

Journée « Simplicité » au Collège de France (s 4)
20 Septembre 2010
Programme ANR *PerSemSoc*

9h-9h20 : J.-L. Petit,

De la Simplicité ou l'inférence dans la résonance.

9h30-9h50 : D. Bennequin,

Dualité simple/complexe.

10h-10h20 : P. Livet,

Simplicité et restructuration pertinente.

10h30-10h50 : G. Longo,

La complexité du temps et la simplicité de l'action protensive du vivant.

11h : Pause -----Café : Bâtiment de Biologie (rez de ch & 1^{er} ss-sol)-----

11h30-11h50 : F. Longy,

Identifier des fonctions : une stratégie simplexe pour comprendre notre environnement.

12h-12h20 : M. Mugür-Schächter,

Organisation des complexités par relativisations descriptionnelles.

12h30-12h50 : T. Pozzo,

Contrôle modulaire d'un système hyper-redondant.

13h-13h20 : J-L Petit,

Simplicité du geste dans la direction d'orchestre, mode de communication non verbal.

13h30 : Repas -----

15h-15h45 : Débat

16h30-18h : Concert de l'Orchestre Philharmonique Tokay, dir. Serâ Tokay.

Argumentaire de la Journée

« Simplicité et complexité du vivant : le geste »

1. Dans divers secteurs des sciences biologiques, on peut noter la récurrence d'un ancien paradoxe : la « simplicité » – réelle ou apparente – des solutions du vivant aux problèmes que la « complexité » de l'environnement (externe et interne) pose pour sa survie (Uri Alon, *Nature* 2007 ; Alain Berthoz, *La simplicité*, 2009 ; Leland H. Hartwell et al, *Nature* 1999 ; Ron Milo et al. *Science* 2002, 2004 ; Tal Kenet *Nature* 2003 ; Kestutis Kveraga et al. 2007 ; Hishshi Ohtsuki et al. *Nature* 2006). Cette nouvelle tendance peut se concevoir comme tentative de réponse à une difficulté que crée la multiplication des niveaux d'analyse. De la psychophysiologie de la posture et du comportement (voire de l'écologie de l'*Umwelt*) à la cartographie du cortex cérébral et à la biochimie des molécules, nos modes d'approche tendent à une spécialisation toujours plus poussée et telle qu'à chaque niveau le progrès de la recherche ouvre sur une complexité sans limites. Sans parler de l'intrication buissonnante des relations entre ces niveaux, relations qu'on découvre ne pas être seulement hiérarchiques, ascendantes ou descendantes, mais aussi hétérarchiques.
2. La difficulté, sans doute, est d'abord de nature épistémologique : le défaut d'un discours intégrateur capable d'articuler les uns avec les autres cette variété d'aperçus partiels en une conception unitaire du vivant devient moins tolérable à mesure qu'ils se multiplient. Mais elle n'est pas limitée à l'épistémologie, car personne ne croit que la vie a évolué de manière à ce que son fonctionnement nous devienne intelligible. La difficulté fondamentale est de nature ontologique ou ontique : comment des processus, qu'à travers leurs modélisations « sur le papier » nous devinons d'une formidable complexité, ont-ils pu rendre capables les organismes dans la Nature (ou les agents humains dans la société) de faire face en temps voulu aux contraintes du milieu ?
3. Pour les neurosciences cognitives le problème de la connaissance comme recherche de la vérité ne se présente pas sous la forme idéalisée par Descartes dans le *Discours de la Méthode* et dans les *Règles pour la direction de l'esprit*. Il est hors de question de vouloir ramener le compliqué au plus simple, afin de repartir du plus simple pour résoudre toutes les difficultés. La raison en est que le problème de la connaissance pour le chercheur se double « du problème de la cognition posé au cerveau », c'est-à-dire de ce que le chercheur interprète en ces termes, tout en se gardant de confondre la cognition avec l'acte de connaître, le cerveau avec un sujet connaissant. Impossible de sauvegarder la réciprocité entre l'analyse en éléments simples et le retour graduel à la complexité initiale par simple renversement de l'ordre de progression. Non seulement parce que les éléments simples appartiennent à d'autres sciences de même que les totalités, respectivement : chimie, physique – économie, sociologie, écologie. Mais, toute tentative de formulation du problème de la cognition cérébrale par analogie avec les conditions générales de la résolution de problème amène à subdiviser l'expérience individuelle en « tâches » distinctes et nous engage dans une énumération des tâches présumées pour le cerveau qui ne peut avoir aucun terme assignable. Comprendre comment il est possible pour l'organisme humain d'avoir un comportement adapté dans un environnement complexe et changeant, cette ambition, si limitée à première vue, est repoussée à une échéance toujours plus lointaine par la multiplication des tâches intermédiaires à accomplir. Le dialogue permanent de la vision ou de la perception et de l'action dans la vie quotidienne, où un même sujet percevant et agissant passe continuellement d'un contexte à un contexte nouveau, nous pose un

