
- c'est le « milieu-son » (dissonance/consonance¹⁰ harmonique) qui renvoie à l'élève la justesse de sa réponse, non l'enseignant ;
- la situation est construite de telle façon qu'il n'existe pas d'autres alternatives à l'élève pour exécuter la tâche que de construire les connaissances souhaitées par l'expérimentateur. C'est avant tout la conception qui est visée, et non indépendamment la procédure, la représentation de la notion de position ou la technique (même si ces éléments pris séparément peuvent également constituer des enjeux

d'apprentissage). Notons qu'on peut aussi arriver à déstabiliser la conception sans utiliser la procédure canonique (lecture de la note + lecture du doigté). En effet, en ne lisant que les notes, on peut arriver à une conception relative en faisant une lecture de la tâche en termes de deux positions (position de *do* : pour *do, ré, mi, fa, sol* ; position de *ré* pour *ré, mi fa, sol, la*). Il y aurait une évolution, de la conception C1 à la conception intermédiaire C2.

Sujets, passation, protocole

Nous analysons les productions de 8 sujets. Ce sont des élèves issus de conservatoires de région parisienne (âgés de 8 ; 9 ans en moyenne) qui ont au moment du prélèvement des données entre 6 mois et 11 mois de piano. Ils se caractérisent tous par la conception C1 (« doigt = note »). Ils ont été sélectionnés parmi une population plus large (n = 21) qui comportait des élèves se situant dans un autre niveau de la conception (C2 ou C3). On soulignera que la situation adidactique a été intégrée à un ensemble d'autres tâches dont l'enjeu consistait à préciser la caractérisation des conceptions du doigté chez les jeunes pianistes (pour les modalités d'épreuve, voir Bourg, 2017).

Les épreuves se sont déroulées individuellement, pendant l'heure de cours des élèves, dans leur salle habituelle. Nous demandons à l'élève de jouer la partition sans que nous portions particulièrement son attention sur les doigtés. L'enseignant est en retrait du dispositif, bien qu'il soit présent dans la salle. En cas de difficulté trop grande (qui pourrait amener le sujet à abandonner la tâche) nous avons envisagé plusieurs aides différentes. Nous proposons tout d'abord une aide sonore (nous exécutons un modèle sonore de la partition, le sujet ne voit pas les mains de l'expérimentateur), puis s'il n'y a pas d'avancées, nous incitons le sujet à décrire les difficultés qu'il rencontre (« J'ai vu que quelque chose t'avait gêné », « Comment tu fais ? », « Tu as hésité, qu'est-ce qui s'est passé ? »). Si le sujet n'arrive pas à surmonter l'obstacle, à la suite de ces premières aides, nous effectuons une relance verbale plus spécifique, orientée sur certaines caractéristiques déterminantes de la tâche (en ciblant un intervalle, le choix d'un doigté...). Ces aides sont plus ou moins directives au niveau du processus de résolution. Elles doivent être considérées, dans le cadre de notre étude, comme un moyen de préciser certaines interprétations relatives aux conduites de

résolution du problème par les élèves. L'enjeu de leur étude reste, dans la perspective de cette contribution, secondaire. On notera cependant que le recours éventuel à ces aides réduit bien entendu le degré d'adidacticité de la situation proposée.

Analyse des productions

Six sujets sur les huit ont réussi à accomplir la tâche : deux ont réussi tout seuls, sans aucune aide, quatre autres ont eu recours à une ou plusieurs aides de la part de l'expérimentateur. Les deux derniers sujets, malgré les différentes aides apportées, n'ont pas pu réaliser la tâche. Nous avons reporté ci-dessous la tâche prescrite (figure 1'), au regard des productions de deux sujets (figures 2 ; 3 et 4). Elles nous serviront d'appui à l'analyse de l'ensemble des productions dont nous présentons l'analyse par groupe de mesures.

L'exécution des deux premières mesures

Si les deux premières mesures posent quelques difficultés aux sujets, ils arrivent cependant à exécuter la tâche. Celle-ci permet de faire fonctionner en effet leurs anciennes connaissances. Parmi les erreurs, le sujet 2 (cf. figure 3) joue toute la main gauche une note au-dessus (comme il nous le confiera, il a décalé sa main, croyant être en position de *do*). Il répète d'ailleurs trois fois le premier accord, surpris par la dissonance, avant de poursuivre. Même si la suite de son exécution lui permettra de faire sonner quelques accords consonants (intervalles de sixte, tierce et octave), la note d'arrivée l'incitera à revoir le morceau cette fois-ci sur la position de *do* (figure 4). De manière générale on constate dans les productions, à l'image du sujet 1 (cf. figure 2), que les points de rencontre entre les deux mains font l'objet de répétitions, comme pour assurer l'assise de l'exécution simultanée des deux mains.

L'exécution de la troisième mesure

Exécution de la main droite

Pour exécuter la troisième mesure, les sujets s'y prennent à plusieurs reprises. Tous exécutent cet extrait en suivant les doigtés, dans la position de *do* : ils jouent *do1-ré2-mi3* (au lieu de *do1- mi2- fa3*).

Figure 1'. Tâche prescrite

Figure 1' shows a prescribed task in 2/4 time. The treble clef has a melody with fingerings 1-2-3-4, 5-4-3-2, 1-2-3-4, 5-4-3-2, 3, 1, 2. The bass clef has accompaniment with fingerings 5, 1, 5, 4-3-2, 4, 1, 5.

Figure 2. Production du sujet 1 (les doigtés non marqués correspondent aux doigtés de la position de do)

Figure 2 shows the production of subject 1, divided into three sections: 'Mesures 1 et 2', 'Mesures 1 et 2', and 'Mesure 3'. The second section includes fingerings 2/3, 2/3, 2, 3, 4. The third section includes fingerings 5, 4, 3, 2, 2, 1, 2 and 4, 5, 1.

Figure 3. Première production du sujet 2 (les doigtés non marqués correspondent aux doigtés de la position de do)

Figure 3 shows the first production of subject 2, divided into three sections: 'Mesures 1 et 2', 'Mesures 3 et 4', and 'Mesures 5 et 6'. The bass clef has fingerings 5, 5, 5, 1, 5, 4, 3, 2, 3, 4, 1, 5, 5.

Figure 4. Deuxième production du sujet 2 (les doigtés non marqués correspondent aux doigtés de la position de do)

Ils mobilisent ici leurs anciennes connaissances. La procédure utilisée évacue ainsi la lecture des notes ou du signe graphique (ou encore une lecture par intervalles), pour s'arrêter à la seule prise en compte des doigtés. Dans le cadre d'une autre version sans doigtés de cette tâche, ce sont les bonnes notes qui sont jouées (*do-mi-fa-sol*), mais avec les doigtés de la position de *do* restreinte, ce qui les invite ensuite à répéter le *sol* au début de la quatrième mesure au lieu du *la*. Un doigt est bien relié pour ces sujets à une note et inversement la note est associée à un doigt.

Le « milieu-son » comme point déstabilisateur

Tous les sujets se sont arrêtés sur la troisième mesure, parfois en s'arrêtant sur le deuxième temps de la troisième mesure, parfois en poursuivant sur toute la mesure (faisant entendre alors 3 dissonances : c'est le cas de quatre sujets sur huit). La tâche a produit l'effet attendu : le « milieu-son » renvoie à l'élève le caractère erroné des procédures et connaissances engagées. En plus de s'arrêter, les sujets expriment cette dissonance spontanément par des grimaces et parfois oralement (pendant l'exécution ou après l'intervention de l'expérimentateur) : « C'est bizarre comme mélodie » (S4); « c'est trop bizarre, attend... et pourtant c'est ça » (S6); « ça me gêne » (S7).

*Essais et tâtonnements :
la recherche de nouvelles procédures*

Les sujets ont procédé à plusieurs essais en vue de faire sonner de manière consonante les deux voix. Six sujets sur huit se sont focalisés sur la main gauche y cherchant la source de leur erreur : les mesures 3 et 4 de la main droite sont en fait apparentées pour ces sujets aux deux premières (mêmes doigtés, profil mélodique semblable) et comme l'exécution était perçue comme valide, la focalisation se fait sur les éléments changeants, c'est-à-dire sur la main gauche). Ainsi, le sujet 1 de notre exemple fait plusieurs tentatives de changements de notes sur la main gauche, orientant son attention sur une erreur qu'il envisage dans l'accompagnement effectué par la main gauche. Le sujet 2, s'il trouve une solution provisoire dans une exécution à l'octave de la main gauche (qui rappelle sa première version où la main gauche était décalée d'un ton), porte son attention avant tout sur la main droite : au lieu de *do-ré-mi-fa-sol*, il tentera *do-ré-fa-sol*, puis *do-ré* et *do-mi*. Il ne changera de doigtés qu'après l'intervention de l'expérimentateur.

Les solutions

Seuls deux sujets seront capables après plusieurs tentatives (réciproquement 8 et 9 au total) et plusieurs temps de réflexion « silencieuse¹¹ » de trouver une issue au problème. Les autres sujets seront relancés par des aides. L'un de ces sujets (S3) après plusieurs essais infructueux et avant de proposer la bonne solution lance à l'expérimentateur « normalement le 2 c'est un ré ! », puis à la fin précise : « Je me suis dit que en fait, là, on devait ouvrir les doigts ». Il dévoile ainsi les deux aspects du problème : l'un touche à la procédure d'exécution (ce qui implique, en plus des doigtés, de lire les notes comme l'a fait ce sujet, ou de repérer l'intervalle *do-mi*), l'autre à la possibilité d'envisager une extension entre les doigts.

