

L'EPS, une éducation à la complexité

Didier Delignières
Université de Montpellier

Publié le 10 novembre 2019

<https://didierdelignieresblog.wordpress.com/2019/11/10/leps-une-education-a-la-complexite/>

Le problème n'est pas de complexifier l'EPS, mais d'en faire une éducation à la complexité

A l'heure actuelle, les concepts de complexité et de compétence connaissent une effervescence certaine. Que ce soit dans les textes officiels ou dans la littérature professionnelle, il convient d'en émailler doctement son discours. On parle ainsi de « tâches complexes », de « situations complexes », de « compétences propres », de « compétences méthodologiques », de « compétences sociales », de « compétences attendues », etc. Faisant partie de ceux qui ont depuis quelques années déjà tenté d'attirer l'attention sur ces concepts, je reste parfois dubitatif lorsque je vois ce que les uns et les autres en font. Et là on se dit que l'on n'a pas dû être clair, et qu'il va falloir revenir un peu aux fondamentaux... Mais on apprend beaucoup de la manière dont on n'est pas compris.

En fait, ces concepts subissent souvent un syndrome d'*assimilation*, que l'on peut définir en se référant à Piaget (1937) comme le fait d'appréhender un problème nouveau en le ramenant à quelque chose que l'on connaît déjà. Nous avons récemment tenté d'analyser ce type de dévoiement conceptuel à propos des compétences (Gottsmann & Delignières, 2016).

Il me semble nécessaire de revenir sur trois concepts de base : les systèmes complexes, les situations complexes, et les compétences, afin d'en proposer des définitions opérationnelles. Il ne s'agira pas de ces définitions ramassées, dont sont friands les candidats aux concours de recrutement, et qui tentent d'épuiser la substance d'un concept en un énoncé court et définitif. Une définition utile doit examiner toutes les circonvolutions d'un concept, le travailler dans ses moindres recoins, afin d'éviter d'en rester à des approximations de surface.

Les systèmes complexes

On ne peut manquer à ce niveau de faire référence à Edgar Morin (1990), qui définit la complexité comme ce qui est « infiniment enchevêtré ». D'un point de vue formel, un système complexe est composé d'une myriade d'éléments en interaction, et la complexité est le résultat de la densité de ce réseau. Un système complexe est doté de propriétés macroscopiques, qui émergent des interactions et qui ne peuvent être expliquées par les éléments pris isolément. Ce que l'on résume souvent par l'idée que le système est davantage que la somme des éléments qui le composent. Certains traduisant la proposition précédente en estimant que le système est la somme des éléments *plus autre chose*, mieux vaudrait dire sans doute que le *système est autre chose que la somme des éléments qui le constituent*.

Ce qui entraîne un principe fondamental : on ne peut comprendre ou analyser un système complexe par l'étude séparée de ses éléments. C'est un principe premier, et qui s'oppose à tout ce que la pensée classique a pu imposer à la rationalité commune : notamment l'idée cartésienne selon laquelle si un problème est trop compliqué, il convient de le découper en parties que l'on s'attachera à résoudre de manière séparée.

Une autre caractéristique des systèmes complexes est la difficulté de prédire leur évolution. La science classique suggère que tout système peut être entièrement capturé par un modèle, qui doit permettre de manière déterministe de prédire son devenir. Mais Le Moigne (1999) définit justement la complexité comme une « irréductibilité à un modèle fini » : il est impossible de proposer un modèle susceptible de « capturer » l'ensemble du système. Un système complexe peut laisser entrevoir un spectre d'avenirs possibles, mais certainement pas un devenir certain.

En lien avec la propriété précédente, un système complexe ne se prête pas aux causalités classiques. En particulier, la proportionnalité traditionnellement espérée entre magnitude des causes et taille des effets peut être singulièrement malmenée dans de tels systèmes : c'est ce qu'illustre « l'effet papillon », suggérant qu'une cause insignifiante peut déboucher sur un effet catastrophique (Lorenz, 1972).

Enfin un système complexe possède une propriété dite de « dégénérescence » (Tononi, Sporns & Edelman, 1999; Delignières & Marmelat, 2013), constituée d'une part d'une certaine redondance (la défaillance d'un élément pouvant être compensée par la mise en jeu alternative d'un autre) et de capacités évolutives (un élément ou un sous-système pouvant modifier sa fonction initiale). Cette propriété permet à un système complexe de conserver une certaine stabilité face aux perturbations (robustesse), mais aussi de modifier son comportement lorsque ces perturbations excèdent un certain seuil (adaptabilité).