persistant défi. Témoins : l'écart toujours considérable entre la vision naturelle et « le traitement d'image » des ingénieurs, entre le mouvement humain de la marche et la déambulation des robots, la limitation des robots autonomes à des « petits mondes » sans commune mesure avec l'environnement ordinaire d'un agent humain, etc.

4. Dans la mesure où elle débouche sur un emboîtement sans fin de mécanismes et de fonctionnalités, une telle multiplication des niveaux d'analyse n'aide guère à comprendre comment il est possible que tout cela apparaisse en définitive de façon « simple » à quelqu'un dans son vécu. Car, quelle que soit la complexité interne que celui-ci recèle en tant qu'organisme, quelle que soit la complexité des lois des systèmes physiques environnants, le vivant est un individu autonome (en particulier une personne) actuellement plongé dans une certaine situation locale, qui se configure pour lui d'une façon typique qui le plus souvent correspond à ses anticipations, une situation aux exigences de laquelle ses capacités ordinaires lui permettent habituellement de répondre de façon relativement satisfaisante. L'adéquation entre la forme anticipée et perçue de la situation et la réponse normalement adaptative du vivant exclut la longue médiation qu'exigerait (d'après l'analogie entre la computation neuronale et le calcul humain) le traitement les unes à la suite des autres de complexités renvoyant en cascade à des complexités toujours nouvelles.
5. Qu'un *Lebenswelt*, monde de vie doué de sens pour un vivant, puisse venir à se manifester au sujet dans l'évidence, que la masse des mécanismes et processus inconscients qui sous-tendent sa vie organique puisse comporter une phase privilégiée telle que la perception consciente et la décision volontaire, que cette phase privilégiée soit en outre constituante pour toutes les autres phases en tant que porteuses de sens, de cela nous nous sommes fait un mystère. Notre science, engagée dans la fuite en abîme vers des niveaux toujours plus profonds de complexités sous-jacentes aux phénomènes, n'a plus de place pour l'idée même de la *phénoménalité* du vécu. Pour autant, la thèse phénoménologique du caractère originaire du phénomène, à travers la déclinaison variée qu'en donnent les œuvres de Husserl, Heidegger, Merleau-Ponty, etc., doit-elle être tenue pour périmée ?
6. N'avons-nous donc rien à redire à ce que dans l'intervalle entre les mécanismes physiologiques du milieu interne, d'une part, et les mécanismes physiques du milieu externe, d'autre part, la perception, l'action, toute cette continuelle interaction perceptive, pratique, affective, etc. entre un sujet percevant et agissant et les autres sujets au sein d'un monde commun qui constitue par son entrelacs le sol solide et permanent du vécu, tende à se réduire sous l'effet d'une sorte de vertige de l'explication à une interface sans épaisseur : insubstantielle, évanouissante, illusoire. « Sauver les phénomènes » : ici la formule ne renvoie pas comme autrefois au rétablissement de la régularité des mouvements des corps célestes malgré les irrégularités observées. Il s'agit plutôt de comprendre comment le vivant a trouvé moyen de ne pas se noyer dans sa propre complexité immanente. Il ne suffira pas de pointer du doigt au cas par cas le procédé appliqué pour résoudre telle ou telle difficulté. Ce qu'il faut ressaisir c'est la méthode générale du vivant pour rejoindre « la clairière de l'être » de l'évidence phénoménale et s'y maintenir fermement.
7. Si un paysan du Nordeste brésilien souhaite composer le nom de ses enfants d'un morceau du sien recollé à un morceau du nom de la mère, le fonctionnaire d'état civil ne lui refusera pas l'enregistrement. « La référence des noms propres n'est pas affectée par l'arbitraire de leur composition » : le principe vaut pour les noms de

