

# La résolution créative de problèmes ouverts : approche didactique

ALI MOUHOUCHE

*École Nationale Supérieure Agronomique (E.N.S.A), Alger  
et Laboratoire de Didactique des Sciences  
École Normale Supérieure (E.N.S), Kouba, Alger  
Algérie  
amouhouche@yahoo.fr*

## ABSTRACT

*Creativity and problem solving are cross-curricular skills that are as important for life in general as in a professional setting to face the difficulties that we encounter and which are often " open problems ". What are the most useful didactic concepts for teaching / learning creativity? What would be the content to be taught for learning creativity? Poincaré, Koestler, Wallas, ... have proposed models of creativity. However, an important aspect remained unexplored in their theories: how, in practice, to derive applicable results, to creatively solve problems from the combination of ideas or from the bisociation of different planes distant at the origin, or from idea of divergence. Our hypothesis is that the point of view of science didactics can provide some answers to these questions. The useful didactic concepts, which we propose, are explained and tested in a few cases of open problems.*

## KEYWORDS

*Didactics, creativity, metacognition, problem, representation.*

## RÉSUMÉ

*La créativité et la résolution de problèmes sont des compétences transversales importantes pour faire face aux problèmes ouverts. Les deux thématiques se retrouvent dans la résolution créative de problèmes. Existe-t-il des concepts didactiques pour l'enseigner et l'apprendre ? Poincaré, Koestler, Wallas, ... ont proposé des modélisations de la créativité. Mais ils ne disent pas comment, en pratique, résoudre créativement des problèmes à partir de leurs processus de combinaisons d'idées, de bisociations de plans différents ou de la notion de divergence. Notre hypothèse est que le point de vue didactique peut contribuer à répondre à cette préoccupation. Des concepts de didactique utiles, que nous proposons, sont expliqués et testés dans quelques cas de problèmes ouverts.*

## MOTS CLÉS

*Didactique, créativité, métacognition, problème, représentations*

## INTRODUCTION

La créativité et la résolution de problèmes sont des compétences transversales (Pallascio, Daniel & Lafortune, 2004), aussi importantes, à notre époque, pour la vie en général que dans un cadre professionnel ou scolaire pour faire face aux difficultés que l'on rencontre et qui sont souvent assimilées à des "problèmes ouverts". Les notions de créativité et de résolution de

problème peuvent être séparément abordées ; pour notre part nous examinons le lien entre ces deux concepts en parlant de *résolution créative de problèmes*.

Dans les approches scientifiques de théorisation de cette question un aspect important reste non exploré : comment, en pratique résoudre créativement un problème à partir de son énoncé. Car ces approches ne renseignent pas suffisamment sur l'aspect pratique de cette résolution de problème. Notre hypothèse est que la didactique pourrait utiliser des concepts et théories à même d'éclairer la question. Que seraient ces concepts et théories, notamment les plus utiles, pour enseigner/apprendre la créativité en lien avec la résolution créative de problèmes et comment l'enseigner ?

Après la présentation de l'étayage théorique explicitant ces outils didactiques, nous les testons dans quelques cas de problèmes ouverts.

À la fin de notre présentation, des problèmes à résoudre sont proposés, en application de l'approche préconisée.

## ASPECTS THÉORIQUES : CRÉATIVITÉ ET RÉOLUTION DE PROBLÈMES

Les outils didactiques que nous utilisons sont : les représentations et les modèles mentaux, la métacognition et la réflexivité ainsi que les procédures expertes par rapport à celles des novices.

Rappelons, auparavant, que Craft (2005) définit la créativité comme « *l'élaboration d'idées nouvelles* » (p. 19). Pour Lubart (2003), plus précis, la créativité serait « *la capacité à réaliser une production qui soit à la fois nouvelle et adaptée au contexte dans lequel elle se manifeste* » (p. 10). Sa prescription dans les curricula peut être considérée comme le reflet d'une réponse nécessaire (Astolfi, 2008) à un besoin d'une société en perpétuelle évolution (Robinson, 2011).

Par ailleurs, si pour Dumas-Carré et Goffard (1997, p. 62) « *La résolution d'un problème consiste à élaborer un raisonnement qui conduit de la question à la réponse, en utilisant des connaissances déjà acquises* », cette démarche est difficilement applicable à un problème ouvert qui est souvent mal structuré, pouvant avoir plusieurs solutions et n'ayant pas d'algorithme à suivre pour sa résolution (Simon, 1984).