Ces propriétés formelles paraissent parfois ésotériques, et peu opérationnelles pour rendre compte des phénomènes réels. La complexité a cependant ces dernières décennies diffusé dans la plupart des champs scientifiques. On peut notamment citer la physiologie, où la complexité des organismes est considérée comme un gage de santé et de fonctionnement pérenne (Goldberger, Peng, & Lipsitz, 2002 ; Hausdorff et al., 1995), les sciences du mouvement humain avec les théories de l'émergence des coordinations motrices (Kelso, 1995), la psychologie cognitive avec la théorie de l'énaction (Varela, 1989), l'écologie avec l'analyse des écosystèmes comme systèmes complexes (Fisher, Lindenmayer, & Fazey, 2004), l'économie avec l'application des modèles d'auto-organisation à l'évolution des marchés financiers (Scheinkman & Woodford 1994), les théories de l'évolution qui suggèrent que c'est la complexité des espèces qui détermine leur survie et leur adaptation (Whitacre & Bender, 2010), ou encore les sciences politiques, avec le constat d'une différenciation croissante des sociétés humaines (Luhmann, 1999). L'adoption du point de vue de la complexité est le plus souvent revendiquée à cause de l'incapacité des approches plus classiques de rendre compte du fonctionnement réel des systèmes étudiés.

Les situations complexes

Sur ces fondements théoriques, il est possible de tenter de définir les « situations complexes », concept encore flottant et aux contours incertains. Une situation complexe est un système (évidemment complexe) dans lequel sont impliqués un ou plusieurs acteurs. Ce système inclut également un environnement matériel, des règles, des normes et des valeurs, il s'inscrit dans une culture et une histoire. Une telle situation est

nécessairement finalisée : cette finalisation peut être précise (un objectif à atteindre), ou plus floue (pérenniser ou améliorer le fonctionnement de la situation). Il est important également de noter que la finalité du système peut évoluer selon les intentions des acteurs qui y sont impliqués : la dynamique du système peut entraîner une réorientation de ses objectifs, au fil des oppositions, négociations, et compromis entre acteurs. Cette définition a une conséquence importante : *une situation complexe n'est pas extérieure à l'acteur. Ce dernier n'est pas confronté à une situation complexe, il fait lui-même partie de cette situation et participe à sa complexité.* On peut noter à ce niveau que le concept de situation complexe se différencie clairement du concept plus traditionnel de tâche, qui était définie à l'origine comme un dispositif (but, aménagement matériel, critères de réalisation et de réussite), extérieur au sujet (Famose, 1982).

Une situation complexe est avant tout mal délimitée, et c'est sans doute sa caractéristique essentielle. Cela signifie qu'il est impossible de déterminer a priori ce qui appartient à la situation et ce qui lui est étranger. Ce sont les acteurs, impliqués dans la situation, qui décident de prendre en compte tel ou tel élément (et donc de l'intégrer à la situation), ou de l'ignorer. Ce qui suppose également que si la situation implique plusieurs acteurs (ce qui est le cas le plus fréquent), chacun construira sa propre situation, en fonction de la nature de son engagement. Là encore, la situation complexe se démarque des conceptions plus classiques liées à la tâche, dont les éléments constitutifs étaient strictement délimités.

Il y a toujours de multiples manières de faire évoluer favorablement une situation complexe. Il est toujours possible de faire autrement, et même de renoncer si cela s'avère (du moins momentanément) l'option la plus pertinente. Là encore, la situation complexe s'écarte résolument de la tâche, qui était le plus souvent conçue pour canaliser le comportement de l'élève vers une solution attendue, et dans laquelle la renonciation était synonyme d'évitement ou d'échec.

Le fait que la situation soit coutumière ne réduit en rien sa complexité. Une situation complexe ne se reproduit jamais à l'identique, et c'est une conséquence directe de sa complexité. On dit pourtant fréquemment que les situations complexes doivent nécessairement être inédites, comme si tout entraînement préalable en déflorait la complexité. Je reviendrai dans la partie suivante, consacrée aux compétences, sur ces arguments.

