

Les démarches analogiques et métaphoriques.

1) La Synectique de W.J.J. Gordon

Ce document prend pour base un livre ancien que l'on peut considérer comme un livre fondateur dans le domaine des techniques de créativité, dans la mesure où il décrit une démarche originale, spécifique, puissante, des processus facilitant l'invention.

La démarche de Gordon est aussi importante que celle du brainstorming bien qu'elle en soit, sur plusieurs points, tout à fait opposée.

Ce livre s'appelle (en français) : « *Stimulations des facultés créatrices dans les groupes de recherche par la méthode Synectique*¹ ».

Quelques remarques :

- le mot synectique utilisé par Gordon dans ce livre pour caractériser sa méthode est fabriqué à partir de racines grecques et signifie « *combinaison de divers éléments hétérogènes* ». Il faut remarquer que paradoxalement, le mot « synectique » qu'il invente ne correspond pas vraiment à la démarche qu'il décrit. La démarche consistant à combiner des éléments hétérogènes constitue, certes, l'une des voies les plus fécondes de la création, il a raison de le souligner. Mais celle que décrit Gordon dans son livre, en fait, n'est pas tout à fait « synectique ». Il s'appuie essentiellement sur une démarche analogique, métaphorique, qui consiste moins à « combiner » des éléments hétérogènes qu'à « déplacer » le problème dans un autre champ. Ironie de l'histoire, c'est en fait à la démarche proposée par Arthur Koestler sous le nom de « *bissociation* »² qui consiste à faire se rencontrer deux univers de référence hétérogènes, que conviendrait le mieux le qualificatif de « synectique ». Nous la décrirons dans un article spécifique.

- Ce livre est fondateur dans le domaine des techniques de créativité mais il est également fondateur dans mon expérience personnelle. Lorsque nous avons commencé à nous intéresser à la créativité et créé Synapse en 1966, nous avons cherché diverses sources d'information. Le brainstorming, à l'époque, nous paraissait banal. Nous avons découvert le livre de Gordon avec enthousiasme, nous l'avons dévoré et nous en avons fait notre « petit livre rouge ». Nous avons passé des soirées entières³ à expérimenter les

¹ Publié chez Hommes et Techniques, en 1965, ce livre est aujourd'hui épuisé. C'est la traduction d'un ouvrage intitulé : « Synectics, the développement of creative capacity » Publié chez Harper et Row en 1961.

² Arthur Koestler. « Le cri d'Archimède ». Calman Lévy. 1963 ?

³ Avec la bande de pionniers de l'époque, notamment Christian Aznar, Pierre Bessis, Gaston Ely, Gérard Lhote, etc...

mécanismes de Gordon qui sont à la base de l'expérience française de la créativité. Sous des noms différents, et avec quelques variantes, ces mécanismes sont toujours utilisés de nos jours par la plupart des animateurs.

- L'analyse qui va être faite ici de la Méthode Synectique s'appuie sur un livre très ancien (1961). Depuis, une société appelée « Synectique » s'est créée et développée dans plusieurs pays. J'ignore le détail de ses modes d'intervention actuels et des méthodes qu'elle utilise, qui sont sans doute très différentes des exercices d'origine de Gordon. Les remarques qui suivent ne concernent donc en rien les activités de la Société Synectique actuelle, sur laquelle je ne porte aucun jugement puisque je ne la connais pas. Elles s'appuient exclusivement sur un livre de référence, considéré en lui-même, qui présente une approche originale de la créativité, et dont je fais le commentaire de texte.

11) L'origine de la méthode

La méthode présentée par Gordon est l'aboutissement d'un long programme de recherches⁴. C'est là une première différence avec le brainstorming d'Osborn. Alors qu'Osborn a une démarche empirique : *« observons que la création d'idées marche mieux dans telles conditions, découvertes empiriquement, et essayons de reproduire ce modèle »* ; Gordon entreprend une recherche théorique approfondie *« pour s'attaquer au mystère de l'invention »* et pour comprendre ce qui se passe *« au point précis de l'activité créatrice elle-même »* sans chercher d'applications à court terme. Son propos est d'élucider *« le moment mystérieux »* où naissent les idées. Mystérieux *« par suite d'une conception romanesque du génie individuel, par la difficulté de mesurer scientifiquement la démarche créatrice qui tend à faire croire qu'il s'agit d'un facteur personnel impossible à analyser »*.

L'activité créatrice, observe-t-il, a longtemps été obscurcie par les récits *« où le créateur qui raconte son invention a tendance à brouiller les pistes par diverses considérations subjectives »*. Les biographes, de leur côté, ont tendance à exagérer l'importance du génie individuel. *« Le biographe qui romance entretient cette légende de l'inspiration soudaine et inexplicable en minimisant ce qu'elle doit au travail acharné et constant »*.

A l'inverse, la démarche synectique décrite par Gordon, se présente comme :

« une théorie fonctionnelle visant à l'utilisation consciente des mécanismes psychologiques subconscients qui président à toute activité créatrice, élaborée en vue d'accroître les chances qu'un problème bien posé soit bien

⁴ Dans ses remerciements, Gordon cite notamment le soutien de, l'Université de Harvard, la Rockefeller Fondation, la société Arthur D Little, etc...

résolu par la connaissance des mécanismes à faire jouer pour arriver à des solutions novatrices ».

Pour avancer dans la compréhension du mécanisme de l'invention, *Gordon et son équipe* ont commencé en 1944 par observer un sujet qu'on psychanalysait en même temps qu'on lui demandait d'inventer, « *ce qui créait en lui un dédoublement en l'obligeant à prendre conscience de ses processus mentaux tout en poursuivant l'objectif qui lui avait été assigné* » Il s'agissait de résoudre un problème d'instrumentation pour le Ministère de l'Air et le sujet avait été chargé d'inventer un cadran de nature à éliminer à la fois l'erreur de lecture et l'erreur mécanique. Tout en travaillant sur ce double problème, il prenait des notes et parlait devant des enregistreurs pour tenter de communiquer le film de son processus mental. D'un côté il cherchait des solutions à son problème, de l'autre il essayait de décrire les états psychologiques qui accompagnaient les différentes phases de sa recherche.

L'analyse a permis de mettre en correspondance d'une part les phases conduisant à la découverte de la solution et d'autre part les états psychologiques correspondants.