### **Représentations et modèles mentaux**

La question des représentations, c'est-à-dire des formes de raisonnement constituées par la pensée humaine dans l'environnement dans lequel nous vivons et agissons, a été mise en avant dans les recherches sur l'apprentissage et l'enseignement. « *Les représentations étant produites de l'histoire individuelle et sociale de l'enfant se trouvent en interaction continue avec le milieu socioculturel et éducatif et elles présentent un caractère dynamique, développemental et évolutif. Ainsi dans la mesure où les représentations à travers lesquelles l'enfant interprète les phénomènes du monde physique se trouvent en distance ou en contradiction avec quelques éléments des modèles scientifiques, les idées dominantes des courants des recherches en didactique des sciences physiques visent à la construction des interventions pédagogiques et des situations didactiques susceptibles de favoriser le passage des représentations naïves, implicites, locales et non conscientes des notions ou des phénomènes aux conceptions et aux formes mentales explicatives* » (Ravanis, 2010, p. 3).

Cependant, une question centrale de la recherche en didactique et les pratiques éducatives est le passage des représentations aux entités de pensée stables et applicables dans différentes circonstances, entités appelées modèles mentaux. « *En effet, le modèle peut être défini d'une part comme un facteur qui facilite la compréhension des variables, des paramètres et des relations entre variables, donc l'évolution des représentations spontanées,*

*d'autre part comme un instrument qui permet la systématisation logique des idées des élèves » (Ravanis & Papamichaël, 1995, p. 47).*

La tentative de résolution de problème se fait à partir de nos représentations, de nos conceptions et de l'énoncé du problème qui n'oriente pas la réflexion car il est fait pour défier et non rendre facile la résolution. Nous devons faire intervenir la créativité, reconnue comme liée à la nouveauté, à l'imagination, ..., car: « *La plupart du temps notre propre façon de voir, lire, poser, décoder le problème crée des contraintes telles qu'à partir de là, effectivement, aucune solution créative n'est alors possible. Nous avons tendance à dire que telle ou telle question n'avait pas de réponse créative. En fait, notre façon même de l'aborder, de la définir, de la structurer en a renforcé les servitudes* » (Stern, 2007, p. 174). Lang (1999) écrit aussi, en parlant de sens de la créativité dans le domaine du management : « *La tradition nous conduit à nous enfermer dans un cercle magique, à l'intérieur duquel nous cherchons une solution qui ne peut exister. Nous reproduisons le schéma de nos enseignements. Nous nous imposons des contraintes qui nous empêchent d'aboutir. Dans cette configuration, on ne peut pas résoudre le problème. La propension naturelle du plus grand nombre est de rester dans le cadre, dans le cercle conventionnel. La prise de recul, la distance par rapport à l'événement, la hauteur de vue, sont des facteurs importants dans l'exercice de la fonction de management* ».

### **Modélisation du processus créatif et métacognition**

Henri Poincaré (1908a), Graham Wallas (1926), Arthur Koestler (1965), ... ont proposé des modélisations de la créativité. C'est une *combinaison* d'idées chez le mathématicien Poincaré, une *bissociation* de plans différents, éloignés à l'origine, chez Arthur Koestler, une *divergence* suivie d'une *convergence* chez Wallas, ou un *lien original* pour Steve Jobs.

Chaque fois que l'on diffère le choix de la solution, que l'on adopte une position réflexive de recherche de la meilleure solution, nous faisons preuve de démarche métacognitive que ce soit en sortant du cadre ou en nous posant la question : comment avais-je essayé de faire ? Puis : et si je faisais différemment ? Comment alors ? Jusqu'à ce qu'une solution satisfaisante soit trouvée.

Qu'est-ce que, alors, le processus : *penser en-dehors du cadre* ("thinking outside the box" des américains<sup>1</sup>) dans une réflexion de résolution de problème, et en quoi consiste-t-il ? Quelles sont les raisons que la didactique des sciences donnerait à cette façon d'aborder une résolution de problème ? Comment la généraliser, voire la théoriser ?