personnes. S'applique-t-il aux expressions de concepts renvoyant à un état de choses abstrait ? Le fait pour un gouvernement d'hésiter entre la rigueur et la relance ne constitue pas une politique originale qu'on puisse désigner du terme composite de « rilance ». Qu'il suffise d'avoir recollé les morceaux des lexèmes 'simplicité' et 'complexité' en 'simplexité' pour gagner avec ce néologisme le bénéfice conceptuel de la simplicité tout en sauvegardant l'essentiel de la complexité d'un système biologique, c'est ce que nous ne devrions pas assumer sans un examen approfondi.

8. [D'après P. Livet] Plusieurs idées de simplexité semblent être en jeu : il importe de savoir si elles s'accordent entre elles, si elles résonnent les unes avec les autres :
- (1) Un procédé capable de contracter les données multiples d'un problème parce qu'il revient à une situation plus simple (système contractant, point fixe dans l'odorat) ;
 - (2) Une mise en perspective qui permette de déployer plusieurs approches comme autant de variantes d'une structure fondamentale (géométrie affine) ;
 - (3) La combinaison de plusieurs variables en une seule permettant de traiter le problème dans un espace plus simple – ou de passer du non linéaire au linéaire (poulies pour les muscles de l'œil, grille en triangles pour les repérages, variable complexe qui combine position, vitesse, accélération) ;
 - (4) La mise en œuvre de dispositifs qui répondent à un problème de plus grands degrés de liberté, tenant à des contraintes affaiblies (ex: non commutativité, conduction plus rapide pour le pied plus éloigné que la main, etc.) ;
 - (5) La modularité (elle simplifie localement, mais pose un problème plus complexe, celui des changements de référentiels appropriés entre modules) ;
 - (6) Le réemploi d'une même structure par des variantes pour traiter des problèmes différents (marche et course, mais cela pose le problème complexe de trouver les bonnes variantes) ;
 - (7) Le maintien d'une stabilité au sein de l'instabilité d'une dynamique (mais il s'agit de trouver les solutions pour le faire : maintenir la stabilité en rotation de la plateforme de la tête, lier perception, mouvement et usage du mouvement.

8. Les deux premières formes de simplexité consistent en des réductions de complexité qui auraient du mal et se recharger en complexité. Les deux suivantes posent le complexe comme simple globalement, mais ne peuvent pas non plus retrouver sa richesse (en analysant ce qui a été combiné), ni même retrouver une simplicité moins liée à des contraintes locales. Les deux suivantes partent d'une structure plus simple, mais demandent des transformations ou des changements de référentiels pour rendre compte de la complexité. La dernière pose le problème général, un problème qui a des solutions particulières, bien qu'on ne connaisse pas de stratégie générale pour trouver ces solutions. Il est donc possible qu'une certaine simplexité ne consiste pas forcément à trouver une stabilité dans une dynamique, mais à entretenir des dynamiques qui, si elles pouvaient être globalisées et sommées, donneraient une stabilité, alors qu'en fait, cette sommation n'est pas possible : nous ne disposons jamais à la fois des vertus de la stabilité et de celles de la dynamique, de celles des modules et des changements de référentiels, de la structure de base et de ses transformations. La simplexité, ce jeu de renvois entre la complexité sous-