C'est ainsi que Gordon a relevé :

- le détachement, l'impression d'être coupé, de devoir prendre du champ,
- l'identification, la sensation procurée par le fait de se sentir « comme un ressort »
- la temporisation, le besoin de ne pas chercher trop vite à aboutir,
- la spéculation, la tendance à laisser l'esprit vagabonder,
- l'autonomie de l'idée, l'impression que l'idée vit toute seule, sans moi,

Gordon et son équipe souhaitaient s'assurer que ces phénomènes n'étaient pas liés à la personnalité du sujet observé et ils ont commencé en 1945 une série d'interviews systématiques de personnalités de l'Art et de la Science. La récapitulation de toutes les réponses révéla un haut degré de corrélation entre les expériences de tous les interviewés. Après dépouillement il apparut que les quatre aspects du processus psychologiques (détachement, identification, temporisation, spéculation, autonomie de l'idée) étaient suffisamment universels pour qu'on puisse s'en servir dans des situations de résolution de problème.

Plus tard, écrit-il « *nos recherches nous amenèrent à sonder les similitudes de l'activité créatrice dans le domaine de l'Art et dans celui de la Science* ». Plusieurs années de suite⁵ des expériences furent pratiquées sur un groupe de douze à vingt artistes et savants invités pour la saison d'été. « *Cette expérience nous éclaira sur un moyen de recherche fécond :*

⁵ Expériences de Rockpool à partir de 1948

l'utilisation du groupe et non de l'individu. Depuis, le groupe est resté le meilleur moyen expérimental pour approfondir nos connaissances du mécanisme de la création ».

Conséquences concrètes :

« En passant en revue les enregistrements des séances fructueuses en découvertes nous sommes parvenus lentement et laborieusement à isoler des schémas nets et réitérés de l'activité mentale associée au processus d'invention ».

Ces enquêtes ont été menées de front avec un vaste travail de compilation littéraire.

« Notre programme de recherche comportait l'étude d'ouvrages classiques (Freud, Aristote, James, etc... ; d'autobiographies (Einstein, Goethe, Coleridge, Edison, Poincaré, etc...)). Puis nous sommes dirigés vers l'étude des mécanismes de l'invention en technologie. En effet, l'invention technologique, tout autant subjective dans sa genèse que la création artistique, est plus facile à évaluer objectivement ».

L'étape suivante des recherches, indique Gordon, *« fut la constitution en 1952 d'un groupe opérationnel dans la firme Arthur D. Little. Ce premier groupe d'invention technologique était chargé de trouver des innovations ».*

Quelques remarques sur cette information anodine :

- alors que les recherches de Gordon ont commencé en 1944, il lui a fallu huit ans pour commencer le premier travail d'application. C'est vraiment l'inverse d'une démarche utilitaire à la Osborn ! Huit ans de travail de recherches théoriques sur la créativité avant la moindre application industrielle rentable, c'est un cas d'école qui mérite d'être souligné !
- Gordon a commencé la mise en œuvre de la créativité opérationnelle dans le secteur de l'innovation technologique. Là aussi, c'est un point de différence avec le brainstorming qui, à ses débuts, a été associé à la publicité.
- Les premiers groupes étaient chargés de trouver des innovations et non simplement des « idées ». Ceci expliquera les démarches lentes et longues, échelonnées souvent sur plusieurs mois.

La démarche de Gordon et de son équipe s'est déroulée en deux temps :

- 1) mettre à jour des « états psychologiques » associés au phénomène de l'invention et qui pouvaient la favoriser :
- 2) puis à transformer ces états psychologiques en mécanismes opérationnels à partir du principal central qui est l'utilisation de la métaphore) :

Nous décrirons successivement ces différentes étapes.

12) Description des états psychologiques

Les postulats de base de la méthode Synectique, découlant de la phase de recherche sont les suivants :

- *l'aptitude à inventer peut être augmentée à condition que les gens comprennent quels sont les mécanismes psychiques qui jouent en eux ;*
- *dans le processus créateur l'élément émotionnel compte davantage que l'élément intellectuel ;*
- *l'irrationnel l'emporte sur le rationnel*

On notera l'importance que Gordon apporte à la prise de conscience : c'est selon lui, le fait de comprendre les mécanismes qui entrent en jeu au moment de l'invention qui permet d'augmenter l'aptitude. Ceci entraîne plusieurs conséquences quant à la pédagogie de la créativité. Il ne s'agira pas seulement, pour lui, de « faire vivre une expérience créative inoubliable » mais, systématiquement, de faire prendre conscience aux participants des mécanismes qui ont permis la naissance des idées, afin qu'ils puissent les reproduire.

La reconnaissance de l'émotionnel est pour nous familière aujourd'hui bien que diverses écoles de créativité (De Bono par exemple) rejettent encore cette dimension.

Le recours à l'irrationnel classe d'emblée la Synectique dans une famille particulière, qui tranche avec les démarches rationnelles et suppose un style d'animation de groupe spécifique. Bien entendu Gordon est réaliste : « *les solutions dernières des problèmes sont rationnelles... mais la façon d'y parvenir ne l'est pas* ».

Les principaux états psychologiques qu'il relève complètent, renforcent, ou illustrent ces hypothèses.

- a) accepter l'incongru :

« la tendance à accepter l'incongru est d'un intérêt fondamental. Par incongru, nous entendons des attitudes, des faits, des observations qui, si l'on s'en tient au bon sens, semblent n'avoir aucun rapport avec l'objet considéré... elles sont hors de propos » ... « exploiter ce qui paraît incongru permet de garder une vision inclusive, qui intègre des informations, grâce à une attitude d'esprit plastique... »

- b) rechercher une attitude ludique, enfantine :

« la seconde condition psychologique est l'attitude ludique, consistant à regarder les choses avec des yeux d'enfant, à refouler l'incrédulité adulte, propre à rendre insolite le familier et familier l'insolite »...

- c) encourager le jeu avec les mots,

« jouer avec les mots, avec le sens des phrases, avec les schémas logiques qu'ils représentent, fait partie des mécanismes de base »... « Les mots, si

excitants qu'ils puissent être au moment où on les découvre, perdent vite cette attractivité pour n'être plus employés que de façon machinale et routinière. Le langage - ce cimetière des métaphores pétrifiées, ne conserve de pouvoir évocateur qu'à condition d'être périodiquement rafraîchi et revigoré »...

- d) encourager l'accident,

« L'attitude mentale qui consiste à s'en tenir strictement à des intentions préalables prive de nombreuses occasions d'apprendre, et l'aptitude à s'intéresser aux hasards est à l'origine de célèbres découvertes.. ».