Quatre autres sujets ont reçu un modèle sonore ainsi que des aides de relance simple. Le modèle sonore à lui seul ne permet pas aux sujets de résoudre le problème. Cependant, il leur permet de confronter leur exécution à un modèle sonore et les conforte à trouver une solution en lien avec la bonne exécution de la mélodie (les notes). Cette mise en confrontation s'avère cependant trop complexe (les enchaînements harmoniques se succèdent) pour que les sujets retrouvent « à l'oreille » le mouvement mélodique correct, ce qui leur aurait permis dans un second temps d'analyser la situation au niveau des doigtés. Les relances simples orientées sur l'explicitation de l'activité des sujets (« comment tu as fait ? »), les obligent à analyser les procédures qu'ils ont mis en œuvre et les amènent vers une procédure plus conventionnelle (implicitement pour les sujets la question renvoie à « comment on fait ? »), du moins à se centrer sur les caractéristiques déterminantes du problème, à savoir la prise en compte des notes et dans un second temps la prise en charge des doigtés. Nous avons dû faire cependant le plus souvent des relances plus spécifiques afin d'amener les sujets à expliciter leurs procédures, parfois en confrontant explicitement le modèle avec la production du sujet ou en exprimant certains aspects décisifs dans la réalisation de la tâche à l'image de l'échange ci-après avec le sujet 4 (tableau 2).

Parmi les différentes productions, celle du sujet 1 nous semble tout à fait intéressante dans le sens où elle montre où se situe le conflit. Le sujet joue en effet la note *mi*, qu'il vient de décoder (alors qu'initialement il jouait la note *ré* avec un 2^e doigt) avec les doigts 2 et 3 portés simultanément sur la même touche du clavier (cf. figure 5). En fait, pour ce sujet

Tableau 2. Échanges entre l'expérimentateur et le sujet 4 sur des aides de différents niveaux

1. S4 : (arrêt de l'exécution, temps long d'hésitation)
2. Exp. : je vois que tu fronces les sourcils !
3. S4 : c'est bizarre comme mélodie !
4. S4 : (continue de jouer ; refait ; s'arrête)
5. Exp. : je vais te le jouer si tu veux (modèle sonore)
6. S4 : (autre tentative d'exécution)
7. Exp. : est-ce que j'ai joué ça ? (l'expérimentateur rejoue ce que vient de jouer l'élève)
8. S4 : non (long temps de silence)
9. Exp. : c'est où que ce n'est pas pareil ?
10. S4 : (silence)
11. Exp. : c'est bien un <i>ré</i> (désignation de la note sur la partition, main gauche)... et un <i>mi</i> ? (désignation de la note sur la partition, main droite) Comment tu le sais ?
12. S4 : eh bien, parce que... avec les doigtés
13. Exp. : comment on vérifie ?

Figure 5. Le nœud du conflit, vers une résolution du problème (le sujet 1 joue deux notes simultanément, le 2^e et 3^e doigt, sur la touche *mi*)



le 2 qui figure sur la partition renvoie à la note *ré*, il exécute à plusieurs reprises la troisième mesure de cette façon (cf. figure 2). Mais la réponse que lui fournit le milieu va l'amener à décoder le nom de la note, le *mi*. Cette note (*mi*) correspond cependant pour lui au 3^e doigt (et non au 2^e doigt indiqué), il y a donc conflit. C'est la raison pour laquelle après avoir fait le choix de privilégier la hauteur du son sur le doigté il reporte dans un premier temps les deux doigts 2 et 3 sur la même touche ne sachant prendre une décision entre le doigté habituel (*mi* = 3) et celui

indiqué (*mi* avec le 2^e doigt). Cet acte se répète deux fois. Dans un second temps il jouera la note avec le 2^e doigt en faisant donc une extension entre le premier doigt et le second. Il résout ainsi le problème en s'affranchissant de ses conceptions initiales et en mobilisant une nouvelle technique.

Enfin, deux sujets n'ont jamais pu aboutir à une solution, malgré un modèle sonore, et des relances plus spécifiques. La tâche proposée excédait certainement leurs capacités malgré le guidage et les aides de l'expérimentateur dans la réalisation de la tâche. Ce qui est en cause ce n'est pas tant la difficulté du franchissement de l'obstacle que le niveau d'adéquation entre le niveau de complexité de la tâche et les capacités du sujet comme l'indiquent les échanges ci-après (tableau 3) par rapport au rythme. En effet, le sujet oriente son attention sur des aspects rythmiques, y voyant la source possible de son erreur au niveau probablement de la synchronisation des deux mains, alors que l'attention devrait se porter sur les hauteurs de notes.

L'exécution des trois dernières mesures

À l'exception de deux sujets qui ont abandonné la tâche à la mesure précédente, tous les sujets arrivent en position de *ré* sur la quatrième mesure. Ils exécuteront la dernière note du morceau sur un *mi* 2^e doigt au lieu de la note *do* attendue. Ils n'ont pas réinvesti la procédure qu'ils venaient d'utiliser et se sont tournés à nouveau vers la lecture des doigtés plutôt que vers celle des notes (rappelons que ces sujets ne maîtrisent pas la lecture des notes). Plusieurs explications peuvent être avancées : la succession de plusieurs notes entre les deux mains les a peut-être incités à choisir une stratégie plus économique avec la lecture des doigtés (le sujet 1 décale par exemple sa main gauche, mais en respectant les intervalles, il ne lit ici que les doigtés) ; la technique de passage de doigt telle qu'elle se présente à la fin de ce morceau est peu courante et reste innovante pour ce niveau (l'usage sur une gamme descendante impliquerait plutôt le 3^e ou 4^e doigt, et il ne s'agit pas ici de jouer une série de notes, mais une seule) ; la conception C1 reste tenace et empêche les sujets qui ont pu faire une lecture du signe graphique de la note d'envisager l'exécution du *do* (qui reste une note repère¹²) en dehors du doigté qui leur est habituel.

Tableau 3. Échanges entre l'expérimentateur et le sujet 8 montrant que la tâche excède le niveau de l'élève

1-5. S8 et Exp. : (modèle sonore et plusieurs exécutions de l'élève)
6. Exp. : comment on fait ?
7. S8. : noires et croches...
8. Exp. : c'est lié à quoi si ça ne sonne pas? Croches et noires?
9. S8 : non !
10. Exp. : comment tu fais pour trouver ?
11. S8 : on doit jouer <i>fa</i> , ça sonne mieux?! (la note est en fait un <i>mi</i>)
12. S8 : (le sujet fait à nouveau plusieurs tentatives en essayant différentes notes)

DISCUSSION

L'analyse de ces productions montre que la situation adidactique a joué en partie son rôle. La rétroaction que nous avons envisagée s'est avérée efficace. Elle a permis à la majorité des sujets de pouvoir adapter leurs anciennes connaissances et d'en construire de nouvelles. Cependant, dans la plupart des cas nous avons dû apporter des aides (modèle sonore, incitation à la verbalisation de l'activité...) à la réalisation de la tâche. Malgré ces dernières, deux sujets n'ont pu aboutir. Cela interroge l'adéquation du niveau de difficulté de la tâche aux capacités des élèves, mais aussi le cadre sûrement trop limité de l'apprentissage qui se fait sur un exercice de déchiffrement, dans un temps limité, sans que ne soient prévues d'autres situations. En même temps, cela montre que nous sommes face à un obstacle de taille qui possède un certain degré de résistance. La discussion qui suit vise à préciser et interroger plusieurs des aspects que nous venons de relever : tout d'abord il s'agira d'analyser en quoi la conception étudiée peut être caractérisée d'obstacle tout en précisant l'origine de son émergence ; ensuite nous discuterons des limites de notre « situation d'action » du point de vue du savoir visé, du point de vue de l'apprentissage de l'élève et du cadre de la théorie des situations didactiques ; enfin, à partir de la proposition d'une autre situation adidactique, nous discutons des types de rétroactions possibles du milieu et de la manière dont la situation suscite la construction d'un certain rapport de l'élève au problème.

Un obstacle d'origine didactique

La situation adidactique visait à faire évoluer l'élève d'une conception initiale, nommée « doigt = note » (C1), vers des conceptions plus avancées (C2, C3). Nous avons considéré la conception comme étant l'obstacle à surmonter, c'est-à-dire en traitant les deux termes dans une relation bi-univoque. Cependant, Astolfi et Peterfalvi (1993) mentionnent que l'obstacle représente un caractère plus général et transversal de la représentation. Pour ces auteurs l'obstacle constitue un « noyau dur » des représentations. Ils décrivent différents cas de figure : une représentation peut s'expliquer par la conjonction de plusieurs obstacles ; plusieurs représentations peuvent apparaître comme les points d'émergence d'un même obstacle ; ou encore on peut trouver un nœud d'obstacles dans une diversité de représentations (*idem*, p. 106-108). L'analyse que nous menons sur les conceptions du doigté ne nous permet pas actuellement d'arriver à ce niveau de spécification. Il faudrait travailler pour cela sur un ensemble plus vaste de représentations et de situations. Cependant, on notera que les conceptions, telles que nous les avons caractérisées, ne s'appuient pas uniquement sur une analyse des procédures. Elle prend en compte également la mobilisation de techniques pianistiques particulières, ainsi qu'un ensemble d'autres représentations (représentation de la notion d'empreinte, de celle de position, mais également des représentations touchant aux techniques mobilisées). La conception est ainsi constituée d'une constellation de représentations, ce qui pourrait expliquer la difficulté qu'il peut y avoir pour certains sujets à la dépasser.