jacente des structures et la simplicité manifeste du geste comportemental (saillance de l'objet perçu, valence affective d'une expression faciale, relation inverse entre vitesse et courbure de la trajectoire du mouvement biologique, etc.), la simplicité appelle une nouvelle épistémologie : une épistémologie qui rejette la totalisation insensible de l'axiomatique pour mieux éclairer cette mystérieuse capacité du vivant – comme « écart prolongé par rapport à l'équilibre dans une zone de criticité étendue » (Bailly, Longo) – de faire vivre sa propre dynamique constitutive. Mais ici, encore une fois, l'épistémologie renvoie à l'ontologie :

9. [D'après D. Bennequin] Contrairement au préjugé de la complexité des lois des systèmes physiques, les lois de la physique sont certainement simples elles aussi. En effet, à première vue, les phénomènes naturels sont complexes (une pierre qui tombe de la tour de Pise est loin d'être une masse ponctuelle dans un espace vide) ; tandis que la loi est "simple" car elle élimine la complexité en introduisant des symétries artificielles, "simplificatrices" (solution possible des points 1 et 2 ci-dessus). Cependant, en y regardant de plus près, on s'aperçoit que la complexité n'a pas disparu. D'abord, parce que la loi explique au moins en partie le phénomène (comme Hubel et Wiesel expliquent une partie de la réponse des cellules de V1). Mais, surtout parce qu'avec cette loi est opéré un déplacement conceptuel vers un espace de phase, ou au moins une utilisation de la notion de "vitesse" et d'accélération dont l'émergence au cours de l'histoire des sciences a été rien moins que simple. C'est là, un aspect du problème sur lequel la notion de simplicité nous fait avancer : un bon concept (ici en physique) dépasse la complexité sans la nier simplement. La physique ne manque pas d'exemples de changements de niveaux, montrant qu'un milieu complexe, avec une dynamique elle-même on ne peut plus complexe (au sens de Kolmogorov), peut tout de même donner lieu à des évolutions simples (prédits par l'ergodicité, ou mieux, par des "dualités"). On peut penser, mais cela reste à prouver, que l'évolution des organismes vivants procède de la même manière, mais que les outils pour en rendre compte demanderont une extension de la Physique, comme celle qu'a constitué la Chimie (c'était le point de vue de Heisenberg). Encore plus intéressant philosophiquement, la "conceptualisation" en Physique doit sans doute elle-même être incluse dans les processus de "simplicité" de la nature, qui incluent les sociétés modernes d'humains comme ils incluent aussi les facettes des yeux des mouches.

Résumés des exposés

De la Simplexité, ou l'Inférence dans la Résonnance

Jean-Luc Petit
*Université de Strasbourg
& LPPA Collège de France*

La littérature sur la cognition est le théâtre d'une controverse opposant le « direct » (perception des états mentaux d'autrui, compréhension des actions d'autrui, empathie, résonnance...) et « l'indirect » (inférence inductive, théorie de l'esprit, modèle interne, modèle bayésien, causalité Granger...). La vigueur de la polémique peut suggérer qu'il existe une irréductible opposition entre des options épistémologiques, voire même des intuitions ontologiques distinctes. Or, il n'est pas certain que les ressources conceptuelles mobilisées par les deux partis soient essentiellement différentes. Au contraire : il apparaît que la distinction, notamment entre l'approche de la « théorie de la théorie » et celle de la « simulation interne », qui continue de faire débat, est une distinction sans réelle différence, vu que les deux approches reposent sur le présupposé d'une cognition essentiellement représentationnelle et computationnelle et qu'elles s'appliquent aux phases complémentaires ou hiérarchiquement ordonnées d'un même processus cognitif. C'est ce que montrent les vicissitudes du paradigme des neurones miroir, tiraillé entre résonnance et inférence. L'idée de simplicité contient-elle une solution de compromis satisfaisante pour les exigences théoriques en présence ?