Toutefois, profiter du hasard implique un esprit prêt à le recevoir. Comme le disait Pasteur *« le hasard ne favorise que les esprits préparés »* et cette préparation se ramène à des mécanismes et des états psychologiques qu'il est possible de susciter⁶.

- e) mettre la conscience en veilleuse

« les métaphores génératrices d'idées semblent avoir leur origine dans une activité subliminale dont nous ne sommes pas conscients au moment où elle a lieu. Aussi risquons-nous de la méconnaître, de lui prêter un caractère miraculeux, de la baptiser inspiration ou de l'attribuer au hasard »...

- f) rechercher l'indicatif de la réponse hédonique

« ...Comment faire, au moment de l'invention, pour choisir dans la multiplicité des données qui traversent la conscience celles qui permettent d'atteindre un plus haut degré de cohérence ? ...le choix est toujours hédonique, affaire d'humeur plutôt que de logique »... « Les inventeurs qui ont la chance improbable de découvrir de bonnes pistes savent être attentifs au sentiment intuitif de plaisir qui les avertit »... « il faut être aux aguets de ces sensations euphoriques... »... « l'orientation vers ce plaisir est un état psychologique susceptible d'être cultivé en tant qu'art d'atteindre le moment palpitant du processus créateur » « L'inventeur est en quête du plaisir annonciateur d'une solution élégante : il réagit à ce signal de solution comme à la sonnette de Pavlov et jouit d'un plaisir très vif » ...

- f) reconnaître l'autonomie de l'idée.

Cette expression désigne le sentiment curieux que l'on a parfois dans un processus de créativité où l'on a l'impression que l'idée que l'on vient de formuler « se met à voler de ses propres ailes » et vous échappe. *« Dès que l'esquisse d'une solution concrète a été formulée, rien ne peut plus l'empêcher d'exister en tant qu'entité séparée de l'esprit qui l'a fait naître ».* De même que les romanciers ont souvent noté que les personnages de leur roman « vivaient leur propre vie » (*« je ne suis pas maître de mes*

^{6 6} Nous reviendrons dans un dossier spécifique sur le rôle du hasard en créativité. En distinguant l'utilisation méthodique du hasard (tirer des mots au hasard par exemple) et le fait de profiter d'événements accidentels parce qu'on y est préparé, ce processus appelé « sérendipité ».

personnages, ils me mènent où ils veulent » disait l'écrivain Thackeray), il arrive que les idées donnent l'impression d'avoir une vie autonome.

« En fait une séance de créativité est toute entière sous-tendue inconsciemment par l'état de l'autonomie de l'idée qui se révèle lorsque la solution commence à prendre forme. C'est un sentiment qu'il faut détecter et encourager pour donner vie aux idées ».

Pourrait-on considérer qu'après avoir « cassé le problème », créé une situation de « chaos », et dans des conditions favorables de disponibilité et d'énergie du ou des créateurs, « les idées naissent toutes seules », presque malgré vous ? C'est une piste de réflexion à explorer.

13) Le principe opérationnel : l'utilisation de la métaphore

Le point central de la démarche préconisée par Gordon est l'utilisation de la métaphore.

Selon lui, la réalité se présente en général sous forme de « conventions », formant un ensemble rigide qui ne se laisse pas modifier facilement.

(*nota* : il utilise en fait le mot « convention » au sens où nous parlons de « structures », ou « formes », ou « gestalt »).

Renoncer à l'ordre rassurant des « conventions », c'est « s'exposer à un traumatisme », surtout si on est un spécialiste du sujet, et suscite une forte résistance. *« Cette résistance ne saurait être mieux vaincue que par l'emploi de la métaphore ».*

La métaphore est, selon lui, l'outil essentiel permettant de casser les « conventions », et donc de déformer le réel.

Gordon développe un certain nombre de notations à propos de l'emploi des métaphores :

- Le langage est un immense répertoire de métaphores usées, c'est-à-dire de mots qui initialement utilisés dans un sens métaphorique ont aujourd'hui pris un sens abstrait...Le potentiel de rapports métaphoriques contenus dans le langage peut être libéré de multiples manières, en redonnant vie à des métaphores usées

- « on n'envisage généralement la métaphore qu'en ses manifestations verbales, pourtant il faut attacher peu d'intérêt à la métaphore élaborée, littéraire... »... « la plupart des métaphores dont sont nées les inventions historiques se présentent comme de vagues images⁷ et ne prennent la forme verbale que plus tard »... »

- La métaphore non verbale, particulièrement féconde en découvertes dans les domaines des mathématiques et de la physique, n'est pas facile à identifier. Le mathématicien Hadamard dit que pour lui, les mots « deviennent devant les difficultés un trop lourd bagage » et qu'il préfère

⁷ Cette notion d'images vagues, se relie à la consigne que l'on donne dans les groupes de créativité de rechercher toujours « des idées floues », des « idées non finies ». C'est aussi la notion de sfumato de Léonard de Vinci

alors utiliser des représentations telles que : « des groupes de points diversement reliés, des tâches de forme indéfinie » qu'il qualifie « d'imagerie obscure ».

Il faut distinguer deux catégories de métaphores :

- *« la métaphore « qui présente bien », parce que faite après coup (métaphore descriptive), et la métaphore de premier jet (métaphore inductive), qui constitue le bond initial dans le processus de l'invention : les autobiographies d'inventeurs permettent rarement de remonter à cette métaphore initiale (peut-être l'ignorent-ils eux-mêmes) ».*

Les formes les plus courantes de la métaphore sont l'analogie logique et l'assimilation poétique. Dans les deux cas on se sert du mot « comme » :

- *L'analogie revêt des apparences logiques du fait qu'elle porte sur une similitude de relations ou de fonctions (un atome se présente comme un système solaire parce que les relations des électrons tournant autour du noyau sont analogues aux relations des planètes tournant autour du soleil ». Elle met en lumière des ressemblances démontrables, elle peut être utilisée comme moyen d'expliquer des notions logiques ou scientifiques.*

- *L'assimilation poétique, plus émotionnelle, implique aussi une comparaison mais entre des choses que l'on ne s'attend pas à voir mettre en rapport. Par exemple « mon aimée est comme une rose rouge ». L'assimilation met en jeu notre activité subconsciente... elle n'effarouche pas notre logique parce qu'elle ne vise qu'à comparer et non à identifier. Elle est plus prudente qu'une analogie qui met sur le même plan des choses différentes.*

Il existe également « une catégorie de métaphores qui nous impliquent personnellement... ce sont les comparaisons anthropomorphiques : il s'agit d'attribuer des apparences humaines à des choses non humaines... ainsi dire qu'une soupape « ne veut pas » se fermer c'est lui attribuer la faculté de vouloir. C'est à la même forme d'imagination que se rattache la question « quelle impression aurais-je si j'étais tel objet »⁸ ?