La « conception-obstacle » que nous avons travaillée semble répondre aux critères que pose Bachelard (1976) au sujet des obstacles épistémologiques, tels que les a synthétisés Brousseau (1989 ; 2010)¹³. En effet, la conception C1 agit comme une connaissance et possède un domaine de validité (le jeu sur une position). C'est ainsi que les sujets s'engagent efficacement dans la tâche lors des deux premières mesures. Mais en dehors de ces situations, la conception engendre des erreurs, en témoigne les productions des sujets sur les troisième et quatrième mesures. Enfin, elle est difficile à ébranler, elle possède un certain degré de résistance, mais aussi de persistance. Quelques sujets ne sont jamais arrivés ainsi à franchir l'obstacle, et même lorsque certains l'avaient franchi ils n'ont pas été capables lors de la

dernière mesure de mobiliser à nouveau (dans une nouvelle configuration, faisant appel à des techniques différentes) les connaissances qu'ils venaient de construire et qui étaient pourtant les plus adaptées.

Si la conception répond bien aux critères de l'obstacle, ce dernier ne peut être véritablement caractérisé d'épistémologique. Il ne s'inscrit pas en effet dans l'histoire et dans la culture pianistique, il n'est pas interne à l'acte de connaître. Une lecture des manuscrits des XVI^e et XVII^e siècles dévoile que les claviéristes (clavecin, clavicorde...) faisaient peu usage de certains doigts comme le pouce et l'auriculaire. L'usage plus systématique de ces différents doigts n'est apparu que bien plus tard (au XVIII^e siècle) notamment à travers des configurations de gammes (se reporter à Bourg, 2008, pour une analyse des doigtés et techniques dans les gammes appréhendées à partir de la notion d'*organisation praxéologique*). Ce développement (qui doit être considéré dans ses rapports avec celui de l'écriture, de la facture instrumentale, etc.) ne coïncide pas vraiment avec la description que nous avons faite de l'évolution des conceptions du doigté de nos jeunes pianistes. L'origine de l'obstacle que nous avons étudié est plutôt de nature didactique, pédagogique (Brousseau, 1978/1998). C'est la manière dont on a enseigné à l'élève qui a participé au développement de la conception « doigt = note ». Elle est liée à un apprentissage qui systématise l'utilisation de mêmes doigts sur de mêmes touches. Certaines méthodes ont par exemple développé à une époque (particulièrement dans les années 1960) des dictées de doigts associant un doigt à une touche dans le but de développer « obéissance », « force » et « agilité » des doigts. D'un point de vue pédagogique, on pourrait alors envisager de travailler en amont sur les situations afin de ne pas créer cette conception chez les élèves. Par exemple, et c'est ce que proposent certaines méthodes plus contemporaines (pour les références aux méthodes, voir Bourg, 2010), proposer des exercices où l'on joue dès les premiers cours différentes notes sur l'ensemble du clavier avec un même doigt, proposer des jeux d'improvisation permettant l'exploitation de différents registres et positionnements de la main. Soulevons néanmoins deux aspects qui nous semblent importants :

- tout d'abord, les conceptions sont étroitement liées à des situations et des tâches spécifiques, elles s'expriment à travers l'action du sujet en situation. Nous avons ainsi soulevé

la possibilité (Bourg, 2017) que plusieurs représentations puissent cohabiter chez un même sujet. Par exemple, certains sujets sont capables de monter une gamme dans une situation dont le but est dirigé vers un travail technique (exercices de gammes), ou encore d'exécuter des notes sur des mouvements complexes impliquant un jeu de doigté sur plusieurs positions au cours d'une situation d'improvisation, mais sont par contre incapables de sortir d'une conception restreinte de l'utilisation du doigté (C1) dans le cadre de l'exécution d'un « vrai morceau » (il s'agit de l'expression d'un élève). Si nous soulignons l'indépendance possible des systèmes de représentation, c'est qu'il y aurait probablement à gagner à penser les liens entre les différentes activités précitées (exercices, improvisation, travail des œuvres du répertoire). Des pratiques qui conjuguent exercices techniques des doigts sur une position (dans le but d'acquérir l'indépendance des doigts) et exécution de morceaux sur 5 doigts favorisent certainement le développement de la conception étudiée. Sur le plan pédagogique, il s'agirait de mieux équilibrer le choix des pratiques proposées pour faire en sorte qu'il n'y ait pas renforcement de la conception d'une activité sur l'autre et d'intégrer des activités, notamment d'improvisation, qui empêcheraient l'élève d'enraciner trop fortement certaines de ses conceptions ;

- ensuite, l'utilisation dans les premiers temps de l'apprentissage d'un même doigt pour une même note (dont la conception sous-jacente, rappelons-le, apparaît même lorsque la partition n'est pas doigtée) nous semble liée en partie à un développement ordinaire de l'acquisition des compétences (ou habiletés) techniques pianistiques prenant en compte le niveau de difficulté des tâches. En effet, on ne demandera pas à un élève débutant de jouer d'emblée avec une technique de passage de pouce, avec des enchaînements de positions ou avec une position élargie de la main, alors qu'il n'est pas encore capable d'exécuter l'enchaînement d'un nombre réduit de notes, avec toutes les difficultés que cela comporte d'un point de vue psycho-sensori-moteur¹⁴ ? Pour étayer cet aspect, il faudrait développer, comme dans le domaine de la psychologie du sport, une analyse de la tâche et de ses difficultés objectives¹⁵.

Quelles limites des « situations d'action » pour la construction des connaissances ?

Brousseau (1978/1998) précise que « le franchissement d'un obstacle exige un travail de même nature que la mise en place d'une connaissance, c'est-à-dire des interactions répétées, dialectiques de l'élève avec l'objet de sa connaissance » (p. 123). L'enjeu de notre situation était relativement plus modeste : il s'agissait de créer une perturbation chez l'élève en visant l'amorce d'un changement conceptuel. La question du degré de modification de ces conceptions ou de leur persistance reste à explorer¹⁶.

Tout d'abord, rappelons que la situation adidactique est construite sur seulement certains éléments qui caractérisent la conception C3 (cf. tableau 1). Elle prend en charge l'utilisation d'une procédure qui implique le décodage du signe graphique de la note (ou la prise en compte des intervalles constituant le profil mélodique), une empreinte élargie imposant une technique d'écartement des doigts et un demi-changement de position. Elle ne prend pas en compte l'ensemble des autres éléments de la conception C3 : empreinte resserrée (nous l'avons testée dans le cadre d'une autre situation, mais elle s'est avérée plus complexe pour nos sujets), technique de passage de pouce, changements de position complets et utilisation de procédures variées.

Dans notre situation, nous ne connaissons pas le degré de modification des connaissances. Nous savons simplement si la tâche est réussie ou non, dans l'instant. Dans *la théorie des situations à usage didactique*, Brousseau met l'accent, afin de construire efficacement le savoir, sur la nécessité d'articuler différentes situations. Il propose ainsi de faire suivre la situation d'action, par des situations de formulation et de validation. La situation adidactique que nous avons proposée consiste en une situation d'action, elle n'est pas suivie des autres situations. Cela d'une part parce que notre objectif principal était dirigé vers le fonctionnement de ce type de situation, mais aussi d'autre part parce que le savoir en jeu semblait a priori peu enclin à accueillir les autres types de situations. Il s'agit en effet d'un ensemble de situations qui a été construit par rapport aux mathématiques. Les différentes structures des situations déterminent chez Brousseau des types de connaissances (modèles implicites d'action, langages, théorèmes...) différents. Ainsi, lors de la situation de validation l'élève doit prou-

ver ce qu'il affirme autrement que par l'action cela amène ensuite vers une phase d'institutionnalisation de la connaissance. La pertinence de ce cheminement doit, nous semble-t-il, être questionnée¹⁷ lorsque le but de l'activité est non plus dirigé vers l'acquisition d'un savoir explicite, mais lorsqu'elle est dirigée vers l'action et qu'elle concerne des activités qui touchent au domaine moteur, au champ de l'esthétique et de l'interprétation. L'une de nos interrogations fait écho à une ancienne interpellation de Vergnaud faite à Brousseau. Il l'interrogeait, en ses propres termes, sur les relations entre la forme opératoire de la connaissance et ses formes prédicatives qui énoncent les propriétés et les relations des objets de pensée (Vergnaud, 2005, p. 18)¹⁸. D'expérience nous savons que ce n'est pas parce que l'on sait faire qu'on est capable de l'exprimer, ce n'est pas parce qu'on peut décrire une démarche qu'on est capable de la rendre effective, et rien ne dit que formaliser verbalement une action réussie, lorsque cette action constitue le but de l'apprentissage et lorsque cette action est explicitable (parfois elle ne l'est pas), permet de mieux se l'approprier (voir à ce sujet la synthèse de Delignière sur les activités motrices, 1991). Le choix même effectué par Vergnaud du terme « prédicatif », privilégié à celui de « déclaratif », pour qualifier les deux formes complémentaires d'une même connaissance sous-entend que toute conceptualisation ne suppose pas le langage. Il existe aussi des cas où le passage par la médiation du langage (nous référons à la verbalisation sous sa forme observable) semble constituer un obstacle au retour dans l'action (Gufoni, 2003/2004; Mendelsohn, 2012). En effet, il existe toujours un décalage entre la déclaration d'une procédure et la procédure correspondante (George, 1985; Delignères, 1991).