### **Experts et novices**

La capacité de résolution de problème dépend de l'expertise du sujet. Selon Larkin et al. (1980), une des grandes différences entre « soluteurs » experts et « soluteurs » débutants est la qualité de la représentation construite. Alors que les débutants cherchent à résoudre le problème à partir d'informations superficielles et fragmentaires, les experts semblent posséder des scripts très complets de la situation problématique. Cette représentation différente du problème à résoudre fait que les stratégies de résolution diffèrent aussi. Devant la difficulté à résoudre un problème, il faut par conséquent changer de représentation ou de modélisation de ce problème, pour aller vers celles des experts. Quelles sont-elles ?

Tandis que les novices semblent avoir des confusions, des conceptions erronées et manquer de certaines notions (Charlot, 1998), « [...] *les experts dominent plus de faits et établissent plus d'interconnexions ou de relations entre eux. Ces interconnexions permettent de surmonter les limitations de la mémoire à court terme. Alors que le novice ne peut*

---

<sup>1</sup>Aux États-Unis en particulier, l'expression est régulièrement utilisée dans les milieux d'affaires, le plus souvent par les consultants en management. Elle apparaît sous une forme ou une autre dans diverses publicités.

*travailler qu'avec au maximum sept éléments simples, l'expert travaille avec sept constellations incarnant une multitude de relations entre de nombreux éléments* » (Mislevy, 1990, rapporté par De Landsheere, 1992, p. 57). Ces constellations sont des classes de représentations, chacune avec une logique différente.

Aller aux classes d'objets au lieu d'utiliser les objets eux-mêmes, c'est faire preuve de métacognition ou d'un savoir sur le savoir, c'est-à-dire d'un savoir conditionnel (Tardif, 1997), qui indique quand il faut mobiliser telle ou telle connaissance, procédure, stratégie, méthode, etc. Classifier les objets revient à déterminer les classes possibles et à savoir à quelle classe appartient tel objet : c'est cela aussi le savoir conditionnel, il nous dit dans quel cas utiliser tel savoir. C'est par cela que se caractérise le raisonnement expert. Koestler (1965) dit qu'une bissociation efficace doit se faire entre éléments paraissant éloignés (une *bissociation* de plans différents, éloignés à l'origine). Poincaré (1908b, pp. 49-50) explique concernant les mathématiques que les faits dignes d'être étudiés, sont ceux qui, par leur analogie avec d'autres faits, sont susceptibles de nous conduire à la connaissance. « *Ce sont ceux qui nous révèlent des parentés insoupçonnées entre d'autres faits, connus depuis longtemps, mais qu'on croyait à tort étrangers les uns aux autres. Parmi les combinaisons que l'on choisira, les plus fécondes seront souvent celles qui sont formées d'éléments empruntés à des domaines très éloignés ; et je ne veux pas dire qu'il suffise pour inventer de rapprocher des objets aussi disparates que possible ; la plupart des combinaisons qu'on formerait ainsi seraient entièrement stériles ; mais quelques-unes d'entre elles, bien rares, sont les plus fécondes de toutes* ». Le discernement et le choix parmi les combinaisons est donc une nouvelle exigence dans la démarche créative.

La combinaison et la relation d'éléments qui sont éloignés, dont parlent Poincaré et Koestler, reviennent à relier des éléments appartenant à des classes différentes. Relier des objets d'une même classe semble moins efficace pour générer des solutions. Aller vers des classes différentes offre plus de possibilités et plus de diversité. L'expert a appris à faire rapidement, à éliminer les liens stériles, et surtout à "flairer" les liens "inédits". « *Toute recherche créatrice, note Ehrenzweig (1974, p. 74), qu'il s'agisse d'une image ou d'une idée nouvelle, implique l'examen d'un nombre souvent astronomique de possibilités* ».

Cette mobilisation efficace n'est pas à la portée du novice, même si celui-ci dispose des connaissances et procédures nécessaires. Sans *connaissances conditionnelles* le novice ne sait pas quand utiliser telle procédure/connaissance. Il n'a accès qu'à quelques stratégies générales, comme procéder par analogie ou par essais et erreurs. Ces stratégies générales fonctionnent quelle que soit la situation, mais on ne peut pas dire qu'elles soient efficaces. Elles demandent une certaine réflexion et utilisent donc la mémoire de travail.