Selon lui, ce que l'on appelle généralement « intuition » n'est que l'apparition soudaine d'une métaphore : « Il suffit de substituer « liaison métaphorique à intuition fulgurante pour éclaircir le processus de synthèse

⁸ Cette remarque donnera naissance à une technique que Gordon appelle analogie personnelle et nous appelons identification.

par lequel l'observation de ce que tout le monde peut voir se « cristallise » sous forme de découverte ».

14) Les mécanismes opérationnels

Pour mettre en œuvre le principe métaphorique, Gordon a mis en évidence quatre mécanismes opérationnels :

- l'analogie directe,
- l'analogie personnelle,
- l'analogie symbolique,
- l'analogie fantastique.

Ce sont ces mécanismes auxquels il forme les participants de ses groupes chargés d'inventer. Ce sont eux qu'il utilise successivement pour produire des inventions.

Remarquons qu'il utilise le mot « analogie » pour les décrire tous, mais, selon moi, le mot analogie me semble pris ici dans une définition un peu trop extensive. Il faut signaler que dans les pratiques d'animation actuelles des groupes de créativité nous n'utilisons pas le même vocabulaire. Nous réservons le mot « analogie » à ce qu'il appelle « analogie directe », consistant à transposer un problème d'un champ de référence à un autre (par exemple de la mécanique à la biologie) en utilisant le mot « comme ». Nous parlons également d'« analogies subjectives », à propos des comparaisons subjectives, qu'il appelle l'« assimilation poétique » ou « analogie symbolique ».

Mais nous appelons « identification », la démarche consistant à s'identifier à un objet, ce qu'il appelle « analogie personnelle ».

Pour la dimension symbolique, nous utilisons souvent le dessin, pour éliminer le langage.

Et nous abordons le fantastique par des rêveries fantastiques, des rêves éveillés, plutôt que par des analogies.

Dans l'expérience de Synapse⁹ de 1966-1970 c'est à partir des descriptions de Gordon que nous avons exploré au départ ces quatre dimensions.

Description : (nous utilisons ci-dessous les définitions de Gordon).

1) L'analogie directe.

« Il s'agit par ce mécanisme de mettre en parallèle des faits, des connaissances ou des disciplines différentes... Brunel a résolu le problème de bâtir sous l'eau en regardant un taret percer son trou dans une poutre... Bell écrit : « j'ai été frappé par le fait que les os de l'oreille étaient si volumineux en comparaison de la membrane qui les commande et j'en vins à penser : puisqu'elle suffit à les mouvoir, une membrane plus rigide

⁹ L'expérience Synapse est décrite dans un texte séparé.

commanderait bien ma pièce d'acier. C'est ainsi qu'a été conçu le téléphone ». La biologie est un champ d'études très riche pour les mathématiciens du fait des analogies inapparentes ». Une science appelée la bionique développe systématiquement cette technique d'exploration (voir annexe 3).

2) L'analogie personnelle

« Elle consiste pour le chercheur à s'identifier aux termes de son problème ». Pour un chimiste le mode d'opérer familier consiste à combiner dans des équations des molécules... mais il rendra son problème insolite s'il s'identifie aux molécules en action ». Faraday pénétra au tréfonds de l'électrolyte en essayant de rendre le jeu de son atome visible aux yeux de son esprit ». Kekule en s'identifiant à un serpent qui se mord la queue vit la molécule de benzène sous la forme d'une couronne et non d'une chaîne d'atomes. *« Le technicien inventif s'imagine être une molécule dansante... il devient une molécule, il se laisse attirer et repousser par les forces moléculaires... »*

3) L'analogie symbolique.

« Il s'agit d'une réponse poétique par laquelle on condense dans une image esthétiquement satisfaisante plutôt que techniquement pertinente, une vision immédiate du problème. L'analogie symbolique offre une image qualitative du problème avec la fulgurance du style imagé. Ce qui la caractérise c'est l'instantanéité alors que l'analogie personnelle et l'analogie directe demandent du temps ».

4) L'analogie fantastique

« C'est l'expression du désir qui se retrouve en générale dans l'œuvre d'art. C'est la solution magique d'un problème ». C'est le rêve, le fantasme de solution.

Remarques sur le mécanisme analogique :

Les différentes analogies sont un peu comme des marches d'escalier (voici une métaphore à visée pédagogique...) qui nous permettent de « monter à des hauteurs variables » entre le niveau du réel et celui de l'imaginaire.

L'analogie directe, est la plus proche de la réalité existante. Elle se comprend directement et tout le monde peut la comprendre de la même manière. Elle est « ana » « logique », c'est-à-dire qu'elle constitue une forme voisine de la logique. Elle peut faire l'objet de démonstration.

L'analogie poétique ou symbolique, n'est pas logique, c'est une construction subjective qu'une autre personne n'aurait pas pu faire de la

même manière au même moment. Dire « *les mots sont des oiseaux qui frôlent les étangs du silence* » ou « *les mots sont des cailloux rugueux emportés par un torrent* » constituent des descriptions subjectives. Toutefois, une fois émises, ces analogies peuvent être décodées par les autres et entraîner une résonance. Elles se relient à un inconscient collectif.

Les analogies personnelles, décrivent un vécu totalement individuel. On ne peut que les écouter de l'extérieur. Eventuellement les analyser ou bien chercher à établir en lien entre ce récit étrange et les données du problème.

Les analogies fantastiques nous entraînent sur les chemins de la folie, vers les territoires du rêve que l'on peut parfois partager. Le fantastique bouleverse les structures de la réalité et peuvent conduire éventuellement à le reconstruire

15) La procédure de détour

La procédure suivie par Gordon dans ses groupes est très différente de la démarche brainstorming. Il ne s'agit pas de lancer une grande quantité d'idées très rapidement avant de procéder à une sélection (démarche en deux temps).

Là, il s'agit plutôt d'une démarche en trois temps, typique du processus de détour.

Temps 1, la phase de divergence est généralement enregistrée au magnétophone.

