

## Peut-on penser à deux choses à la fois ?

**François Maquestiaux**, enseignant-chercheur en sciences et techniques des activités physiques et sportives, STAPS, à l'Université Paris-Sud 11, est membre de l'unité de recherche CIAMS.

**André Didierjean**, professeur à l'Université de Franche-Comté, dirige le Laboratoire de psychologie et anime le pôle Comportements, risques, santé de la MSHE Ledoux (USR 3124).

Lire son journal en écoutant une question ; conduire en téléphonant : l'attention peut-elle se partager ? L'entraînement apporte des bénéfices nets, mais seulement dans certains cas.

**O**n réussit en général assez bien à faire plusieurs choses en même temps : discuter avec ses enfants de la journée d'école en lisant les derniers résultats sportifs dans le journal, gérer un problème professionnel par téléphone alors que l'on est au volant, écouter un livre audio tout en bricolant, etc. Cet exercice peut néanmoins se révéler périlleux dans certaines circonstances. C'est d'ailleurs le message de la sécurité routière « Téléphoner en conduisant multiplie par cinq les risques d'accidents », lancé en 2008 et fondé sur des données statistiques.

Mais alors, que sait-on de notre capacité à traiter simultanément plusieurs informations différentes ? Dans quelles circonstances risque-t-on d'être en difficulté, voire en danger ? S'améliore-t-on avec de l'entraînement ? En fait, toutes ces questions n'en font qu'une : comment fonctionnent les mécanismes mentaux en jeu quand on traite plusieurs informations simultanément ? Pour répondre à ces questions, de nombreuses recherches ont été réalisées en psychologie cognitive sur le traitement simultané de deux informations. La méthode généralement employée consiste à mesurer le comportement d'individus placés dans des situations expérimentales les contraignant à traiter en même temps deux tâches distinctes plus ou moins difficiles. Les psychologues évaluent le temps de réaction ou le nombre d'erreurs pour en déduire les caractéristiques du traitement de l'information. Nous présenterons ici les découvertes les plus importan-

tes sur des propriétés de l'architecture cognitive humaine responsables de nos éventuelles défaillances en situation de tâches multiples.

### Lire Hugo en écrivant Racine

Le philosophe français Frédéric Paulhan publia en 1887 l'article fondateur de la psychologie scientifique naissante sur l'attention intitulé *La simultanéité des actes psychiques*. Cet article fut le premier à poser, au moyen de l'expérimentation, la question de la capacité de l'homme à traiter deux tâches simultanées. Paulhan y décrit différentes procédures consistant à faire deux tâches en même temps : « J'écrivais, par exemple, du Racine en récitant à voix basse du Leconte de Lisle ou du Musset, ou du Victor Hugo » ; ou encore : « J'ai multiplié 45924 par 835, en récitant des vers de Leconte de Lisle ».

Il constate que la réalisation de chaque tâche prend plus de temps et comporte plus d'erreurs lorsqu'elle est effectuée en même temps que l'autre. Néanmoins, Paulhan observe que la durée totale nécessaire à la réalisation simultanée des deux tâches est inférieure à la somme des durées des tâches effectuées séparément. Paulhan en déduit que « la simultanéité des opérations psychiques est une règle qui n'a peut-être pas d'exceptions ou qui n'en a que de très rares », jetant ainsi les fondements de la croyance en la capacité de notre esprit à traiter simultanément plusieurs informations.

La méthode introspective qu'utilise Paulhan comporte cependant un certain nombre

### En Bref

- Quand on réalise deux tâches cognitives simultanées, l'une des deux est traitée quelques fractions de seconde après l'autre.
- Ce délai peut être raccourci au prix d'un entraînement intense avec une limite incompressible.
- Les effets de l'entraînement ne sont pas transposables d'une tâche cognitive à une autre.

d'obstacles à l'identification des mécanismes mentaux en jeu. Il en énumère quelques-uns : « Un fait à considérer, c'est la nécessité de s'observer soi-même pendant la double opération, et non seulement de s'observer, mais de se préparer à voir le moment où l'opération finira, et de ne pas oublier celui où elle a commencé (ce qui, d'ailleurs, m'est arrivé deux ou trois fois). »

Un siècle plus tard, une étude publiée en 1976 par Elisabeth Spelke, de l'Université Harvard, a surmonté les obstacles de l'introspection en déduisant la nature des mécanismes mentaux en jeu en observant le comportement de deux étudiants apprenant à lire des histoires et à écrire, en même temps, des mots sous la dictée ! Après 85 heures d'entraînement, différents indicateurs de performance (durée, nombre d'erreurs, compréhension) confirment le

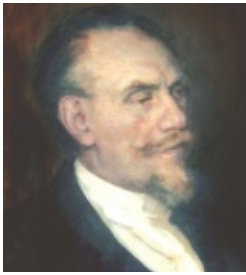
caractère remarquable des performances : les deux étudiants parviennent non seulement à lire et à écrire aussi vite en même temps que séparément, mais aussi à comprendre le sens des histoires et à découvrir les relations entre les mots dictés. Indéniablement, ces résultats attestent qu'avec de l'entraînement, l'être humain est capable de traiter deux sources différentes d'informations et de produire deux comportements complexes simultanément. L'interprétation avancée à l'époque est que l'être humain a la capacité de diviser son attention sans réduire ses performances.