On soulignera, parmi les aides que nous avons proposées, que si la première consistait en un modèle

sonore de la partition, les deux autres mettaient en jeu la verbalisation des sujets. Une première aide était donnée afin de susciter l'explicitation par l'élève de son activité. Les réponses des sujets à la question « comment tu as fait ? » ne renvoient en fait que rarement à une explicitation des procédures. Ils sont souvent incapables de les verbaliser ou sinon que très partiellement¹⁹. La question « comment tu as fait ? » semble être retraduite par le sujet par une autre question : « comment on doit faire ? ». C'est-à-dire qu'elle renvoie à une dimension culturelle, à la procédure canonique telle que l'a exprimée l'enseignant lors des apprentissages, sans qu'il y ait confrontation de ce modèle aux procédures mises en œuvre effectivement par le sujet²⁰. Cette première aide a dans la plupart des cas été redoublée d'une aide plus spécifique, où l'expérimentateur montrait certaines caractéristiques déterminantes dans la réalisation de la tâche (centration notamment sur les intervalles, les mouvements mélodiques, les notes et les doigts) dans un échange plus ou moins dialogué. Il faut souligner ici, encore une fois, que la conception ne se confond pas avec la procédure, même si elle en inclut une certaine forme. L'élève peut très bien mettre en œuvre la bonne procédure tout en étant confronté à l'obstacle, ce qui l'empêche de mettre en acte la planification de son action. Cette phase de formulation se réduit dans notre situation à des aides apportées dans une situation d'action et dans des espaces qui s'inscrivent dans le cours de l'action. On en a vu les limites. La fonction de ces épisodes diffère ainsi des situations de formulation qu'on trouve dans la théorie des situations à usage didactique.

Notons que si l'on peut distinguer la question de l'étude de la verbalisation comme source d'observables dans l'étude du fonctionnement cognitif, et la question de sa fonction dans le processus de conceptualisation en situation de résolution de problème, il semble difficile d'aborder la seconde lorsqu'on se

Figure 6. Une situation adidactique orientée vers la recherche d'inconnues (les doigts)

heurte aux limites que donne à voir la première dans le cadre d'apprentissages qui sont avant tout implicites. Enfin, dans notre argumentation nous nous sommes centrés sur la dimension motrice de l'activité, mais l'objet que nous étudions (le doigté) relève également à un plus haut niveau, de choix d'interprétation et de choix esthétique, qui résonnent avec l'expressivité propre à chaque sujet. La question de la mise en place de situations où il faut prouver, se heurte ici à la nature des savoirs et à la distance épistémologique qui sépare les mathématiques et la musique.

Sur la rétroaction du milieu et le statut du problème

C'est à l'appui de la présentation d'une seconde situation que nous proposons de questionner la rétroaction du milieu et ses différentes formes possibles. Nous en profitons pour interroger ce qu'induisent ces situations du point de vue de l'élève et de son rapport à la problématique dans les apprentissages musicaux.

Cette seconde situation adidactique (cf. figure 6) reprend les mesures 3, 4, 5 et 6 de notre tâche initiale (en intégrant une résolution sur la médiate), mais cette fois-ci en impliquant l'exécution de la main droite seule. Les doigtés ne sont que partiellement marqués (sont indiqués notamment le doigté de départ et celui d'arrivée sur la sixte) et un phrasé sur l'ensemble de la phrase impose l'exécution d'un jeu *legato* (lié). Ce phrasé est renforcé par l'inscription du terme *legato* ainsi que d'une consigne explicite donnée à l'élève indiquant qu'il doit jouer toutes les notes liées, donc sans interruption du son (et sans l'usage d'autres artifices, telles que la *pédale forte* ou l'utilisation de la seconde main, même si nous ne le spécifions pas aux sujets).

Un des aspects relevés lors de la précédente tâche concernait le niveau de complexité qui était lié en grande partie à l'exécution des deux mains ensemble. En effet, les sujets avaient dû s'y prendre à plusieurs reprises sur les deux premières mesures alors que ces dernières faisaient appel à leurs anciennes connaissances. Ainsi, cette nouvelle tâche pourrait être plus adaptée au niveau des élèves, car elle ne fait intervenir qu'une seule main. Cela devrait faciliter le processus de déchiffrage et une centration sur la résolution de la tâche principale, celle liée au franchissement de l'obstacle qui tient aux choix de doigtés dans l'exé-

cution du mouvement de sixte. Soulignons que la tâche est construite en prenant en compte le nombre de combinaisons de doigtés possibles (cf. Parncutt *et al.*, 1997). En effet, dans cette configuration mélodique le sujet ne peut répondre au problème que par une faible possibilité de combinaisons de doigtés (contraintes motrices). Le jeu *legato* permet de restreindre plus drastiquement le nombre de configurations de doigtés possibles à quasiment une unique solution (doigtés : 1, 2, 3, 4, 5). D'autres possibilités pourraient apparaître, comme « 1-3-1-4-5 », mais ce type de résolution est des plus acrobatique (techniquement plus délicate, impliquant le passage du pouce et un resserrement de la main) et engage de toute façon le sujet dans la direction du changement de conception souhaité.

Dans la précédente situation, la rétroaction du milieu relevait de la perception du sujet par rapport à la dimension consonante ou dissonante qui se jouait au niveau harmonique dans l'exécution des deux mains. De la même façon, la situation « puzzle » de Brousseau présente une rétroaction qui s'effectue sur le plan de la perception visuelle (les pièces du puzzle s'assemblent ou non). L'enjeu est d'amener les élèves à passer d'un argument perceptif à un argument formalisé (par la symbolique numérique et par les opérations mathématiques). Dans cette nouvelle situation, dont la contrainte principale tient au jeu *legato*, le sujet régule sa production par un feedback sonore (le son est interrompu ou non), mais aussi proprioceptif²¹ (sensation d'un jeu *legato*, qui peut être amenée par une conscientisation plus ou moins forte des mécanismes en jeu dans l'exécution des doigts, comme ce que l'on nomme pédagogiquement le « transfert de poids »). Les informations rétroactives sur la performance sont à la fois extéroceptives et proprioceptives. Le fait de jouer *legato* implique la bonne exécution des notes (une seule configuration de doigtés envisageable à ce niveau), mais aussi celle des doigtés. Contrairement à la précédente situation, celle-ci est orientée sur l'enjeu d'une modalité expressive et proprioceptive. Ce sont des dimensions essentielles dans la construction du jeu pianistique (voir par ex. les travaux de Marie Jaëll : Kiener, 1989).

Cette nouvelle tâche a été testée auprès de quatre sujets de conception C1. Le premier sujet a suivi avant tout le profil mélodique (mouvement qui monte, qui descend) sur les deux premières mesures et exécute la partition en faisant abstraction des intervalles (il exécute : « *do-ré-mi-fa-sol-fa-mi-ré-mi-*

do-ré »). Il suit le profil mélodique en prenant appui sur les doigtés qui servent de borne à la conduite de la phrase. Le deuxième sujet a joué les notes réelles de la partition sur la première mesure (*do-mi-fa-sol* avec les doigtés 1-3-4-5), il associe le signe graphique à un doigté unique. Cependant, confronté au *la* qui doit être exécuté avec le 5^e doigt, il reconsidère l'ensemble en jouant « *do-ré-mi-fa-sol* » à l'image du premier sujet. Cette dernière exécution lui permet de répondre au plus près à la tâche, c'est-à-dire en respectant les bornes des doigtés du 1^{er} doigt vers le 5^e doigt, le profil mélodique et le jeu *legato*, mais en s'affranchissant des notes réelles. Enfin, deux autres sujets ont joué la première fois « *do-mi-fa-sol-sol-fa-mi...* », répétant le 5^e doigt sur la même note *sol* : lorsque le doigté n'est pas indiqué ils associent le signe graphique à un doigté et à une note (ou directement à un endroit du clavier), lorsque le doigté est indiqué ils l'associent à une note et à un doigté (malgré la contradiction que soulève le mouvement mélodique ascendant sur les notes *sol-la*). Nous avons effectué des relances, en précisant certaines caractéristiques de la tâche (en pointant le mouvement mélodique, en renvoyant au signe graphique du *la* et à son exécution avec un 5^e doigt). Ces aides ont permis de confronter certains sujets au problème, sans qu'ils puissent procéder à leur contournement. Dans ces exemples nous voyons que la rétroaction du milieu est insuffisante. Le sujet développe d'autres stratégies, parfois se tournant sciemment vers des réponses qui constituent des compromis à la réalisation d'une tâche qui fait conflit. La situation permet au sujet de proposer des résolutions qui peuvent le contenter. Sans la présence des aides et du guidage de l'expérimentateur vers la confrontation avec le problème les sujets peuvent ainsi le contourner. La rétroaction du milieu tient plus de la régulation du sujet en cours d'activité que d'un retour sur le produit de la performance qui lui amènerait sans ambiguïté des éléments de réponses sur la validité de sa réponse. On pourrait enfin imaginer une situation qui constituerait un mixte de ces deux situations, en préservant l'exécution à deux voix (et la rétroaction liée à la notion de consonance) et en ajoutant l'idée de « problème à trou » dans un jeu *legato*, mais elle ajouterait un niveau de complexité que les élèves de ce niveau ne pourraient affronter.

Le statut du problème, plus précisément la manière dont le sujet vit la situation comme relevant d'un problème, est dans ces deux situations diffé-

rent. Dans la première situation tous les éléments (les données du problème) nécessaires à l'exécution sont présents : il y a les notes (ce qui implique cependant un processus de décodage, le sujet pouvant recourir ici à des stratégies variées) et les doigtés qui sont systématiquement inscrits sur la partition. La situation est vécue comme problème (dans le sens où le sujet n'a pas dans son répertoire de réponses immédiatement disponibles) par l'élève dans un second temps, avec le retour non consonant de sa production musicale. C'est la rétroaction du milieu qui permet l'émergence chez le sujet de l'idée de problème. À partir de ce moment, le sujet va aller à la recherche d'une solution, à l'image de l'instrumentiste qui travaille une partition dont les difficultés (qui ne reposent pas forcément sur des obstacles) n'apparaissent qu'au cours de son exécution et de sa progression dans le morceau. Il en est tout à fait autrement dans la seconde situation. Le sujet est en effet presque directement confronté à un problème tel qu'il pourrait se présenter dans un cadre scolaire, en mathématiques notamment. Même si nous ne l'avons pas présenté sous cette forme (car la situation aurait perdu de son adidacticité), la situation peut être perçue dès le début par le sujet comme une sorte de « problème à trou » où il faut compléter les éléments manquants : trouver les doigtés adéquats (les inconnus) sachant qu'on commence par le pouce et qu'on doit finir par le 5^e doigt. Les données qui concernent les hauteurs sont primordiales notamment les bornes *do* et *la* qui définissent l'intervalle de sixte, mais elles sont à la charge du sujet. Nous sommes face presque à un problème classique : l'élève doit rechercher des inconnus (le doigté) à partir de certaines données dans le cadre d'une consigne qui lui impose une contrainte, celle d'un jeu *legato*.