Puis c'est en réécoutant le magnétophone, en laissant son imagination libre suivre le fil, par exemple, d'une identification que l'on cherche à établir un lien (temps 2) entre cette divergence et le problème posé : c'est la phase de création proprement dite. Il s'agit alors de procéder au ralenti pour explorer une piste, en groupe, comme un groupe de chasseurs dans une forêt chercheraient à repérer des indices sur la piste d'un animal. « *De cette utilisation efficiente du subconscient naissent des inspirations...* Le temps 2, qui est le temps essentiel de la créativité fait penser à un tâtonnement exploratoire réalisé en groupe, avec des personnes qui ont entre elles un très bon niveau de communication, résultat d'une formation approfondie. Ce qu'ils cherchent à produire ce ne sont pas des « idées » au sens d'idées finies :

« la courbure sans défaut d'une idée « finie » évoque une surface polie et impénétrable...elle ne peut être que vraie ou fausse...elle ne se prête plus aux retouches... à l'inverse, des ébauches d'idées dont les surfaces sont mal dégrossies, avec des failles offrent prise à des interventions créatives... ». « *quand le groupe est bien au point, il a le souci de ne pas exprimer des idées achevées et cohérentes... »*

Ces deux phases sont suivies (temps 3), de la sélection parmi les pistes entrevues, de celle que l'on décidera d'approfondir. C'est le jugement, l'évaluation, que certains appellent parfois convergence.

16) L'utilisation du groupe dans la pratique de Gordon.

Les groupes de production d'idées décrits par Gordon sont des groupes constitués spécialement en fonction d'un projet, recrutés avec soin, formés durant une longue période. C'est là, également, une différence avec le brainstorming d'Osborn. On peut dire que la qualité du brainstorming c'est qu'il s'agit d'une technique souple qui peut s'adapter à n'importe quel groupe, dans n'importe quelle circonstance, sous réserve d'un bon entraînement et d'une bonne animation. A l'inverse, les groupes de Synectique correspondent à des critères exigeants en termes de composition et de formation. En caricaturant un peu, on pourrait dire que dans le Brainstorming, la technique s'adapte aux groupes existants tandis que dans la Synectique, les groupes sont constitués pour s'adapter à la technique.

Les groupes de Synectique sont soigneusement composés avec des personnes provenant d'horizons variés, par exemple : physique, biologie, géologie, marketing, chimie.

«Au départ, le noyau de ce groupe s'est composé de multiples combinaisons de peintres, de sculpteurs, de mathématiciens, de publicitaires, de physiciens, de philosophes, de chimistes, d'ingénieurs, d'architectes, de zoologues, de biologistes, d'acteurs, de musiciens, etc... »

« Concernant les groupes entraînés à poser et à résoudre des problèmes, il faut d'abord opérer une sélection parmi les candidats présentés par une firme, ensuite procéder à la formation des personnes retenues ».

« Le groupe est dirigé par deux chefs, dont l'un s'occupe des questions administratives tandis que l'autre dirige les séances de travail ».

Pourquoi valoriser le travail en groupe ?

Gordon arrive à cette conclusion après de nombreuses expérimentations et il en livre les raisons :

- *« nous avons découvert que pour effectuer des recherches comme les nôtres, l'individu est surclassé par un groupe travaillant en bonne coopération »...* *« un groupe peut faire tenir en quelques heures d'activité mentale semi consciente ce qui pourrait demander à une seule personne un mois d'incubation »...*

- *« un groupe donne de l'audace aux individus : pour découvrir des voies inédites, il s'agit de prendre des risques »,*

- *« Le groupe est un amplificateur : la réponse à une question initiale à l'air d'émaner d'une source unique alors que cinq ou six personnes y ont contribué »*

- Toutefois pour qu'un groupe de production d'idées fonctionne bien :
« *il faut qu'il règne un climat de permissivité propice à la synthèse des idées* » et « *chacun des membres doit être personnellement engagé dans la réussite, motivé et bien animé : sinon « il tombe à son plus faible dénominateur commun, allant vers le plus évident ».*

Cette valorisation du groupe n'est pas une négation de la créativité individuelle : au contraire Gordon parle de la nécessité d'une « oscillation » permanente entre la créativité individuelle et la créativité en groupe.

17) Le processus de la Synectique.

La phase de production d'idées est intégrée par Gordon dans un processus en 9 phases :

- 1) La formulation du problème,

La formulation peut se révéler une description exacte de la situation ou dissimuler et brouiller le nœud du problème.

- 2) la familiarisation avec ce qu'il a d'insolite,

Dans cette phase, l'essentiel n'est pas de résoudre les contradictions du problème mais de les mettre à jour

- 3) l'assimilation du problème,

A la suite d'une analyse, les informations sont examinées et le problème est reformulé

- 4) l'exploitation des mécanismes opérationnels,

C'est la recherche des analogies, des métaphores

- 5) la projection sur le familier d'un éclairage insolite,

Les mécanismes ont joué leur rôle et le problème apparaît sous un jour nouveau

- 6) la production des états psychologiques,

C'est la phase qui prépare la production créatrice dans un climat favorisé par la mise en jeu des états psychologiques

- 7) le rapprochement avec le problème

C'est la phase de créativité proprement dite où l'on met en relation l'analogie la plus pertinente avec le problème de départ

- 8) la découverte d'un point de vue neuf,

On recherche une possibilité technique de traduire l'idée en solution. On rapproche encore l'idée du problème en la transformant en solution concrète.

- 9) la mise en œuvre de la solution

L'idée devient un projet que l'on soumet à des essais, des maquettes, etc...

Par rapport au processus Osborn-Parnes, on peut dire :

- les 3 premières étapes correspondent aux points 1,2,3 du process Osborn Parnes (formulation, recherche d'informations, reformulation),

- les phases 4,5,6,7,8 correspondent à la phase de production d'idées chez Osborn Parnes. Elle est ici plus développée.
- la phase 9, celle de la mise en œuvre de l'idée (essai, maquettes, etc..) est moins décrite chez Osborn Parnes.
- On retiendra surtout la décomposition très affinée du processus de la production d'idées.

Synthèse.