On comprendra que l'existence des êtres humains est une traversée sans cesse recommencée de situations complexes : la vie professionnelle, la vie familiale, les activités de loisir, les engagements associatifs, syndicaux et politiques, sont autant de situations complexes dans lesquels l'individu doit construire son chemin, et qui de plus interagissent entre elles. De nombreux auteurs s'accordent par ailleurs à constater une complexité croissante de la société (Luhmann, 1999 ; Morin, 1990 ; Serres, 2012). « *Tout au long de son évolution sociale le genre humain a ajouté des structures et systèmes toujours plus complexes à ceux existants : complexification des inter-dépendances, complexification des techniques, complexification des rapports sociaux* » (Roussilhe, 2017). A une structuration hiérarchique rigide succèdent des organisations de plus en plus déconcentrées, tiraillées entre décideurs divers, accroissant l'autonomie des acteurs. Chacun doit se positionner au sein d'alternatives incertaines, sous une pression temporelle de plus en plus forte, écartelé entre des idéologies difficilement conciliables. Serre (2012) montre comment à l'heure actuelle la disponibilité de l'information modifie complètement les rapports de savoirs, dans une société de plus en plus transversale.

La compétence

On a souvent essayé de définir la compétence en listant ce qu'elle est supposée englober : des connaissances, des savoir-faire, des attitudes¹. Une telle énumération ne permet cependant pas d'exprimer la substance du concept, et il semble nécessaire d'en avoir une définition avant tout fonctionnelle : *la compétence est ce qui permet de faire évoluer favorablement une situation complexe*. On pourra trouver cette définition bien triviale et peu scientifique, et on aurait sans doute préféré y trouver des concepts plus assurés. Dans son grain de généralité, elle me paraît cependant la plus utile.

Pour approfondir cette définition, on peut se référer au principe énoncé par Ashby (1956), qui affirme qu'un système complexe ne peut être contrôlé que par un système de complexité équivalente. La compétence est elle-même un système complexe, et doit posséder une complexité équivalente à celle de la situation dans laquelle le sujet est plongé. En d'autres termes, *il n'y a pas de solution simple à un problème complexe. Etre incompetent, c'est avant tout posséder une compétence insuffisamment complexe*. Roussilhe (2017) pointe les dangers de la simplification des problèmes : « *plus on ignore cette complexité croissante plus on se détache du réel car notre perception et compréhension du monde devient exponentiellement fragmentaire et inexacte* ». Les solutions simplistes, les boucs émissaires trop rapidement identifiés tendent à rassurer et constituent un fond de commerce fructueux pour les populistes de tous poils.

La compétence n'est donc pas une somme de connaissances, de savoir-faire, d'attitudes, mais est fondée sur les interactions dynamiques qui lient potentiellement ces ressources². Il faut comprendre « dynamique » au sens où ces interactions sont évolutives, adaptatives. Il n'existe pas de combinaison idéale de ressources qui permettrait à coup sûr de maîtriser une situation complexe. La mise en œuvre des compétences ressemble davantage à un « bricolage averti » qu'au recours à une algorithmique rationnelle. La compétence est avant tout une capacité stratégique, qui permet d'identifier les problèmes pertinents, d'en juger l'intérêt (Perrenoud, 1999). De ce fait, la compétence interagit avec la situation et la fait évoluer.

Les réflexions précédentes suggèrent également une propriété importante : la singularité des compétences. Dans une situation complexe similaire, chacun va aborder le problème avec ce qu'il est, son histoire, sa culture et sa personnalité, ses savoir-faire et ses expériences antérieures. Chacun construit ainsi sa compétence de manière singulière.

Si la compétence est une capacité à trouver des solutions favorables dans des situations complexes, ce n'est certainement pas dans le sens classique des « situations de résolution de problème ». J'ai été stupéfait de lire cette affirmation de Crahay (2006) : « *la mobilisation automatisée d'une architecture de connaissances face à une situation complexe mais coutumière ne mériterait pas la qualification de compétence. [...] En conséquence, un chirurgien, qui réussit pour la quarantième fois une transplantation cardiaque ne fait pas preuve de compétence* ». Cette assertion n'a aucun sens. La compétence s'exprime avant tout dans l'exercice quotidien et coutumier des métiers, toujours répété, mais jamais identique. C'est dans la répétition et la permanence des issues favorables que la compétence se révèle. Parfois l'inédit peut évidemment survenir, et la compétence devra alors permettre de l'absorber. Mais il n'est pas de l'essence de la compétence de sans cesse faire face aux situations d'urgence.