Ce dernier aspect nous semble intéressant à être questionné d'un point de vue pédagogique. En effet, ce serait une manière de montrer à l'élève que l'exécution d'une partition relève d'un travail, travail qui peut notamment se caractériser par la recherche de solutions vis-à-vis d'un problème. Dans la pratique instrumentale, le problème reste cependant à définir par le sujet, car il relève souvent d'éléments implicites, et ajoutons qu'il existe rarement une réponse unique au niveau de sa résolution (cela est vrai pour les problèmes moteurs, mais encore plus pour ceux qui relèvent de choix d'interprétation). Il se pose rarement de manière *a priori*. Il apparaît le plus souvent dans le cours de l'action, lors de l'exé-

cution d'une œuvre, au cours des répétitions, des explorations. Il existe bien entendu des problèmes de natures différentes, certains relèvent davantage d'un aspect moteur, technique, d'autres touchent à des questions plus esthétiques ou conceptuelles. De plus, ils interagissent souvent ensemble, par exemple lorsque le pianiste tente de mettre en valeur techniquement par un jeu expressif des éléments qui se rapportent à la structure musicale de l'œuvre. Ainsi, la première situation met l'enfant en situation ordinaire d'exécution sans que la situation ne se présente *a priori* comme relevant d'un problème, alors que la seconde situation le confronte directement à un problème tel qu'il peut pourrait se présenter dans l'institution scolaire. L'un des enjeux serait peut-être de penser la place que l'on pourrait accorder à une forme d'institutionnalisation de la notion de problème dans les apprentissages instrumentaux. Il s'agirait de permettre la construction chez les jeunes élèves d'un certain type de rapport à l'étude des œuvres. Des œuvres qui ne sont pas données, mais qui demandent à être investies, interrogées, analysées, problématisées.

CONCLUSION

Cette étude visait la mise à l'épreuve de la notion de situation adidactique pour le domaine de la didactique de la musique. Nous avons pour cela construit une situation adidactique dont l'enjeu tient au franchissement d'un obstacle qui participe à la conceptualisation du doigté. Nous nous sommes appuyés sur de précédents travaux que nous avons menés sur les conceptions du doigté d'élèves pianistes débutants. Parmi les enjeux, l'un tient à la création d'un milieu antagoniste qui puisse rétroagir sur l'action du sujet. La rétroaction que nous avons envisagée a joué son rôle. Elle a été efficace dans le sens où tous les sujets ont arrêté leur production au moment où ils exécutaient une dissonance harmonique créée par l'engagement erroné dans cette tâche de leurs anciennes connaissances. Ceci les a amenés à rechercher une nouvelle solution, même si tous n'y sont pas parvenus. Un des atouts de cette rétroaction tient à sa dimension sonore. Elle permet d'inscrire le sujet dans une « éducation de l'oreille » (tout comme la première aide apportée par l'expérimentateur qui consistait en un modèle sonore de la partition, sans visualisation du jeu au clavier),

en l'incitant à mettre en rapport ce qu'il joue avec ce qu'il entend, mais aussi ce qu'il entend avec ce qu'il joue. Sur un plan plus général, Drake et Rochez (2003) soulignent que les formations traditionnelles en conservatoire privilégient plutôt la coordination d'une entrée par la lecture de la partition vers l'action motrice (couplage visuo-moteur), ou encore de la partition vers une sortie sémantique (dire le nom des notes) ou d'une entrée sémantique vers l'action motrice. D'autres écoles, comme « Suzuki », vont au contraire mettre au centre de leur apprentissage une entrée par l'écoute qui sera couplée au chant ou à l'action motrice. Pour ces auteurs, un musicien « accompli » exige la maîtrise de l'ensemble de ces couplages perceptivo-moteurs. Même si l'écoute joue un rôle important dans notre situation adidactique, celle-ci passe toujours cependant par la partition (ce qui reste pertinent dans le cadre culturel donné). À la vue du modèle évoqué, la construction d'une situation adidactique passant par une autre entrée sensorielle pourrait constituer l'enjeu de travaux futurs.

Plusieurs critiques ont été émises quant aux limites de fonctionnement des situations adidactiques. Sensevy (2011) indique ainsi qu'elles « semblent spécifiques à certains types de savoir, dans lesquels la modélisation mathématique permet de prédire et de contrôler des phénomènes dans la réalité » (p. 114), ou encore Amade-Escot (2005) précise que « les activités scolaires en éducation physique et les savoirs d'action qu'elles mobilisent ne peuvent pas être totalement modélisés, comme c'est le cas de certains savoirs mathématiques²² ». Ces propos questionnent notamment les capacités de développer une analyse *a priori* et plus encore de trouver des situations fondamentales relativement à des savoirs dont la nature implique une modélisation qui doit s'appuyer sur des savoirs scientifiques, experts ou empiriques (Joshua, 1996). À travers notre expérimentation nous avons montré qu'il était cependant possible de construire des situations à partir d'une analyse *a priori* qui permettrait de prédire, en partie, par un jeu de variables, la manière dont les connaissances pouvaient se construire chez le sujet. Cependant, les situations ont leurs limites. Tout d'abord par rapport aux connaissances visées : on peut considérer que l'enjeu de la situation tenait davantage en la déstabilisation par l'élève de sa conception initiale (C1) que de l'acquisition de l'ensemble des propriétés qui caractérisent la conception C3. Ensuite, par rapport

au degré de précision des prédictions. Les qualités de prédictions dépendent des caractéristiques de la tâche en lien avec le savoir visé, et du champ des contraintes dans lequel va se situer la réalisation didactique effective. Elles doivent tenir compte également des types de jeu qui lient le professeur et l'élève. Cela concerne aussi l'expérimentateur, puisque la question liée au fait que l'élève puisse s'autoriser à transgresser ou non le doigté inscrit sur la partition (cela concerne plus particulièrement la dernière note de la situation adidactique et son doigté associé) participe d'un contrat expérimental qui fait probablement l'objet d'une interprétation de la part du sujet via le contrat didactique usuel. Ainsi, l'idée qu'une « analyse a priori de l'ensemble des objets matériels et de pensée impliqués dans l'activité est possible, au moins dans sa part relative à l'enjeu (le savoir) » (Schneider et Mercier, p. 11) reste difficile à imaginer sur une activité musicale dont il reste encore beaucoup à modéliser. D'autant plus qu'à travers la notion de situation fondamentale Brousseau va encore plus loin : « Chaque connaissance peut se caractériser par une (ou des) situation adidactique qui en préserve le sens et que nous appellerons situation fondamentale » (Brousseau, 1998). Il s'agit d'un postulat de l'existence d'au moins une situation fondamentale dans chaque classe des situations spécifiques d'une même connaissance. Brousseau ne nous a pas indiqué vraiment de méthode²³, mais l'idée que cette classe de situation (ensemble des problèmes caractéristiques de ce savoir) puisse engendrer par le jeu des variables cognitives et des variables didactiques une situation fondamentale unique semble difficile à atteindre tant qu'un travail systématique n'aura pas été engagé sur la pluralité des savoirs musicaux, leurs contextes d'émergence au sein des situations et l'identification des questions et des opérations qu'il faut faire pour y répondre.

Le modèle d'un milieu antagoniste, tel que le propose Brousseau, semble pouvoir trouver une possibilité d'expression dans le domaine musical : la situation adidactique que nous avons construite a fonctionné pour quelques élèves dans le respect de la règle du *motu proprio* (Brousseau, 1986a; Sensevy, 2007), ce qui par ailleurs laisse la place d'envisager sur le plan pédagogique (même si la visée de l'ingénierie est avant tout phénoménoteknique) un enrichissement des situations d'apprentissage musicales traditionnelles de type « transmission » ou « tuto-

rat » (Bourg, 2013; Pastré, 2008). Bien sûr, l'utilisation de l'ensemble de la théorie des situations, pour ce type de savoir, reste à mettre à l'épreuve. Son utilisation nous semble *a priori* problématique. Nous avons évoqué en effet certaines limites quant à l'engagement possible des élèves dans des situations de formulation ou de validation. Ces situations se heurtent à la fois à la difficulté de verbaliser des activités à forte dimension motrice (elles incluent en plus, des expériences esthétiques, sensorielles, perceptives, affectives que de futurs travaux devront intégrer et opérationnaliser), mais aussi à une discipline dont le critère de validité n'est pas le « vrai ». Il en est probablement autrement pour d'autres savoirs musicaux, notamment dans le domaine de la théorie musicale (voir Bourg, sous presse), mais pour les apprentissages instrumentaux il faut prendre en considération que nous nous situons avant tout dans un registre pragmatique face à des savoirs qui restent assertoriques²⁴.