### ***En pratique...***

Le préalable au processus de la créativité, et dans le domaine de la recherche d'idées en général, consiste à suspendre le jugement hâtif, c'est-à-dire à interrompre provisoirement le processus habituel qui conduit à relier un fait à un autre par une relation de causalité qui nous semble logique, pour le relier à un autre fait de manière irrationnelle, en vertu du principe salvateur du « pourquoi pas ».

En pratique lorsqu'on n'aboutit pas à une solution avec une pensée immédiate il faut faire un recul, se poser la question : comment ai-je opéré ? Quelles sont les autres possibilités d'opération, parmi les groupes possibles, pour repérer la plus efficace. La *métacognition* est régulatrice (elle compare permettant de choisir le mieux) et utilisatrice de nouveau vocabulaire donc d'un nouveau *cadre conceptuel*. Nous montrerons comment une solution passe par un nouveau vocabulaire dans la section "Mise en œuvre" qui suivra.

Le procédé consiste à examiner la façon de faire spontanée, induite par l'énoncé, forcément trompeur, ensuite chercher des alternatives autres que celles suggérées par

l'énoncé, à examiner une à une jusqu'à trouver la solution. La, ou les solutions, sont cachées dans ces alternatives. Umberto Eco (1982) explique dans son livre le nom de la rose que lorsqu'on n'a pas de réponse on s'en propose un grand nombre, très différentes les unes des autres et l'on est alors très près de la solution, sauf que l'on ne sait pas laquelle est-ce parmi ce grand nombre.

## MISE EN ŒUVRE

### *Un exemple classique proposé en 1930 par Maier : le problème des 9 points.*

En 1930, Norman Raymond Frederick Maier, s'intéressant à l'interprétation de l'énoncé d'un problème ainsi qu'à la perception qu'en a le sujet, posa le problème suivant: relier neuf points disposés en carré, par quatre segments au plus, tracés sans lever le crayon du papier (Fig. 1).

**FIGURE 1**



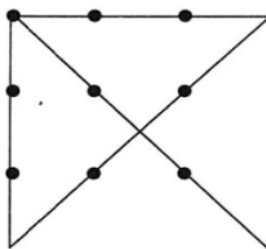
*Le problème des 9 points, Maier (1930)*

Lorsque ce problème est posé à des étudiants, nous avons vérifié que la majorité d'entre eux s'enferme dans la bonne forme suggérée par l'énoncé, celle du carré, et tourne aux angles droits de ce carré.

L'expérience de Maier a montré que la compréhension de l'énoncé et la recherche de solution sont deux processus associés dans la résolution de problème. L'énoncé du problème, en tant que guide dans la recherche de solution influe sur la difficulté du problème. Ici, *sortir du cadre* consiste à quitter la forme du carré suggérée par l'énoncé.

La réflexivité est de dire, aux premières tentatives infructueuses, comment ai-je procédé ? (j'ai tracé un trait pour joindre d'abord 3 points, puis tourné à l'angle droit). Joindre les points ? Il le faut. Tourner à l'angle droit ? Et si j'essayais de ne pas tourner. Prolonger le trait c'est sortir du cadre. Le terme *prolonger* est nouveau, l'alternative est salutaire car la solution est dans cette idée. La solution, donnée ci-dessous (fig. 2), est d'ailleurs sous forme de triangle, qui est aussi un terme nouveau qui nous fait sortir du cadre carré.