La compétence oblige à penser différemment l'échec et la réussite, et d'une manière générale les procédures d'évaluation. On a compris que dans une situation complexe,

l'idée d'un « comportement attendu » n'a guère de sens. L'excellence peut justement se manifester dans la production d'un comportement absolument inédit. Par ailleurs, on a vu que le renoncement ne pouvait être considéré comme une preuve d'incompétence. D'une manière générale, le principal critère qui semble pouvoir être retenu est la pertinence du comportement, vis-à-vis de l'évolution de la situation complexe. Et là encore, de nombreuses dimensions peuvent être distinguées pour juger de cette pertinence. Il peut s'agir évidemment de performance, individuelle et collective. C'est souvent la seule dimension retenue dans le cadre de l'enseignement, car fortement ancrée dans les traditions scolaires. Mais on peut aussi penser que le fait de permettre la pérennité de la situation, c'est-à-dire de préserver la possibilité d'en rééditer l'exercice, est un critère essentiel. On retient rarement cet aspect dans le cadre scolaire, mais dans la vie réelle, il est particulièrement prégnant : les individus, le groupe, les infrastructures matérielles, doivent sortir indemnes et si possible renforcés de cet exercice de la complexité. Enfin on pourrait ajouter un dernier critère, la satisfaction que les acteurs pourront tirer de cette expérience, principal déterminant de leur motivation à aller encore plus loin dans la complexité de leurs projets.

Une éducation à la complexité

A ce niveau du raisonnement, on aura compris que si l'École envisage de préparer les élèves à leur vie future, professionnelle, relationnelle, citoyenne, elle doit leur apprendre à agir dans le cadre de situations complexes, telles que définies précédemment, et donc leur permettre de construire les compétences correspondantes.

Je conçois évidemment que cette évolution puisse représenter une révolution épistémologique majeure, un changement de logiciel pour l'École. Aït Abdelmalek (2004) dans une analyse approfondie des travaux d'Edgar Morin, trace ainsi les contours d'une telle éducation à la complexité : il s'agirait notamment de « *fournir une culture qui permette de distinguer, globaliser, contextualiser et aborder les problèmes fondamentaux* », de « *préparer les esprits, d'une part, à répondre aux défis que pose à la connaissance humaine la complexité croissante des problèmes, d'autre part, à affronter les incertitudes* », et d'« *éduquer pour la compréhension entre les citoyens et les groupes* ». C'est bien une éducation à la complexité du monde et des activités humaines qui est ici dessinée. La Charte des Programmes de 2014 était dans cette ligne en affirmant que « *les savoirs enseignés à l'école doivent aider les élèves à se repérer dans la complexité du monde* », et le Socle Commun des programmes de 2015 est évidemment dans cette ligne quand il évoque une « *appropriation croissante de la complexité du monde (naturel et humain)* », ou l'idée que « *se représenter le monde dans sa complexité et ses processus passe par des réalisations de projets* ».

La question qui se pose alors est celle de la contribution effective de chaque discipline scolaire aux objectifs du Socle, et en particulier de l'EPS. Je me suis déjà exprimé à plusieurs reprises sur ce sujet (voir Delignières, 2016, 2019). Il me semble que les pratiques de référence de la discipline constituent un volet essentiel des situations complexes que peuvent traverser les individus dans nos sociétés, et que pour peu que l'EPS respecte la complexité de ces pratiques, sa contribution au Socle Commun n'a guère à être démontrée (ce qui est sans doute plus problématique pour d'autres disciplines scolaires).

Les enseignants d'EPS restent cependant profondément attachés à une centration sur l'apprentissage des techniques motrices, des « compétences propres à l'EPS ». Les critiques adressées au Socle Commun de 2015, supposé mettre la discipline au service

de finalités qui lui étaient étrangères, montrent que les mentalités ne sont pas encore tout à fait prêtes. On peut aussi rappeler le récent [rapport de la Cour des Comptes](#), qui affirme que « *les programmes d'enseignement visent en France moins à faire accéder les élèves à des performances physiques qu'à développer des compétences [...] liées à des notions comme la socialisation, l'apprentissage de la citoyenneté et le rapport avec la santé* ». Bien que n'émanant pas de professionnels de la discipline, ces propos révèlent un « sens commun » tendant à renvoyer l'EPS à ce qui devrait être ses fondamentaux. On sent aussi pointer ça et là le retour d'odes à la « *littérature physique* », c'est-à-dire « *l'apprentissage des mouvements physiques de base* » : on pourra consulter à ce niveau l'article de Massé (2019), qui bien qu'émanant de la culture canadienne de l'Education Physique résonne avec un certain nombre de publications hexagonales évoquant plus particulièrement les méfaits de la sédentarité sur les capacités d'endurance chez les jeunes.