NOTES

1. C'est à travers le terme de « situation-problème » que la théorie des situations didactiques a intégré le champ de la formation et de l'enseignement (Schneider et Mercier, 2005). Brousseau a utilisé lui-même l'expression de « situation-problème » à plusieurs reprises, concernant notamment la situation liée à l'épaisseur d'une feuille de papier (Brousseau, 1998 : p. 238, p. 267, p. 279-281 ; plus largement l'expression est utilisée dans la thèse d'état de l'auteur : Brousseau, 1986b). Ce qui ne l'a pas empêché de prendre néanmoins ses distances par la suite avec cette terminologie, face notamment aux déviations, aux comportements de détournement de la théorie dans la sphère pédagogique où souvent les situations ont été diffusées sans leurs conditions d'élaboration et d'application : « Le terme [celui de situation-problème] a fait florès peu de temps après l'exposition des premiers principes de la théorie des situations. Il répondait à un besoin concret, et il a pu paraître se référer à la théorie des situations, mais en fait il lui était étranger. » (Brousseau, 2012, p. 119).

2. La situation d'action est bien sûr chez Brousseau imbriquée avec les situations et processus de formulation, de validation et d'institutionnalisation. Nous avons choisi de nous centrer dans ce travail sur la présentation d'une situation d'action afin d'en décrire les contours le plus précisément possible et parce que les autres situations sont en

partie contraintes par la nature des savoirs en jeu (voir la partie « discussion »).

3. Par exemple, concernant la notion de milieu : Bessot, 2003 ; Bloch, 2002 ; Margolinas, 1995, 2004 ; Perrin-Glorian, 2002 ; Salin, 2002.

4. Précisons que l'ouvrage de Piaget, *L'équilibration des structures cognitives* (Piaget, 1975), est postérieur dans sa publication à l'une des premières présentations de la théorie des situations ; Brousseau, 1970 : conférence prononcée à Clermont-Ferrand lors des Journées de l'A.P.M. de mai 1970 (sous le titre « Apprentissage des structures ») qui sera éditée consécutivement en 1971, puis en 1972.

5. Matheron poursuit : « Il est, de ce point de vue, comparable à "la nature". Si quelqu'un craque une allumette dans un environnement empli de vapeurs d'essence, il provoque généralement une explosion dangereuse pour lui. S'il survit, il adaptera sans doute sa conduite dans une telle situation ; mais les vapeurs d'essence sont, en tant que telles, dénuées d'intentions maléfiques à son égard ! » (Matheron, 2010, p. 61).

6. Si les travaux de Douady sont sensiblement différents de ceux de Brousseau (Artigue et Douady, 1986), ils partagent néanmoins des hypothèses et des éléments théoriques communs (voir Perrin-Glorian, 1999, p. 307-313 ; Perrin-Glorian et Baltar Bellemain, 2019, p. 57-59). Brousseau renvoie lui-même dans l'un de ses articles directement à Douady : « Quelles conditions font d'une situation-problème une situation d'apprentissage ou une situation d'enseignement ? R. Douady (1980) en propose une liste qui correspond bien en première approche, à celle que j'ai voulu satisfaire dans le processus proposé ci-dessus et que je ne peux pas exposer ici » (Brousseau, 1981/1998, p. 281).

7. La notion de « position » réfère aux notes que l'on peut jouer à partir d'un emplacement fixe des doigts sur le clavier.

8. Ces éléments nous ont permis, lors des analyses, de mieux interpréter les procédures des élèves. Ils constituent également des données représentatives des capacités des sujets sur ces mises en correspondance pour chacune des catégories de conceptions.

9. La même tâche sans doigtés, ainsi qu'une autre impliquant le resserrement des doigts ont été également présentées aux sujets. Nous y ferons référence, mais ne les analysons pas directement dans le cadre de cet article.

10. Cette préférence pour les accords consonants intervient dès l'âge de 5-6 ans et s'accroît au cours du développement de l'enfant (Zenatti, 1985). Les études les plus récentes montrent que cette préférence intervient de manière même plus précoce, chez le nourrisson. Elle

est soit associée à l'hypothèse d'une universalité musicale (Masataka, 2006), soit aux expériences préalables de l'enfant (Platinga et Trehub, 2014). La construction de la tâche repose sur les recherches de Zenatti (1967, 1974, 1981) concernant l'influence du dessin mélodique de la partie supérieure sur la discrimination d'un changement harmonique (notes mélodiques différentes), la capacité de l'enfant de différencier deux structures harmoniques d'après le caractère consonant ou dissonant des accords (mesures 1 et 2 versus mesures 3 et 4 : la dissonance intervient sur trois accords différents si l'enfant ne s'arrête pas dès la première dissonance, sachant que la qualité consonante ou dissonante de l'harmonie est mieux saisie par l'enfant lorsqu'elle présentée par divers accords, plutôt que par un seul accord répété et que l'existence d'une succession d'accords fait ressortir leur qualité consonante ou dissonante), l'influence de la consonance et de la dissonance sur la discrimination d'un changement harmonique (liée à la structuration intervallique des groupes d'accords).

11. Nous considérons ces temps de silence comme des temps de réflexion, d'analyse (le sujet est « dans la tâche »). Ils peuvent durer un peu plus de deux minutes, ce qui est relativement important lorsqu'on est face au piano où le besoin de produire pour trouver la solution prédomine souvent sur une recherche uniquement « mentale ».

12. Lors d'une précédente expérience, nous avons rencontré un sujet qui avait été incapable de poser un autre doigt que le pouce sur le *do*, alors qu'il pouvait le faire, non sans un certain effort, avec les autres doigts. Pour pallier cette impossibilité (elle n'était aucunement liée à des contraintes motrices) il en est venu, alors que l'exécution ne requerrait que l'utilisation de la main droite seule, à utiliser son autre main pour exécuter cette même note avec un autre doigt (Bourg, 2011).

13. « a. Un obstacle épistémologique est une connaissance, un savoir ou une conception, mais pas une difficulté, une question, ou un manque de connaissances ; b. Cette connaissance procure des réponses « adaptées » à un certain contexte assez familier (sinon elle n'aurait pas existé) ; c. Mais hors de ce contexte elle engendre des erreurs, des réponses « évidentes », mais fausses, des contradictions... ; d. La seule solution doit être l'abandon de cette connaissance, même dans le domaine où elle était en usage, et son remplacement par une autre plus appropriée ; e. Ce remplacement est difficile à cause de la persistance des avantages que l'obstacle avait procuré ; f. Il ne suffit pas de posséder une connaissance meilleure pour que celle qui faisait obstacle disparaisse, il faut l'identifier, la renier explicitement et incorporer sa négation aux connais-

sances nouvelles; g. Néanmoins elle tend à réapparaître de façon intempestive et opiniâtre ». (Brousseau, 1989; 2010).

14. Dans le vocabulaire pédagogique on évoque « la tenue de la main », « la sensation de la voûte de la main », « l'indépendance des doigts », « le contrôle des doigts et du poids », « l'équilibre sonore », « la détente » etc.

15. Ce type d'analyse repose sur le postulat d'une correspondance entre les caractéristiques des tâches et les opérations requises par le sujet (voir Leplat et Hoc, 1983; Famose, 1983, 1990).

16. En didactique de l'EPS Amade-Escot utilise le terme de « magie de la tâche » pour désigner des « séquences dans lesquelles le milieu matériel est agencé pour contraindre l'élève à réaliser un geste, sans pour cela lui permettre de transformer réellement son activité corporelle » (Amade-Escot, 2005, p. 93).

17. Brousseau observe cependant des différences de comportements dans ces différentes situations en fonction des formes de connaissance. Il décrit un modèle de 4 classes : procédure ; savoir implicite ; savoir explicite ; langage (Brousseau, 1998, p. 280-282). Ainsi, si pour un « savoir explicite » il s'agit lors d'une situation de validation de prouver, de démontrer, pour une « procédure » la justification est liée au fait qu'elle peut ou non s'appliquer, qu'elle est adéquate, correcte, optimale.

18. Vergnaud (2005, p. 18-22) pose la question de la relation entre ces formes de connaissances dans le cadre de la TSD en mathématiques. Nous la posons pour un apprentissage qui vise la construction d'une activité en situation.

19. Cette difficulté n'est pas propre aux enfants, on la retrouve également chez les experts adultes qui ont des connaissances procédurales très automatisés (Mendelsohn, 1994). C'est l'une des raisons pour lesquelles nous privilégions dans nos études des situations à dimension expérimentale orientées sur l'exécution de tâches instrumentales.

20. Dahan dans sa thèse (Dahan, 2012, p. 115-120) propose différents niveaux de la prise de conscience (de la conscience en acte à différents types de consciences réfléchies) et l'illustre à partir d'un exemple en mathématiques sur la base d'une analyse des réponses à la question « Comment as-tu fait ? ». Une analyse des types de réponses de nos sujets, lorsqu'elles ont lieu (on pourrait envisager d'autres protocoles expérimentaux qui permettraient de mettre en avant d'autres formes d'expressions, dont le langage verbal, avec toute la vigilance que cela requiert : cf. Caverni, 1988), pourrait être menée sur la base de cette classification afin de mieux saisir les différents niveaux de prise de conscience. On rappellera aussi, comme le pose Vermersch, que « l'absence de verbalisation ne signifie pas avec certitude l'absence de conscience,

mais l'absence de réfléchissement. » (Vermersch, 2000, p. 304). Le problème relatif aux niveaux de conscience dans lesquels se situent les processus de contrôle pour les apprentissages moteurs est abordé par Famose (Famose, 1991). Pour lui, la conscience du but à atteindre et des conditions dans lesquelles la réalisation doit se dérouler sont nécessaires et suffisantes à un « apprentissage intelligent » (au sens de Le Boulch, 1971).