**FIGURE 2**



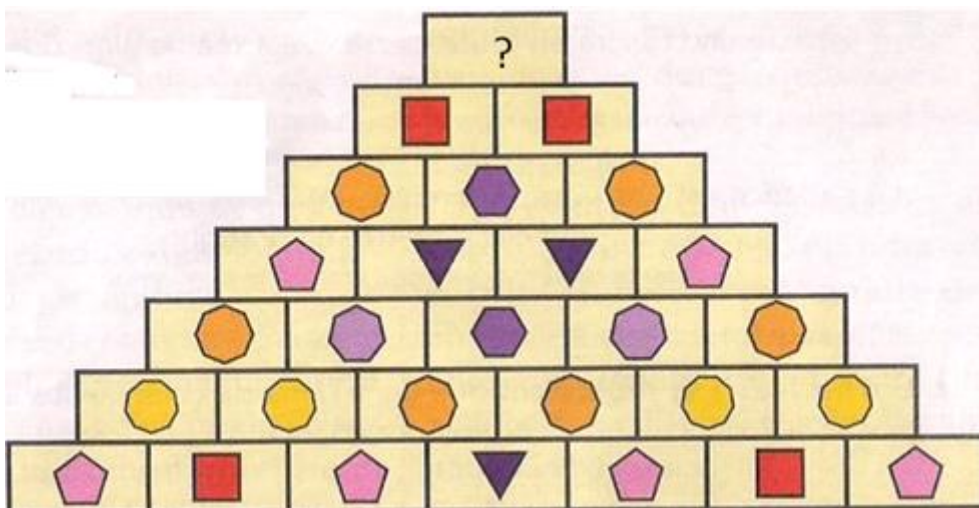
*Solution du problème des 9 points.*

Pratiquement, toutes les idées de résolution de problèmes ouverts reviennent à ce principe: *penser en-dehors du cadre*.

Cette aptitude s'acquiert, « *La créativité est souvent le résultat de travail et d'une expertise accumulée aux cours de longues années* » écrit Compeers (2019).

**Les polygones : Quelle forme manque dans la case du sommet ?**

**FIGURE 3**



*Les polygones. Adapté de SRD N°10-2014, p. 134*

**Solution :** A partir de la ligne du bas, en remontant, le nombre de côtés d'une figure est la somme des nombres de côtés des deux figures qui sont au-dessous. Pour la troisième ligne, la règle n'est plus valable. La différence, le produit... ? Cela ne marche pas.

*Sortir du cadre* consiste à ne pas rester dans l'idée d'un résultat de combinaison des nombres des côtés des figures se trouvant au-dessous, mais aller vers quelque chose d'autre déduit à partir de ce résultat. Lorsqu'il dépasse 10, essayons le chiffre des unités du résultat de la somme des côtés des figures qui sont au-dessous, ça marche.

Qu'est-ce que j'ai fait ? Comment puis-je faire différemment ? Le nombre de côtés d'une figure est soit la somme des nombres des côtés des deux figures qui sont immédiatement au-dessous, soit le chiffre des unités de la somme des nombres lorsque cette somme dépasse 10. La forme dans la case du sommet est par conséquent la figure orange à 8 cotés (octogones). Il s'agissait d'un changement de règle dans la première solution.

**Les horloges : La petite aiguille de la quatrième horloge a disparu. Vers quel nombre pointe-t-elle ?**

**FIGURE 3**



*Les horloges. D'après SRD n° 10-2014, p. 135*

**Solution** : la somme des indications des deux aiguilles n'est pas la même. Regardons l'évolution de cette somme : la somme est successivement de 6, 12, 18, il s'agit d'une suite de nombre s'obtenant en faisant +6 à chaque fois. La somme dans la quatrième horloge devrait être donc  $18+6=24$  et la petite aiguille indique donc 12, puisque la grande indique déjà 12.

Comment essaie-t-on de faire spontanément: la somme, la différence, le produit...Comment je peux faire différemment ? Comment évoluent ces résultats (somme, différence, ...). L'évolution de la somme, qui est de 6, est la même à chaque fois.

Ici, on s'attend à ce qu'il y ait une règle utilisant uniquement les deux chiffres pointés par les aiguilles elles-mêmes. Sortir du cadre c'est trouver une loi dans l'évolution de ce résultat et non pas considérer le résultat.

## CONCLUSION

L'énoncé du problème n'est qu'un cadre général, sa formulation pose le problème et ne permet souvent pas de le résoudre. « On ne peut résoudre un problème en restant dans le même état d'esprit qui l'a posé » aurait dit Einstein.

La résolution créative de problème nécessite de sortir du cadre de l'énoncé et de son propre cadre de représentation initiale et se poser la question : comment puis-je faire différemment par rapport aux premiers essais spontanés. La solution se trouve dans les alternatives possibles à cette question. Cette attitude est réflexive, métacognitive et s'acquiert par l'apprentissage du recul, de la prise de distance, en passant par la modification de nos représentations. Elle nous rapproche de la pensée de l'expert qui opère par *classes d'objets* contenant beaucoup plus d'objets que la pensée du novice qui a recourt à la mémoire à court terme.