L'EPS, une éducation à la complexité... J'imagine que certains vont s'attacher à crédibiliser cette proposition en arguant qu'elle minore la « pertinence motrice » de la discipline. Je pense avoir suffisamment dénoncé l'impossibilité qui était faite aux élèves d'apprendre quoi que ce soit en EPS pour que l'on évite ce type de procès (Delignières, 2004). Ce serait aussi oublier que les compétences qu'il convient selon moi de développer en EPS tirent leur sens et leur pertinence des habiletés motrices qu'elles intègrent et exploitent. Je peux entendre qu'aux premiers niveaux de la scolarité obligatoire le développement de la motricité soit mis au premier plan. Mais dans l'enseignement secondaire l'EPS possède une autre pertinence, et ce serait passer à côté des missions de l'Ecole de ne pas le reconnaître. A moins de vouloir demeurer à toutes forces une discipline « complètement à part ».

Je sais aussi que certains aiment à considérer que le débat sur les compétences reste une affaire de théoriciens déconnectés des réalités de terrain, et que l'essentiel est ailleurs. Ainsi Couturier (2005) estime que le plus important est de « *proposer par APSA les éléments « clé » (quelle que soit la formulation compétences, connaissance...) qui marque les étapes dans l'apprentissage et l'acquisition de réels pouvoirs* ». Le « *quelle soit la formulation* » est savoureux. Comme si tout ceci n'était qu'une question de vocables, et non de conceptions. Affadir un concept, c'est la meilleure manière d'éviter de s'y confronter. Comme l'exprime justement Bordes (2014), « *lister des comportements et les baptiser « compétences » est-ce une avancée ?* ».

Si les concepts de complexité et de compétence sont dans l'air du temps et ont envahi la doxa institutionnelle, leur opérationnalisation demeure incertaine. Les enseignants abordent le plus souvent cette question sur la base de leurs habitudes professionnelles, basées sur la tâche d'apprentissage et les ressources qu'elle sollicite. Cette tendance est marquée dans les travaux actuellement réalisés sur le concept hybride de « tâche complexe ». Conscients du caractère simpliste, canalisateur, des tâches motrices traditionnellement utilisées, certains tentent par exemple de complexifier la tâche en faisant en sorte qu'elle sollicite une « combinaison de ressources » (voir par exemple Abiven et al., 2010). D'autres s'essaient à lister les ressources (connaissances, capacités, attitudes) qu'il convient de développer, et proposent de combiner ces ressources pour construire les compétences à atteindre, démarche relevant d'un associationnisme cartésien assez caricatural (voir par exemple Huot, 2012). Dans les deux cas, on sent que l'objectif est de ne pas dénaturer la discipline, mais d'en complexifier légèrement les outils de base : les tâches proposées aux élèves et les apprentissages visés.

Il me semble cependant que la bascule de l'EPS dans une véritable pédagogie des compétences nécessite davantage qu'un toilettage superficiel des conceptions et des pratiques. *Le problème n'est pas de complexifier l'EPS, mais d'en faire une éducation à la complexité.*

Notes

1. On peut ici rappeler la définition donnée dans la Charte des Programmes de 2014 : « *par compétences, on entend ici la capacité à mobiliser des ressources (savoirs, mais également savoir-faire ou savoir-être) devant une tâche ou une situation complexe* ».
2. Cette définition, on l'aura noté, dépasse et invalide celle que nous avons proposée voici quelques années, comme « *ensemble de ressources structuré et cohérent qui permet d'être efficace dans un domaine social d'activités* » (Delignières et Garsault, 2004).
3. Voici quelques années, Clergue (1997) avait évoqué des idées similaires en évoquant un « *apprentissage de la complexité* ». Je préfère parler d'éducation à la complexité, car le problème est avant tout d'apprendre à agir dans la complexité.