A. Berthoz, *La Simplexité* (2009); A. Berthoz et J.-L. Petit, *Physiologie de l'action et phénoménologie* (2006).

Dualité simple/complexe

Daniel Bennequin
*Université Paris VII Diderot, Institut de Mathématiques
& LPPA Collège de France*

- 1) Qu'appelle-t-on simple en mathématiques ? Pour un groupe, une singularité, un concept ou une démonstration ? Un nouveau concept peut simplifier une démonstration compliquée ; exemple : le théorème de Pythagore et les formes bilinéaires symétriques. Une intuition naît, une autre s'éloigne. Raccourci ou tour de Babel ?
- 2) En Physique, les objets simples sont les particules élémentaires. Pourquoi est-il si compliqué d'y accéder ? Est-ce la dualité du champ et de la particule qui le teste ? Dualité de l'ordre et du désordre. Dualité entre monopôles magnétiques et particules électriques : un élément simple d'un côté est un champ compliqué de l'autre.
- 3) Du point de vue de la topologie des informations, le simple est marginal du complexe. Dualité de Poincaré. Dualité de Fourier.
- 4) Qu'est-ce que l'espace ? Le plus simple, selon Poincaré et Galois, est le groupe des déplacements, le plus complexe est le point. Même chose pour le mouvement, l'invariance est simple, le geste est complexe. D'ailleurs tout tient dans l'acte le plus simple.

Simplexité et restructuration pertinente

Pierre Livet

Université de Provence

Quand on tente de construire une typologie des différentes facettes de la notion de simplicité, il semble tout d'abord qu'on puisse y trouver des dualités. La première est la dualité entre les solutions données à des problèmes, et les problèmes qui guident des solutions. Ainsi la combinaison de plusieurs variables en une seule pour pouvoir traiter un problème dans un espace plus simple est une solution (partielle) à un problème, alors que mettre en œuvre des dispositifs qui permettent plus de degrés de liberté, ou qui admettent la non commutativité, c'est poser un problème qui nous guide vers un ensemble de solutions. La seconde est la dualité entre une perspective par focalisation sur un état, un point critique ou organisateur – point fixe, système contractant, etc. – et une perspective qui s'élève du focal au générique pour pouvoir réutiliser des opérations similaires selon de multiples variantes (recours à une géométrie affine, par exemple). La troisième est la dualité entre une perspective qui traite un problème à un seul niveau de formulation (point fixe, espace unique) et une perspective qui fonctionne à un niveau d'emboîtement supérieur (par exemple, la modularité présuppose comme emboîtée la résolution de systèmes avec points fixes, ou avec transitions critiques, et elle pose le problème de son emboîtement dans d'autres perspectives plus transversales).

Cette typologie a, grâce à ces dualités, des propriétés intéressantes, puisque l'on peut combiner ces dualités entre elles. Mais elle reste statique. Il est tout aussi suggestif de passer à une vision dynamique de la simplicité, en s'interrogeant sur les transitions critiques qui peuvent amener une réorganisation de la complexité du système nerveux et corporel. Le modèle général semble pouvoir être le suivant. Il est nécessaire de disposer de plusieurs processus qui explorent un espace de possibilités. Il faut ensuite que les interactions avec l'environnement produisent une sorte de cristallisation sur des propriétés saillantes d'une situation. Il y a saillance parce que les propriétés structurelles de la situation provoquent une transition critique dans les interfaces entre différents systèmes de l'organisme – ce que nous nommons, après coup, une évaluation de la situation par rapport à des tendances et besoins de l'organisme. La saillance va donc de pair avec une prégnance. La transition critique déclenche une réorganisation partielle des possibilités dynamiques du système nerveux et de ses extensions corporelles, réorganisation qui est focalisée sur cette saillance prise maintenant comme « solution », sur le mode du « supposons le problème résolu ». Le problème en question est alors déterminé en fonction de cette solution, et la réorganisation en cause est ainsi renforcée par rapport à d'autres dynamiques possibles.