21. Cette dimension fait écho à la notion (qui est en cours de formalisation) d'un « milieu-soi », telle que l'exprime Batézat-Battelier (Batézat-Battelier, 2017, 2018; Forest et Batézat-Battelier, 2013) dans le cadre d'un travail qui s'inscrit dans la théorie de l'action didactique conjointe et qui décrit, pour la musique, les processus sémiotiques en œuvre lors de situations didactiques ordinaires. Ce « milieu-soi » intègre l'attention au corps en tant qu'objet de connaissance, il renvoie à une forme de conscience de ce que l'on ressent.

22. Amade-Escot et Venturini illustrent cela notamment en badminton (Amade-Escot et Venturini, 2012) où « les rétroactions du milieu (au moins certaines d'entre elles) sont difficilement modélisables a priori, car elles ne peuvent être pensées indépendamment du type d'actions motrices produites (ou qui seront produites) par les élèves, elles-mêmes constitutives de l'agencement du milieu ». Dans un autre article Amade-Escot indique : « Les propriétés locomotrices, perceptivomotrices du corps (ou perceptivo-gestuelles selon Vergnaud) parfois de nature stratégiques (comme dans les sports collectifs, les sports de raquettes et les sports de combats), sont à la fois l'objet et le moyen (l'instrument) de la transformation. C'est pourquoi le milieu ne peut être conçu comme totalement antagoniste de l'élève, qui en constitue un des éléments. » (Amade-Escot, 2005, p. 95).

23. Bessot (2014, p. 219) : « Voilà ce qu'il écrivait en 1980 à propos de l'ingénierie "Rationnels et décimaux" dans lequel il parle d'"après coup". "C'est pourquoi il n'y a pas encore de méthodes naturelles de recherche. C'est seulement après coup qu'on peut mettre à l'épreuve le choix des variables pertinentes et acquérir la conviction qu'il est bon" (Brousseau, 1980, p. 52) ».

24. Dans la pratique instrumentale le savoir reste assertorique (on constate que...), on ne se place pas au niveau des raisons qui fondent les faits (démontrer que...). Nous renvoyons le lecteur aux analyses qu'effectue Pastré (Pastré, 2011) sur la théorie des situations didactiques au regard des spécificités entre didactique professionnelle et didactiques des disciplines. Il présente notamment deux situations d'apprentissage (dispositif de simulation de résolution de problèmes portant sur le réglage d'une presse à

injecter en plasturgie et dispositif de simulation de la taille de la vigne) qui présentent un milieu antagoniste, mais où « à aucun moment il n'est requis de justifier la stratégie employée par rapport au savoir mobilisé : ce dernier reste assertorique » (Pastré, 2011, p. 270).

RÉFÉRENCES

- Amade-Escot, C. (2005). Milieu, dévolution, contrat. Regard de l'éducation physique. Dans M.-H. Salin, P. Clanché et B. Sarrazy (dir.), *Sur la théorie des situations didactiques – Questions, réponses, ouverture. Hommage à Guy Brousseau* (p. 91-107). Grenoble : La Pensée Sauvage.
- Amade-Escot, C. et Venturini, P. (2009). Le milieu didactique : d'une étude empirique en contexte difficile à une réflexion sur le concept. *Éducation et Didactique*, 3(1), 7-43.
- Arsac, G., Germain, G. et Mante, M. (1988). *Problème ouvert et situation-problème*. Villeurbanne : IREM de Lyon.
- Artigue, M. (1988). Ingénierie didactique. *Recherches en didactique des mathématiques*, 9(3), 281-308.
- Artigue, M. et Douady, R. (1986). Note de synthèse. La didactique des mathématiques en France – Émergence d'un champ scientifique. *Revue française de pédagogie*, 76, 69-88.
- Astolfi, J.-P. et Peterfalvi, B. (1993). Obstacles et construction de situations didactiques en sciences expérimentales. *Aster*, 16, 103-141.
- Bachelard, G. (1938). *La formation de l'esprit scientifique. Contribution à une psychanalyse de la connaissance objective*. Paris : Vrin.
- Batézat-Batellier, P. (2017). *Une analyse des pratiques effectives de l'enseignement apprentissage d'un instrument de musique à l'école : entre individuel et collectif*. (Thèse de doctorat, Université de Bretagne Occidentale et de Genève, France/Suisse).
- Batézat-Batellier, P. (2018). Sémiose corporelle et sonore : peut-on parler d'un milieu-soi dans l'apprentissage d'un instrument de musique en orchestre à l'école primaire ? Communication lors du colloque de l'ARCD des 10 au 13 octobre 2018, Bordeaux. <https://arcd2018.sciences-conf.org/resource/page/id/15>.
- Bessot, A. (2003). Une introduction à la théorie des situations didactiques. *Les cahiers, Leibniz*, 91. <https://telearn.archives-ouvertes.fr/hal-00078794/document>.
- Bloch, I. (2002). Différents niveaux de modèles de milieu dans la théorie des situations. Dans J.-L. Dorier, M. Artaud, M. Artigue, R. Berthelot et R. Floris (dir.), *Actes de la 11e École d'été de didactique des mathématiques* (p. 125-139). Grenoble : La Pensée Sauvage.
- Bourg, A. (2006). *Phénomènes de transposition autour de deux œuvres extraites du Petit livre d'Anna Magdalena Bach : Des pratiques pianistiques du doigté à leur enseignement* (Thèse de doctorat). Université Paris Descartes, France.
- Bourg, A. (2008). Didactique de la musique : apports d'une approche comparatiste. Etude des notions de transposition didactique et d'organisation praxéologique pour l'enseignement/apprentissage du piano. *Éducation & Didactique*, 2(1), 69-88.
- Bourg, A. (2010). Des procédures pianistiques d'élèves débutants à leurs conceptions du doigté. *Les sciences de l'éducation – Pour l'ère nouvelle*, 43(1), 37-61.
- Bourg, A. (2011). *Propositions pour la recherche en didactique de la musique*. Dans J.-L. Leroy et P. Terrien (dir.), Actes du colloque des 27 et 28 novembre 2009 : *Perspectives actuelles de la recherche en éducation musicale*, IUFM d'Aix-en-Provence (p. 29-44). Paris : L'Harmattan.
- Bourg, A. (2013). *Savoirs musicaux et situations d'apprentissage : apports de la didactique professionnelle et de la didactique des mathématiques*, Congrès international de l'AREF, Toulouse, 27-30 août 2013. <http://www.aref2013.univ-montp2.fr>
- Bourg, A. (2014). De l'utilisation de la transposition didactique dans les travaux concernant les sciences de l'éducation musicale. *Recherches en Didactiques*, 18, 25-43.
- Bourg, A. (2017). Les conceptions du doigté chez les pianistes débutants. Essai de caractérisation. *Éducation et Formation* (revue Belge), n° e-307-02, 25-40.
- Bourg, A. (2021, sous presse). Le Milieu antagoniste en théorie des situations à usage didactique : une illustration des principes de fonctionnement pour les apprentissages musicaux. *Journal de Recherche en Éducation Musicale*.
- Bourg, A. et Guillot, G. (2015). La didactique de la musique au sein des didactiques disciplinaires : emprunts et comparatismes. *Recherche en Éducation Musicale* (Québec : Université de Laval), 32, 43-69.
- Brousseau, G. (1971 et 1972). Processus de mathématisation, *Cahiers de l'IREM*, 9 (1971), et *La mathématique à l'école élémentaire, Bulletin de l'association des professeurs de mathématiques de l'enseignement public*, numéro Spécial (1972), 428-442. <https://guy-brousseau.com/952/processus-de-mathematization/>.
- Brousseau, G. (1978). Les obstacles épistémologiques et les problèmes en mathématiques. *Recherches en didactique des mathématiques*, 4(2), 165-198.
- Brousseau, G. (1980). Problèmes de l'enseignement des décimaux. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 1(1), 11-58.
- Brousseau, G. (1981). Problèmes de didactique des décimaux. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 2(1), 37-127
- Brousseau, G. (1986a). Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 7(2), 33-115.
- Brousseau, G. (1986b). *Théorisation des phénomènes d'enseignement des mathématiques*. Thèse d'état, Université Sciences et Technologies – Bordeaux I,