Représentations, cadre conceptuel, modélisation... ne servent la résolution de problème que si l'on sort du cadre, on utilise un nouvel outil qui donne une autre perspective, on se sert du savoir conditionnel en cours chez l'expert. La procédure pratique qui est de combiner, bissoier ou diverger fournit inéluctablement une solution, le tout est de consacrer du temps pour examiner l'énorme quantité de combinaisons possibles parmi lesquelles se trouve cette solution.

La psychologue américaine Pinkola Estés écrit que « *la créativité c'est la capacité de réagir à tout ce qui nous entoure, de choisir parmi les centaines de pensées, de sentiments, d'actions et de réactions qui naissent en nous et de les rassembler en une réponse, une expression, un message unique qui va transmettre un sens, la passion, l'esprit du moment* » (1996, p. 286).

En guise d'application de cette démarche nous proposons les deux problèmes ouverts suivants :

1) Les chainettes : vous disposez de quatre chaînes constituées chacune de trois maillons. On souhaite les assembler afin d'obtenir une seule chaîne fermée. Au minimum, combien de maillons doit-on couper puis ressouder pour y parvenir ?

2) La lettre suivante : Quelle lettre vient à la suite de cette série de lettres : UDTQ ?

## RÉFÉRENCES

Astolfi, J.-P. (2008). *La saveur des savoirs. Disciplines et plaisir d'apprendre*. Issy-les-Moulineaux: ESF.

- Charlot, J.-M. (1998). *Formalisation et comparaison cognitives de modèles mentaux de novices et d'experts en situation de résolution de problèmes*. Thèse de doctorat, Université de Sherbrooke, Canada.
- Compeers, T. (2019). *Le processus de conception créatif : origines, influences, modèles*. Mémoire de fin d'études, Université de Liège, Faculté d'Architecture, Belgique.
- Craft, A. (2005). *Creativity in schools. Tensions and dilemmas*. New York: Routledge.
- De Landsheere, V. (1992). *L'éducation et la formation*. Paris: PUF.
- Dumas-Carré A., & Goffard M. (1997). *Rénover les activités de résolution de problèmes en Physique*. Paris: Armand Colin.
- Eco, U. (1982). *Le Nom de la Rose*. Paris: Grasset et Fasquelle.
- Ehrenzweig, A. (1974). *L'ordre caché de l'art*. Paris: Gallimard.
- Koestler. A. (1965). *Le cri d'Archimède*. Paris: Calmann-Lévy.
- Lang, H. (1999). *Petites erreurs, grand naufrage*. Éditions d'Organisation.
- Larkin, J., Mc Dermott, J., Simon, D., & Simon, H. (1980). Expert and novice performance in solving Physics problems. *Science*, 208, 1335-1342.
- Lubart, T. (2003). *Psychologie de la créativité*. Paris: Armand Colin.
- Maier, N. R. F. (1930). Reasoning in humans: I. On direction. *Journal of Comparative Psychology*, 10, 115-143.
- Pallascio, R., Daniel, M.-F., & Lafortune, L. (2004). *Pensée et réflexivité. Théorie et pratique*. Québec: Presses de l'Université du Québec.
- Pinkola Estés, C. (1996). *Femmes qui courent avec les loups*. Paris: Grasset.
- Poincaré, H. (1908a). L'invention mathématique. *Bulletin de l'Institut Général de Psychologie*, 3, 175-196.
- Poincaré, H. (1908b). *Science et méthode*. Paris: Flammarion.
- Ravanis, K. (2010). Représentations, Modèles Précurseurs, Objectifs-Obstacles et Médiation-Tutelle : concepts-clés pour la construction des connaissances du monde physique à l'âge de 5-7 ans. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, 5(2), 1-11.
- Ravanis, K., & Papamichaël, Y. (1995). Procédures didactiques de déstabilisation du système de représentation spontanée des élèves pour la propagation de la lumière. *Didaskalia*, 7, 43-61.
- Robinson, K. (2011). *Out of our Minds. Learning to be creative*. West Sussex: Capstone.
- Simon, H. A. (1984). The structure of ill-structured problems. *Artificial Intelligence*, 4, 181-201.
- Stern, P. (2007). *Être plus efficace*. Paris: Eyrolles.
- Tardif, J. (1997). *Pour un enseignement stratégique; L'apport de la psychologie cognitive*. Montréal: Éditions Logiques.
- Wallas, G. (1926). *The Art of Thought*. New-York: Harcourt, Brace & Company.