Les auteurs de ces travaux évoquent également une autre interprétation : avec de l'entraînement, les participants développent la capacité à passer rapidement d'une tâche à l'autre sans perte apparente de performance dans aucune

### 1. Jouer aux échecs

tout en remplissant sa grille de mots croisés ? Ce n'est guère possible, car l'esprit humain se heurte à un mécanisme de rétrécissement du flux des informations, lesquelles doivent être traitées une par une.





**2. Le philosophe Frédéric Paulhan** fut sans doute le premier à expérimenter la capacité de l'esprit à se partager entre plusieurs tâches. Il s'entraînait à écrire des vers de Racine en récitant des extraits de Leconte de Lisle, de Musset ou de Victor Hugo (tableau de Bertha Rhodes, 1905).

### 3. Chanter tout en marchant sur un fil ?

Il y a fort à parier qu'aucune des deux performances ne soit très réussie !

des deux tâches. Cette hypothèse d'une alternance attentionnelle rapide est restée dans l'attente de validations empiriques jusqu'à l'adoption de procédures expérimentales simplifiées.

En 1931, le psychologue américain Charles Witt Telford explora la capacité humaine à émettre plusieurs réponses volontaires quasi simultanément. Dans cette étude, 29 étudiants en psychologie devaient effectuer 100 essais consistant à réaliser deux détections auditives successives : à chaque essai, ils devaient réagir le plus vite possible à l'émission de deux sons brefs en appuyant sur une touche pour chaque son. Les sons étaient espacés d'une durée variant aléatoirement d'un essai à l'autre (500, 1 000, 2 000 ou 4 000 millisecondes). Les résultats ont montré que la seconde détection est ralentie de plus de 100 millisecondes lorsque la durée entre les sons est courte. D'après Telford, une période de relative inexcitabilité – appelée phase réfractaire – existerait entre deux réactions successives.

Dans le prolongement de ce résultat, la psychologue Margaret Vince, de l'Université de Cambridge, publie en 1948 des travaux évaluant les comportements de participants à une tâche de poursuite nécessitant d'effectuer des séries d'ajustements successifs. Les sujets devaient repositionner un stylet à chaque fois que celui-ci déviait de façon soudaine d'un tracé imposé. Vince observe un ralentissement de 250 millisecondes du temps de réaction au second ajustement quand les deux déviations surviennent quasi simultanément (la durée les séparant était de 50 millisecondes seulement). Elle attribue ce résultat à une interruption du traitement de la seconde réaction, provoquée par une phase réfractaire psychologique.

Aujourd'hui, on appelle « protocole de la période réfractaire psychologique » la procédure de double tâche consistant à présenter deux stimulus (par exemple un son et une lettre), séparés par des durées variables (de 15 à 1 000 millisecondes), et nécessitant deux réponses motrices rapides (dire un mot en réaction au son et appuyer sur une touche en réaction à la lettre). Il est devenu un formidable outil permettant de disséquer la nature des processus mentaux à l'œuvre en situation de double tâche. Ce protocole est à l'étude des mécanismes de l'attention en psychologie ce qu'a été le microscope à l'étude des cellules en biologie.

## Une « période réfractaire » psychologique

De par sa simplicité et ses caractéristiques, le protocole de la période réfractaire psychologique garantit un contrôle rigoureux sur ce que fait le participant. Le chercheur connaît le début et la fin du traitement de chaque tâche et peut mesurer avec précision l'interférence d'une tâche sur l'autre. Au cours des 30 dernières années, notamment sous l'impulsion du psychologue Harold Pashler, de l'Université de Californie à San Diego, ce protocole a permis un développement sans précédent des recherches sur les mécanismes de l'attention. Elles ont permis de mettre en évidence un phénomène psychologique omniprésent et extrêmement robuste, l'effet de période réfractaire psychologique. Ce phénomène correspond à l'allongement d'au moins 300 millisecondes du temps de réaction à la seconde tâche, quand celle-ci intervient très rapidement après la première.

Le ralentissement atteint parfois plus d'une demi-seconde. Les travaux de H. Pashler ont contribué à préciser les conditions d'apparition de l'effet de période réfractaire. Cet effet est omniprésent : on l'observe sur une vaste gamme de tâches expérimentales accomplies par paires, y compris celles pour lesquelles les stimulus empruntent des récepteurs sensoriels distincts et pour qui les réponses motrices se font par des voies distinctes. L'effet de période réfractaire ne serait donc pas lié à l'utilisation de tel ou tel canal sensoriel, mais imputable à la présence d'une limitation mentale située au niveau central du traitement de l'information, entre la perception et la programmation de l'acte moteur.