Références

- Abiven, E., Gagnebien, J., & Volant, J.M. (2010). [Penser et enseigner la complexité pour construire des compétences](#). *Les Dossiers de l'EPS de l'Académie de Rennes*, 2.
- Aït Abdelmalek, A. (2004). [Edgar Morin, sociologue et théoricien de la complexité: des cultures nationales à la civilisation européenne](#). *Sociétés*, 4(86), 99 – 117.
- Ashby, W.R. (1956). *An introduction to cybernetics*. London: Chapman & Hall.
- Bordes, P. (2014) Les Compétences. Contre-sens, mésusages et aliénations. *Enseigner l'EPS*, 263, 2-9.
- Clergue, G. (1997). *L'apprentissage de la complexité*. Paris : Hermès.
- Conseil Supérieur des Programmes (2014). [Charte des Programmes](#).
- Cour des Comptes (2019). [L'école et le sport : Une ambition à concrétiser](#). Rapport public thématique.
- Couturier, C. (2005). *Vers quels programmes en EPS ?* Forum international de l'Education physique et du Sport, Paris, 4 -5-6 novembre 2005.
- Crahay, M. (2006). Dangers, incertitudes et incomplétude de la logique de la compétence en éducation. *Revue Française de Pédagogie*, 154, 97–110.
- Delignières, D. (2004). [Et si l'on enseignait comme nos élèves apprennent ?](#) In G. Carlier (Ed.), *Si l'on parlait du plaisir d'enseigner l'éducation physique ?* (pp. 31-40). Montpellier : AFRAPS.
- Delignières, D. (2016). [Réflexions sur cette Education Physique qui ne se confond pas avec les activités supports de son enseignement](#). Blog, 5 décembre 2016
- Delignières, D. (2019) [Culture, enseignement, et Education Physique et Sportive](#), Blog, 5 février 2019
- Delignières, D. & Garsault, C. (2004). *Libres propos sur l'Education Physique*. Paris : Ed. Revue EPS.

- Delignières, D. & Marmelat, V. (2013). Degeneracy and Long-Range Cross-Correlation. *Chaos*, 23(4), 043109.
- Famose, J.P. (1982). Apprentissage moteur et tâches motrices. In R. Thomas (Ed.), *Sport et Science 1982* (pp. 67-82). Paris: Vigot.
- Fisher, J., Lindenmayer, D.B., & Fazey, I. (2004). Appreciating ecological complexity: Habitat contours as a conceptual landscape model. *Conservation Biology*, 18, 1245–1253.
- Goldberger, A.L., Peng, C.-K., & Lipsitz, L.A. (2002). What is physiologic complexity and how does it change with aging and disease? *Neurobiology of Aging*, 23, 23–26.
- Gottsmann, L. & Delignières, D. (2016). [A propos des obstacles épistémologiques à l'émergence du concept de compétence](#). *Movement & Sport Sciences/Science & Motricité*, 94, 71-82.
- Hausdorff, J. M., Peng, C.-K., Ladin, Z., Wei, J. Y., & Goldberger, A. L. (1995). Is walking a random walk? Evidence for long-range correlations in stride interval of human gait. *Journal of Applied Physiology*, 78, 349–1995.
- Huot, F. (2012). [Organiser les connaissances, capacités et attitudes](#). e-novEPS, 2.
- Kelso, J. A. S. (1995). *Dynamic patterns: The self-organization of brain and behavior*. Bradford: MIT Press.
- Le Boterf, G. (1994). *De la compétence : essai sur un attracteur étrange*. Paris : Éd. d'organisation.
- Le Moigne, J.L. (1999), *La modélisation des systèmes complexes*. Paris : Dunod.
- Lorenz, E.U. (1972). *Predictability: Does the Flap of a Butterfly's Wings in Brazil Set off a Tornado in Texas?* Communication at the American Association for the Advancement of Science .
- Luhmann, N. (1999). *Politique et complexité : les contributions de la théorie générale des systèmes*. Paris : Editions du Cerf.
- Massé, M. (2019). [Courir, sauter, lancer : des habiletés qui se perdent chez les enfants](#). Site ICI Nouveau-Brunswick, 4 septembre 2019.
- Morin, E. (1990). *Introduction à la pensée complexe*. Paris : Seuil.
- rePerrenoud, P. (1999). Construire des compétences, tout un programme ! *Vie Pédagogique*, 112, 16-20.
- Piaget, J. (1937). *La construction du réel chez l'enfant* . Neufchatel/Paris : Delachaux et Niestlé.
- Roussilhe, G. (2017). [La Complexité comme horizon du siècle](#). Scribe, 10 Août 2017.
- Scheinkman, J.A. & Woodford, M. (1994). Self-Organized Criticality and Economic Fluctuations. *The American Economic Review*, 84, 2, 417-421.
- Serres, M. (2012). *Petite Poucette*. Paris : Le Pommier.
- Tononi, G., Sporns, O., & Edelman, G.M. (1999). Measures of degeneracy and redundancy in biological networks. *PNAS*, 96, 3257–3262.
- Varela, F. (1989). *Autonomie et connaissance*. Paris : Seuil.

Whitacre, J. & Bender, A. (2010). Degeneracy: A design principle for achieving robustness and evolvability. *Journal of Theoretical Biology*, 263, 143-153.