- Bordeaux. <https://tel.archives-ouvertes.fr/file/index/docid/509225/filename/TheseetAnnexesGBA.pdf>.
- Brousseau, G. (1988). Les différents rôles du maître. *Bulletin de l'A.M.Q.*, Montréal, 14-24. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00497481/document>.
- Brousseau, G. (1989). Les obstacles épistémologiques et la didactique des mathématiques. Dans N. Bednarz et C. Garnier (dir.) *Construction des savoirs, obstacles et conflits* (p. 41-64). Montréal : Agence d'Arc.
- Brousseau, G. (1997). *La théorie des situations didactiques*, Cours donné lors de l'attribution à Guy Brousseau du titre de Docteur Honoris Causa de l'Université de Montréal. <http://guy-brousseau.com/wp-content/uploads/2011/06/MONTREAL-archives-GB1.pdf>.
- Brousseau, G. (1998). *Théorie des Situations Didactiques (1970-1990)*. Paris : La Pensée sauvage.
- Brousseau, G. (2010). Premières découvertes des Obstacles épistémologiques et didactiques, en *Mathématiques – Dossier n° 1, Obstacles épistémologiques*. <http://guy-brousseau.com/541/presentation-du-dossier-1-%C2%AB-obstacles-epistemologiques-%C2%BB/>.
- Brousseau, G. (2012). Des dispositifs Piagétiens... aux situations didactiques. *Éducation et Didactique*, 6(2), 103-129.
- Caverni, J.-P. (1988). La verbalisation comme source d'observable pour l'étude du fonctionnement cognitif. Dans J.-P. Caverni, C. Bastien, P. Mendelsohn et G. Tiberghien (dir.), *Psychologie cognitive : modèles et méthodes* (p. 253-273). Grenoble : PUG.
- Chevallard, Y. (1982). Sur l'ingénierie didactique, *Seconde École d'été de Didactique des Mathématiques* (5-17 juillet, Olivet). http://yves.chevallard.free.fr/spip/spip/IMG/pdf/Sur_l_ingA_c_nierie_didactique_-_YC_-_1982.pdf.
- Copé, S. et Houdement, C. (2010). Résolution de problèmes à l'école primaire française : perspectives curriculaire et didactique. Communication dans un congrès, *Colloque de la COPIRELEM*, Juin 2009, France. <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00959613/document>.
- Dahan, M. (2012). *Éléments de psychogénétique pour l'analyse et la conception de situations didactiques en classe de mathématique à l'école primaire – Application à la conception d'une séquence d'apprentissage de la catégorisation à l'école maternelle*. (Thèse de doctorat, Université de Nantes, France).
- Delignières, D. (1991). Apprentissage moteur et verbalisation. *Échanges et Controverses*, 4, 29-42.
- Dorier, J.-L. (dir.). (1996). *L'enseignement de l'algèbre linéaire en question*. Grenoble : La Pensée Sauvage.
- Douady, R. (1980). Approche des nombres réels. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 1(1), 77-110.
- Douady, R. (1984). Jeux de cadres et dialectique outil-objet. *Cahier de Didactique*, 3. Paris : IREM Paris-VII. <http://www.irem.univ-paris-diderot.fr/up/publications/IPS00002.pdf>.
- Douady, R. (1986). Jeux de cadres et dialectique outil-objet. *Recherches en didactique des mathématiques*, 7(2), 5-31.
- Douady, R. (1994). Ingénierie didactique et évolution du rapport au savoir. *Repères – IREM*, 15, 37-61.
- Drake, C. et Rochez, C. (2003). Développement et apprentissage des activités et perceptions musicales. Dans M. Kail et M. Fayol (dir.), *Les sciences cognitives et l'école : la question des apprentissages* (p. 443-479). Paris : PUF.
- Ehrlich, S., Oléron, G. et Fraïsse, P. (1956). La structuration tonale des rythmes. *L'année psychologique*, 56(1), 27-45.
- Fabre, M. (1999). *Situations-problèmes et savoir scolaire*. Paris : PUF.
- Famose, J.-P. (1983). Stratégies pédagogiques, tâches motrices et traitement de l'information. Dans J.-P. Famose, J. Bertsch, E. Champion et M. Durand (dir.), *Tâches motrices et stratégies pédagogiques en Éducation Physique et Sportive* (p. 9-21). Paris : EPS.
- Famose, J.-P. (1990). *Apprentissage moteur et difficulté de la tâche*. Paris : INSEP.
- Famose, J.-P. (1991). Apprentissage moteur et résolution de problème. Dans J.-P. Famose, P. Fleurance et Y. Touchard (dir.), *L'apprentissage moteur : rôle des représentations*. Paris : EPS.
- Fétis, F. (1840). *Méthode des méthodes de piano : Traité de l'art de jouer de cet instrument basé sur l'analyse des meilleurs ouvrages qui ont été faits à ce sujet et particulièrement des méthodes*. Paris : Schlesinger.
- Forest, D. et Batézat-Batellier, P. (2013). Apprentissage d'une pratique instrumentale en orchestre à l'école : une approche didactique. *Éducation & Didactique*, 7(3), 79-96.
- George, C. (1983). *Apprendre par l'action*. Paris : PUF.
- Gufoni, V. (2003/2004). Conceptualisation, verbalisations et adaptation comportementale à une tâche perceptivo-motrice. *Le travail humain*, 66, 305-328.
- Kiener, H. (1989). *Marie Jaëll. Problèmes d'esthétique et de pédagogie musicales*. Nantes : Éditions de l'Arche.
- Le Boulch, J. (1971). *Vers une science du mouvement humain*. Paris : ESF.
- Leplat, J. et Hoc, J.-M. (1983). Tâches et activité dans l'analyse psychologique des situations. *Cahiers de Psychologie Cognitive*, 3, 50-63.
- Margolinas, C. (1995). La structuration du milieu et ses apports dans l'analyse a posteriori des situations. Dans C. Margolinas (dir.), *Les débats de didactique des mathématiques* (p. 89-102). Grenoble : La Pensée Sauvage.
- Margolinas, C. (2004). *Points de vue de l'élève et du professeur. Essai de développement de la théorie des situations didactiques*. Note de synthèse pour l'habilitation à diriger des recherches en sciences de l'éducation. Université de Provence – Aix-Marseille I. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00429580v1/document>.
- Masataka, N. (2006). Preference for consonance over dissonance by hearing newborns of deaf parents and of hearing parents. *Developmental science*, 9(1), 46-50.
- Matheron, Y. (2010). *Contribution à l'étude du travail de la mémoire dans le processus d'enseignement et d'éducation*. Note de synthèse pour l'habilitation à diriger

- des recherches en sciences de l'éducation. Université de Provence – Aix-Marseille I. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00586293>.
- Mendelsohn, P. (1995). Peut-on vraiment opposer « savoirs » et « savoir-faire » quand on parle d'apprentissage? Dans A. Bentolila (dir.), *Savoirs et savoir-faire* (p. 21-40). Paris : Nathan.
- Orange, C. (2007). Quel Milieu pour l'apprentissage par problématisation en sciences de la vie et de la terre? *Éducation & Didactique*, 1(2), 37-56.
- Parncutt, R., Sloboda, J., Clarke, E., Raekallio, M. et Desain, P. (1997). An ergonomic model of keyboard fingering for melodic fragments. *Music Perception*, 14(4), 341-382.
- Pastré, P. (2008). Apprentissage et activité. Dans P. Rabardel et P. Pastré (dir.), *Didactique professionnelle et didactiques disciplinaires* (p. 53-79). Toulouse : Octarès.
- Perrin-Glorian, M.-J. (1994). Théorie des situations didactiques : naissance, développement, perspectives. Dans M. Artigue, R. Gras, C. Laborde et P. Tavnignot (dir.), *Vingt ans de didactique des mathématiques en France* (p. 97-147). Grenoble : La Pensée Sauvage.
- Perrin-Glorian, M.-J. (1999). Problèmes d'articulation de cadres théoriques : l'exemple du concept de milieu. *Recherches en didactique des mathématiques*, 19(3), 279-322.
- Perrin-Glorian, M.-J. et Baltar Bellemain, P.M. (2019). L'ingénierie didactique entre recherche et ressource pour l'enseignement et la formation des maîtres, *Caminhos da Educação Matemática em Revista/Online*, 9(1), 45-82. <https://pdfs.semanticscholar.org/72fb/714c2194b630afd3896bfca96ad969363584.pdf>.
- Piaget, J. (1975). *L'équilibration des structures cognitives*. Paris : PUF.
- Piaget, J. (1936/1977). *La naissance de l'intelligence chez l'enfant*. Paris : Delachaux et Niestlé.
- Robine, M. (2009). Analyse automatique du doigté au piano. *Journées d'informatique musicale*, avril 2007, Lyon, France (p. 106-112). <https://hal.archives-ouvertes.fr/file/index/docid/307936/filename/JIM07.pdf>
- Salin, M.-H. (2002). Repères sur l'évolution du concept de milieu en théorie des situations. Dans J.-L. Dorier, M. Artaud, M. Artigue, R. Berthelot et R. Floris (dir.), *Actes de la 11e École d'été de Didactique des mathématiques* (p. 111-124). Grenoble : La Pensée Sauvage.
- Schneider, M. et Mercier, A. (2005). *Situation adidactique, situation didactique, situation-problème : circulation de concepts entre théorie didactique et idéologies pour l'enseignement*. Dans AFIRSE (dir.), *Actes du colloque Didactiques : quelles références épistémologiques?* Bordeaux : Université Bordeaux II. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01995384>
- Sensevy, G. (1998). *Institutions didactiques. Étude et autonomie à l'école élémentaire*. Paris : Presses Universitaires de France.
- Sensevy, G. (2007) Des catégories pour décrire et comprendre l'action didactique. Dans G. Sensevy et A. Mercier (dir.), *Agir ensemble. L'action didactique conjointe du professeur et des élèves* (p. 13-49). Rennes : Presses Universitaires de Rennes.
- Sensevy, G. (2011). *Le sens du savoir. Éléments pour une théorie de l'action conjointe en didactique*. Bruxelles : De Boeck.
- Sloboda, J.A., Parncutt, R., Clarke, E. et Raekallio, M. (1998). Determinants of finger choice in piano sight-reading. *Journal of experimental psychology: Human perception and performance*, 24(1), 185-203.
- Vergnaud, G. (2005). Questions à Guy Brousseau. Questions de Gérard Vergnaud. Dans M.-H. Salin, P. Clanché et B. Sarrazy (dir.), *Sur la théorie des situations didactiques* (p. 18-28). Grenoble : La Pensée sauvage.
- Vermersch, P. (2000). Conscience directe et conscience réfléchie. *Intellectica*, 2(31), 269-311.
- Zenatti, A. (1967). *Perception et intelligence musicales chez l'enfant* (Thèse de doctorat de 3^e cycle) Université de Paris X, France.
- Zenatti, A. (1974). Perception et appréciation de la consonance musicale par l'enfant, entre 4 et 10 ans. *Sciences de l'Art-Scientific Aesthetics*, 9, 47-61.
- Zenatti, A. (1981). *L'enfant et son environnement musical. Étude expérimentale des mécanismes psychologiques d'assimilation musicale*. Issy-les-Moulineaux : Éditions EAP.
- Zenatti A. (1985). The role of perceptual-discrimination ability in tests of memory for melody, harmony, and rythm. *Music Perception*, 2(3), 397-403.