Ainsi, au lieu que le système ait à identifier en quoi la situation déjà déterminée est pertinente pour la satisfaction de ses besoins – ce qui supposerait l'existence d'un dispositif supplémentaire d'évaluation de la situation en fonction des besoins, en sus du fonctionnement du système d'action – c'est la capacité de la situation – qui comprend la structure de l'environnement et celle des dynamiques du système – à provoquer cette réorganisation focalisée et sélectionnante – à condition que la sélection ainsi provoquée reste dans le bassin de viabilité du système – qui assure du même coup et l'évaluation et le fonctionnement pertinent. Nous pouvons nommer « restructuration pertinente » tout ce processus.

Il restera à montrer comment nous pouvons relier la typologie des modes de simplicité et le fonctionnement de leurs dualités avec la dynamique de la restructuration pertinente. On devine assez bien déjà comment cela peut fonctionner – les différentes dualités sont les

unes pour les autres des modes de restructuration pertinente – et ce sera le troisième temps de l'exposé.

***La complexité du temps
et la simplicité de l'action protensive du vivant***

Giuseppe Longo
<http://www.di.ens.fr/users/longo>
LIENS – CNRS & Ecole Normale Supérieure
CREA Ecole Polytechnique

L'action du vivant est "simple" car elle est toujours le résultat d'un geste protensif. Ce geste est rendu possible par la rétention d'un vécu qui permet de construire une géodésique relative à l'espace de l'action. Mais le temps du vivant, qui permet ce "présent étendu" par la rétention et la protension, est épistémiquement complexe : pour le comprendre, on doit le représenter dans une variété bidimensionnelle et ajouter à l'irréversibilité du temps physique celle propre à la (re-)construction permanente de tout organisme et à l'asymétrie rétention/protension. On essaiera de corréler cette intelligibilité de l'action et du temps avec certains aspects de la "simplicité".

F. Bailly, G. Longo, *Mathématiques et sciences de la nature. La singularité physique du vivant*, Hermann, Paris (2006, tr. angl. 2010);
F. Bailly, G. Longo, M. Montévil, *A 2-dimensional Geometry for Biological Time* (2011);
G. Longo, M. Montévil, *Protention and retention in biological systems* (2011).

***Identifier des fonctions: une stratégie simplexe
pour comprendre notre environnement***

Françoise Longy
Université de Strasbourg

Aussi bien dans la recherche scientifique que dans la vie quotidienne, nous cherchons souvent à identifier quelle est la ou les fonctions d'un objet, d'un organe, d'un comportement, ou de leurs parties et composants. Pourquoi ? Quel bénéfice cognitif et pratique tirons-nous d'une vision "fonctionnaliste" des choses ? Les analyses philosophiques de ces trente dernières années relatives à l'attribution fonctionnelle ont laissé cette question largement sans réponse. Je chercherai à y répondre en montrant qu'identifier une fonction est un principe simplificateur extrêmement puissant dès qu'il s'agit de comprendre et de maîtriser un environnement complexe où le hasard a toujours sa part. En particulier, je montrerai que l'attribution d'une fonction sert à dégager une ligne de force causale à partir de laquelle il devient possible (1) de détecter de nouvelles opportunités ou faisabilités gibsoniennes, (2) d'expliquer la permanence de certaines propriétés en même temps que la plasticité des structures qui la sous-tendent et (3) de prédire de façon fiable, mais non certaine, le futur.

Organisation des complexités par relativisations descriptionnelles

Miora Mugür-Schächter

L'on montre très schématiquement comment, dans le cadre de la méthode de conceptualisation relativisée, les complexités peuvent être séparées les unes des autres, organisées et mesurées.

V. Schächter, Complexity Measures Viewed Through the Method of Relativised Conceptualisation, *Quantum Mechanics, Mathematics, Cognition and Action: Proposals for a Formalised Epistemology*, M. Mugur-Schächter & A. van der Merwe, eds., Kluwer (2003).