Que faut-il retenir de la démarche de Gordon, appelée « Synectique » :

- la volonté de suivre une démarche scientifique, méthodique, pour comprendre le fonctionnement créatif,
- le fait d'avoir souligné clairement la dimension émotionnelle de la créativité et d'avoir valorisé le recours à l'irrationnel, la mise en jeu de processus inconscients,
- Le fait d'avoir démystifié l'inspiration,
- Le fait d'avoir mis à jour l'importance des démarches métaphoriques et analogiques,
- Le fait d'avoir décrit des modes de fonctionnement de groupe originaux permettant de faire vivre des cellules permanentes de créativité,
- Le fait d'avoir mis à jour des états psychologiques favorisant la créativité, et notamment le rôle du jeu, de la pensée enfantine, la recherche de l'insolite, l'acceptation de l'incongru, etc... et d'avoir effectué des notations originales, telles que l'indicatif hédonique, l'autonomie de l'idée, etc...
- Le fait d'avoir décrit des mécanismes opérationnels concrets et efficaces qui continuent d'être la base du fonctionnement des groupes créatifs.

Nota :

Il faut rappeler que ces travaux de Gordon datent de la période 1944/1952, à une époque où peu de travaux existaient dans le domaine de la créativité. Beaucoup de ces observations nous paraissent aujourd'hui banales, mais il s'agit pourtant d'un travail étonnamment précurseur.

2) Les métaphores dans la pensée scientifique.

En complément de cette note nous livrons ici quelques réflexions qui sont inspirées par un livre qui s'appelle :

« *Intuitions de génie* ». Arthur I. Miller. Flammarion. 2000¹⁰

Le livre analyse le fonctionnement du progrès scientifique et le rôle crucial joué par les métaphores. L'auteur rappelle que les métaphores jouent un rôle essentiel dans la vulgarisation scientifique, elles permettent de transmettre une pensée ou un concept difficile.

Mais leur rôle ne se limite pas à la communication d'un concept. Elles ont un rôle central dans son élaboration.

« *On peut affirmer que les métaphores sont une part essentielle de la créativité scientifique car elles permettent de rechercher les descriptions littérales du monde, ce qui est l'objet de la démarche scientifique* ».

21) Le mécanisme métaphorique :

Il existe une vision de la métaphore appelée « vision de comparaison » ou de « substitution » qui considère les métaphores comme des images condensées. Mais les images sont moins intéressantes que les métaphores parce que les images traduisent la similitude de manière explicite, elles reflètent, tandis qu'une métaphore consiste à expliquer une entité mal comprise en se servant d'une autre entité que le destinataire connaît mieux. Une métaphore est « une assertion comparative dans laquelle on compare deux sujets », elle « crée » une similitude.

A titre d'exemple d'un travail scientifique créatif réalisé au moyen d'une métaphore voici l'exemple de Maxwell qui définit les équations du champ électromagnétique à partir de cette métaphore :

« le champ magnétique se comporte comme s'il était un ensemble de roues, de poulies et de fluides ».

*Ici, l'instrument de la métaphore – **comme si** – signale une application du sujet secondaire (la mécanique des poulies et des fluides) vers le sujet primaire mal compris (le champ électromagnétique).*

La métaphore peut s'écrire :

(x) agit comme s'il était un (y)

*où l'instrument principal de la métaphore, son outil déterminant, l'expression « **comme si** » relie le sujet principal mal compris (x) ou inconnu au sujet secondaire mieux compris et déjà connu (y).*

Autre exemple, l'oscillateur harmonique de Max Planck, qui a tenu un rôle essentiel sur le rayonnement de cavité. Planck opta pour un modèle dans

¹⁰ (j'utilise des citations tronquées et des raccourcis sans l'autorisation de l'auteur

lequel les électrons constituant la matière peuvent être vus « comme de minuscules sphères attachées à un ressort » : « les électrons oscillateurs ». Ce modèle fut retenu par tous les scientifiques car il est possible de résoudre rapidement et de manière exacte le mouvement d'un objet attaché à un ressort. Planck présenta ce modèle par une métaphore :

« On peut étudier le rayonnement de cavité en supposant que les électrons qui recouvrent les murs de la cavité rayonnante se comportent **comme si** ils étaient des particules chargées, portées par des ressorts ».

Le sujet secondaire (les particules chargées portées par des ressorts) avec ses propriétés mécanique bien connues des ressorts permet à Planck d'étudier les propriétés moins connues du rayonnement de cavité.

Plus tard, les électrons oscillateurs harmoniques jouèrent à leur tour un rôle dans une métaphore à un deuxième degré, dans la théorie quantique du champ magnétique où il est dit que :

« le champ électromagnétique se comporte **comme si** il s'agissait d'un ensemble d'oscillateurs harmoniques ».

22) La notion de « tension » métaphorique

« Les connexions reliant (x) et (y) ne sont en général pas évidentes comme ce peut être le cas en recherche scientifique »....

« La dissemblance existant au premier abord entre les deux se nomme la tension existante entre les deux termes.

Plus grande est la tension, plus grands sont les pouvoirs créatifs de la métaphore. Les métaphores pour lesquelles la tension est maximale font entrer en jeu des raisonnements non logiques qui repose souvent sur l'imagerie visuelle....

Dans le cas de Maxwell la tension entre le sujet primaire et secondaire est faible pour plusieurs raisons : tout d'abord le sujet secondaire n'est pas très éloigné des concepts connus à l'époque (en 1860). D'autre part, personne ne croyait sérieusement que le champ électromagnétique ait réellement quelque chose à voir avec les roues et les poulies.

C'est plutôt ce que l'on appelle un modèle. On définit un modèle comme une métaphore ayant une tension inférieure à la tension maximale. La littérature philosophique contient quant à elle un grand nombre d'analyses intéressantes sur la façon de définir un modèle : les modèles sont, soit des approximations grâce auxquelles les scientifiques se fraient un chemin vers l'élaboration d'une théorie d'un processus scientifique, soit des situations simplifiées permettant l'application d'une théorie générale.

« La métaphore est la partie émergée d'un modèle ».

« Bien entendu on ne peut pousser la précision au point de fournir une échelle quantitative de la tension métaphorique, cette dernière étant liée à la réalité concrète du sujet secondaire ».

Nota : Cette notion de « tension » métaphorique fait écho à la notion « d'éloignement » que nous utilisons en créativité pour décrire la phase de production imaginaire plutôt que celle de « divergence » à l'intérieur du mécanisme de détour.

Par rapport au champ de la réalité, le premier stade de la démarche créative consiste à s'éloigner vers l'imaginaire, cet éloignement étant plus au moins distant du point de départ. Certaines techniques ont vocation à susciter un éloignement faible (par exemple les analogies directes), d'autres un éloignement beaucoup plus grand (par exemple les identifications ou les techniques oniriques). On pourrait dire qu'en recherchant un « éloignement » plus lointain, on augmente la « tension » métaphorique ». Dans les débuts de Synapse, nous avons la volonté de tenir compte de cette dimension. Nous avons imaginé une unité de mesure de l'éloignement (on pourrait parler d'unité de mesure de la tension), que nous appelions entre nous « le kreaton ». Selon le type de recherches, nous disions « il faut monter à 10 kreatons », ou « il suffit de rester à trois kreatons ». Cette notion était bien entendu un code de langage et n'avait aucune prétention de constituer une véritable mesure : comment mesurer l'éloignement ? Mais sur le plan pédagogique, elle avait une fonction.

23) La métaphore, comme moyen d'intégrer la nouveauté de l'invention.

Dans son premier article sur la théorie atomique, Bohr utilisa la métaphore suivante :

*« L'atome se comporte **comme si** il était un minuscule système solaire ».*
*Le **comme si** signale un transfert depuis le sujet secondaire, le système solaire, afin d'étudier le sujet primaire encore mal compris, l'atome. La métaphore de Bohr était provocatrice à l'époque (elle remettait en cause la description visuelle des électrons atomiques). On pourrait dire qu'il y avait un niveau de tension importante entre les deux termes de la métaphore.*

Il est intéressant de comprendre comment l'idée de Bohr a été intégrée par le corps scientifique, ce qui nous amène à faire un détour par la science cognitive.

Le psychologue Piaget a expliqué clairement la façon dont la connaissance émerge de nos sens. Les interrogations de Piaget concernaient un paradoxe discuté par Platon dans Ménon : « comment de nouveaux concepts peuvent-ils émerger dans le cerveau, différents de ceux qui sont déjà présents dans le cerveau ? ». En d'autres termes, comment un système peut-il produire des résultats qui dépassent largement les assertions qu'il contient déjà ? ». Comment peut-on produire des idées véritablement nouvelles ?

La réponse de Piaget se ramène aux processus d'assimilation (ou incorporation) et d'accommodation (ou ajustement) qu'il a largement décrites en étudiant le développement de l'intelligence de l'enfant (l'enfant apprend par une alternance de phases d'assimilation (il intègre du nouveau) et d'accommodation (c'est lui qui s'adapte au nouveau)).

Dans le domaine scientifique, les données nouvelles, par exemple une nouvelle théorie, sont « assimilées » (incorporées, intégrées) dans un système de connaissances bien établi. Mais au moment où il les assimile, le système existant se trouve déséquilibré par cette intrusion, par ce corps étranger que constitue la nouveauté. Le niveau antérieur des théories se retrouvent dans un état de confusion.

La production du nouveau est toujours précédée par un déséquilibre.

De deux choses l'une : ou bien le niveau antérieur des connaissances refuse la nouveauté ou bien il se transforme.

Placé devant des faits, le sujet doit s'ajuster personnellement à ces données neuves (« s'accommoder », se transformer) pour passer à un niveau supérieur.

Nota : Formulé autrement l'intégration d'une idée nouvelle suppose de changer les catégories de jugement de ceux qui l'examinent. Une idée nouvelle ne peut passer que si ceux qui l'examinent acceptent de se changer eux-mêmes. L'une des manières de faire passer l'idée est d'utiliser une démarche métaphorique, c'est-à-dire de s'appuyer sur un champ secondaire connu et rassurant.

Le raisonnement par métaphore sert de marchepieds. Nous procédons par étapes, comme sur un escalier.

Nous recevons ou assimilons des perceptions sensorielles et nous y répondons en activant des niveaux de connaissance différents. Les niveaux les plus bas s'ajustent eux-mêmes aux perceptions extérieures en formant des niveaux de connaissance plus élevés.

Le niveau supérieur ainsi constitué est alors dans un état d'équilibre relatif, jusqu'au moment où il doit assimiler une information nouvelle et réamorcer un cycle de spirale ascendante

Dans le cas de Bohr, par exemple, les données nouvelles sont examinées par la physique classique qui ne peut le faire, elle est de fait déstabilisée. En recourant à une métaphore, Bohr lui permet de transformer son système de référence vers un système d'un niveau plus élevé.

A partir de myriades de données, des structures émergent par étapes, chaque échelon émergeant de manière continue de l'échelon inférieur lorsque celui-ci a été mis en défaut par des données ou des constatations théoriques nouvelles. On peut se représenter visuellement ce phénomène sous la forme d'une spirale ascendante : arrivé à un certain point on retire

les parties courbées de la spirale et seulement restent les marches. Chaque marche est une théorie scientifique qui permet d'accéder à un monde possible, ce dernier étant une version toujours plus exacte de celui offert à nos sens. La science nous offre un escalier vers la réalité physique, grâce aux métaphores.

Conclusion :

L'émergence d'un niveau organisé supérieur qui se développe spontanément à partir d'un niveau inférieur désorganisé, en état de déséquilibre, rappelle les phénomènes rencontrés en théorie de la complexité. L'un des pionniers dans ce domaine, Ilya Prigogine y décrit sans hésiter le déséquilibre comme étant « une source d'ordre ». Il existe un « ordre » qui peut naître spontanément du désordre, « l'ordre naît du bruit ».

La théorie de la complexité nous enseigne que des systèmes en déséquilibre finissent par s'adapter « tout seuls » à leur environnement d'une manière ou d'une autre débouchant ainsi sur ce que l'on appelle de façon assez évidente une « auto-organisation ».

L'étude de la dynamique menant à l'auto-organisation représente la nouvelle frontière de la théorie de la complexité.

C'est l'analyse de cette dynamique qui pourrait conduire également à la compréhension du mécanisme de la créativité. On pourrait peut-être dire qu'une idée est une réponse auto organisée, produite à partir d'un désordre que l'on a provoqué.

Le rôle des techniques mises en œuvre par un animateur auraient alors « simplement » pour fonction d'accélérer un processus cognitif naturel.

3) La Bionique¹¹ ou la recherche d'analogies dans la Nature

Chaque être vivant est le fruit d'une évolution de plusieurs millions d'années. D'innombrables générations se sont succédées pour aboutir à des systèmes mécaniques, physiques, chimiques ou biologiques proches de la perfection.

La bionique est la science qui étudie la vie avec un objectif simple : comprendre les mécanismes de fonctionnement des organismes vivants et évolutifs afin de pouvoir les appliquer aux créations humaines. En complémentarité avec la technologie elle est une source inépuisable de progrès et d'innovations.