Contrôle modulaire d'un système hyper-redondant

Thierry Pozzo

INSERM/U887 Motricité – Plasticité

Université de Bourgogne, Faculté des Sciences du Sport

La saisie manuelle et l'équilibre bipédique sont deux fonctions essentielles de la motricité humaine. Néanmoins les mécanismes assurant la coordination et la planification de ces composantes sont mal connus. Parmi les questions non résolues figure celle de savoir si, lors d'une tâche de saisie impliquant tout le corps, le contrôle postural et la saisie manuelle font partie de la même commande ou bien sont contrôlés séparément. Nous montrons dans cette étude que le contrôle postural et la commande assurant le pointage manuel reposent sur une organisation modulaire flexible. Une analyse en composantes principales et des corrélations intersegmentaires est utilisée pour extraire les couplages angulaires locaux et globaux lors d'une tâche de pointage vers une cible nécessitant la flexion du tronc vers la cible. La première étude révèle une organisation simplifiée de la chaîne articulaire redondante dont les articulations co-varient, permettant l'atteinte de la cible et le maintien du centre de masse à l'intérieur de la base d'appui. Dans la seconde étude, la trajectoire du centre de masse et du doigt sont contraints en demandant au sujet d'atteindre la cible depuis une position debout sur un support réduit, ou bien en conservant les genoux tendus ou enfin en déplaçant le doigt selon une trajectoire imposée droite ou exagérément courbe. La co-variation angulaire enregistrée en condition nominale est robuste aux contraintes d'équilibre. En revanche lorsque la contrainte est appliquée sur la trajectoire du doigt, la structure de coordination est décomposée en deux modules correspondant à une dissociation bras/tronc et jambe, dont l'un est dépendant et l'autre indépendant de la tâche. Les résultats d'une simulation numérique supportent l'hypothèse d'une intégration des modules posturaux et focaux au sein d'une même commande, et suggèrent l'existence de primitives nominales stables et robustes pouvant être combinées ou séparées selon l'ajout de contraintes ou encore complétées par des modules secondaires.

***Simplicité du geste dans la direction d'orchestre
mode de communication non verbal***

Jean-Luc Petit
*Université de Strasbourg
& LPPA Collège de France*

En prélude au concert dirigé par Serâ Tokay, j'envisage de présenter la direction d'orchestre comme contre-exemple à la théorie selon laquelle les capacités humaines de contrôle volontaire de tâches multiples seraient limitées à 2 tâches simultanées (Koechlin et al. *Science* 2010). Normalement nous appliquons nos capacités de contrôle volontaire à une tâche unique. Si nécessaire, la responsabilité de la fonction de contrôle assurée par le lobe frontal pourrait éventuellement être répartie sur les deux hémisphères cérébraux pour permettre la poursuite de deux buts distincts. Mais le fait d'attribuer des ressources cérébrales à la tâche primaire en attendant la réalisation de la tâche secondaire représenterait déjà une gêne pour l'accomplissement de cette tâche secondaire. Et au delà de deux tâches nous serions de plus en plus mauvais. Je soupçonne que cette théorie est obnubilée par l'anatomie grossière du cerveau : nous avons deux hémisphères cérébraux, pas plus, donc nous pouvons contrôler deux tâches et pas plus! Cette théorie ignore les ressources de plasticité fonctionnelle induites par l'apprentissage, notamment dans la pratique artistique. Très généralement cette pratique revient à déconstruire des synergies naturelles (l'opposition des deux mains) pour les remplacer par des configurations motrices qui sont des montages artificiels stabilisés par l'apprentissage (indépendance des mains, déliage des doigts, etc.). On donnera des exemples dans la direction d'orchestre de la mobilisation des capacités de contrôle volontaire du chef d'orchestre par plus de deux tâches en même temps, ou plutôt par plusieurs tâches échelonnées dans une temporalité stratifiée où l'anticipation naturelle perfectionnée par la pratique artistique joue un rôle déterminant.

L. Fadiga, Yi Li, J.-L. Petit, S. Tokay, Projet *SIEMPRE* – Social Interaction and Entrainment using Music PeRformance Experimentation (recherche en cours).