En 1511 déjà, Léonard de Vinci observait : « un oiseau est un instrument fonctionnant suivant des lois mathématiques, par conséquent l'homme a la capacité de reproduire tous ses mouvements ».

Comme le notait Gordon : « Dix sept années de recherche nous ont montré que la source d'analogies directes la plus riche était la biologie parce que sa terminologie n'est pas impénétrable et qu'elle inspire des analogies qui insufflent à des problèmes strictement techniques la vie dont elle s'inspire ».

Officiellement promue science à part entière en 1960, la bionique est une démarche scientifique pourtant très ancienne consistant à rechercher, chez les plantes et les animaux, des analogies ou des modèles, en vue de réalisations techniques. Elle se situe au carrefour des plusieurs disciplines et se conçoit comme un pont entre le monde vivant et le monde inerte.

La bionique est devenue incontournable en différents domaines :

- l'intelligence artificielle,
- la robotique,
- les revêtements de surface (autonettoyants, hydro ou aérodynamiques),
- l'aéronautique,
- la conception de nouveaux systèmes de protection.

Depuis plusieurs dizaines d'années le « biomorphisme », c'est-à-dire la tendance des technologies sophistiquées à copier des processus naturels a connu un développement considérable. Prenons quelques exemples :

- Les deux trous situés entre l'organe respiratoire et les yeux d'un crotale contiennent un détecteur de température si délicat qu'il peut détecter des

¹¹ Extrait de l'article de Victor J Papanek in *Source book for Creative problem Solving*. Edited by Sydney J Parnes. Creative Education Foundation press. 1992. et "Les inventions de la nature et la bionique" - Yves Ccineau, Biruta Kersling - Hachette, 1987.

différences de température d'un millième de degré. C'est en étudiant ce principe que Philco et General Electric ont mis au point un détecteur de missile qui est situé sur le pot d'échappement des avions de chasse.

- Une graine d'érable, tombant de quelques mètres du sol, suit une spirale bien particulière. En étudiant cette spirale, on a eu l'idée d'un procédé qui est utilisé pour combattre les feux de forêts dans les ravins inaccessibles aux largages d'eau habituels. Une feuille d'érable artificielle, en plastique ultra léger et peu coûteux a été construite. Elle contient une poudre qui éteint les incendies en descendant en spirale sur les braises.
- En étudiant les comportements par rapport à la lumière d'un papillon de nuit, W. Grey Walter a mis au point un dispositif électronique qui se déplace automatiquement en direction d'une source lumineuse.
- Il est bien connu que les chauves-souris naviguent avec un système d'écho, analogue dans son principe à celui qui est utilisé par les radars et les sonars.
- La découverte du fait que certains coléoptères calculent leur vitesse aérienne avant de se poser en observant et mesurant le déplacement d'objets sur le sol a conduit des techniciens de l'aéronautique à mettre au point un indicateur de vitesse basé sur l'observation de deux points situés sur le sol.
- Qui n'a jamais été agacé par ces petits fruits ridicules qui s'accrochent avec force à nos vêtements et qui mettent notre patience et le bout de nos doigts à rude épreuve lorsqu'il faut les enlever, ou plutôt les arracher ! Georges de Mestral fut l'un de ceux-là, mais sa curiosité et son ingéniosité nous ont valu une invention extraordinaire. Il imagina tout de suite l'intérêt que pourrait présenter un ruban hérissé d'une multitude de petits crochets, tels ceux de la bardane, que l'on pourrait, sans ajustage précis, accrocher et décrocher à volonté sur un autre ruban couvert de boucles, tel le pelage des animaux ou les fibres textiles de nos vêtements. L'ensemble ruban-velours (VEL / ruban-crochets CRO) appelé VELCRO fut mis au point à l'issue de huit années de recherche.
- On sait également que le nez allongé du dauphin contient un système de navigation qui n'est pas lié au son, de même que les baleines, mais qui ondule sur la surface externe de la peau.
- La botanique a suggéré d'innombrables concepts d'organisation, d'architecture, d'agencements, basés sur l'observation des plantes : champignons, lichens, racines, structures moléculaires des végétaux, de même que l'organisation de la vie animale : ruches, fourmilières, nids, etc.
- La cristallographie a fourni des modèles pour l'architecture terrestre, mais aussi pour la conception de modules spatiaux.

- Les bras de préhension de certains coléoptères n'est pas sans rapport avec les bras articulés utilisés par les navettes spatiales pour récupérer des minéraux sur des satellites terrestres
- et les structures de certains animaux sous marins, habitués à vivre sous de très fortes pressions inspirent des modules extraterrestres.

On ne parle vraiment de bionique que lorsqu'il y a demande du côté de l'ingénieur et réponse du côté du biologiste, mais on connaît beaucoup de systèmes pour lesquels l'analogie n'a été établie qu'a posteriori.

Cette découverte, même tardive, n'est pas inutile, le modèle naturel peut être la source d'un perfectionnement technique de l'invention humaine.

Par exemple :

- Le dispositif anti-vibratoire des libellules.

Il est absolument indispensable à la libellule pour que ses ailes ne soient pas prises de vibrations en plein vol. Des rescapés des premiers vols en avion des années 30 ont décrit cette vibration qui prenait naissance dans les ailes et responsable de la désintégration en vol de l'appareil. Les ingénieurs y remédièrent en renforçant le bord d'attaque et en alourdissant l'aile vers son extrémité. Ce n'est que plus tard que l'on s'aperçut qu'un dispositif analogue existait sur les ailes de nombreux insectes : les nervures du bord d'attaque y sont plus denses et le point noir appelé ptérostigma, est en fait un véritable ballast rempli d'hémolymphe.

- Les haltères des diptères et le gyrotron :

Les diptères (mouches, moustiques) ne possèdent que deux ailes. Les deux ailes postérieures se sont transformées en une paire de petites massues appelées haltères ou balanciers. Contrairement à ce que sous-entend cette dernière appellation, elles n'interviennent pas dans le contrôle de l'équilibre du vol. L'étude au microscope révèle, à la base du pédicelle des haltères, des aires sensorielles chargées de renseigner l'animal sur les modifications de sa ligne de vol, ses accélérations et ses ralentissements. Il s'agit d'un véritable instrument de navigation. Dans les années 50, où J.W.S. Pringle, entomologiste britannique, donnait cette interprétation du rôle des haltères des diptères, l'ingénieur J. Lynam inventait indépendamment un système de navigation par inertie basée sur le même principe : le gyrotron, qui allait remplacer sur les avions modernes les compas gyroscopiques à pièces tournantes.