Rejoignant une suggestion proposée en 1952 par le psychologue anglais Alan Welford, de l'Université de Cambridge, H. Pashler a identifié la nature de cette limitation cognitive : un mécanisme de traitement sériel, ou goulet d'étranglement, imposant de traiter une seule opération centrale à la fois. En d'autres termes, les infor-



Jean-Michel Thiriet



mations nécessitent d'être traitées les unes après les autres : cette découverte est connue aujourd'hui sous le nom de modèle du goulet d'étranglement central. En définitive, deux traitements centraux liés à deux actions distinctes, par exemple les processus mentaux consistant à décider de la réponse à donner à un stimulus, sont nécessairement exécutés l'un après l'autre.

L'effet de période réfractaire est un phénomène psychologique se généralisant à des situations réelles. Ce qu'attestent les résultats d'une étude réalisée sur simulateur de conduite par Jonathan Levy et H. Pashler, publiée en 2006. Ces auteurs ont observé des étudiants détenteurs d'un permis de conduire depuis quelques années (52 mois en moyenne). Ils leur ont demandé de réaliser une tâche élémentaire dite « de temps de réaction de choix » : ils devaient, par exemple, réagir à un son en disant « un » ou à deux sons en disant « deux ». Simultanément, on leur demandait de freiner d'urgence en réaction à l'allumage des feux d'un véhicule situé devant eux.

Les expérimentateurs ont constaté qu'ils freinaient 150 millisecondes plus tard que s'ils n'avaient aucune tâche à réaliser en même temps. Ce retard de freinage, d'apparence négligeable, peut avoir de graves conséquences en situation réelle. Concrètement, un retard de 150 millisecondes augmente la distance de freinage de deux mètres quand le véhicule roule à une vitesse de 50 kilomètres par heure, et de plus de cinq mètres pour une vitesse égale à 130 kilomètres par heure. Une conversation téléphonique (même avec un kit mains libres) mobilise davantage notre attention et implique des traitements cognitifs qui allongent les distances de freinage d'urgence d'au moins une dizaine de mètres.

## Les effets de l'entraînement

Est-il raisonnable de croire qu'avec de l'entraînement on peut devenir capable de mener plusieurs actions de front ? En d'autres termes, deux traitements centraux différents, par exemple répondre à une question au téléphone et décider de la bonne attitude à adopter à l'approche d'une intersection (accélérer ou ralentir), peuvent-ils être exécutés en parallèle ?

Plusieurs études réalisées dans le Laboratoire de cognition de la NASA en Californie, notamment par Eric Ruthruff et ses collègues, ont mesuré l'impact d'un entraînement intensif sur l'ampleur de telles interférences. Les résultats sont édifiants. Après quelque 15 000 essais d'entraînement (répartis sur 36 sessions de 400 essais) à une double tâche nécessitant deux réponses motrices différentes (une réponse



vocale et une réponse manuelle), l'effet de période réfractaire chute à... 40 millisecondes seulement (alors qu'il était de 350 millisecondes avant entraînement). Bonne nouvelle : l'entraînement peut réduire de 90 pour cent l'ampleur de l'interférence. Mauvaise nouvelle, malgré tout : le goulet d'étranglement central n'est pas entièrement réductible. La présence d'un effet résiduel de période réfractaire en est la preuve.

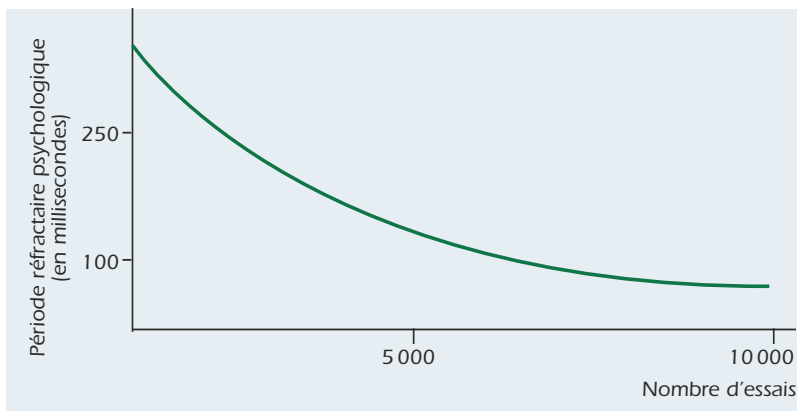
Qu'en conclure ? Le traitement central de chacune des tâches nécessite toujours un peu d'attention, limitant la performance des participants à cette étude. Par ailleurs, la forte réduction de l'effet de période réfractaire relevée chez ces participants est difficilement généralisable à d'autres situations de double tâche, même très semblables : E. Ruthruff a observé que le simple fait de remplacer la réponse vocale à l'une des tâches par une réponse manuelle provoque chez les sujets entraînés un retour à la case départ : l'effet de période réfractaire remonte à 360 millisecondes ! Ainsi, les bénéfices engendrés par l'entraînement sont difficilement transférables à de nouvelles situations de double tâche, fussent-elles similaires.

Certaines situations semblent échapper à cette règle. Dans une étude publiée en 2008, nous avons montré qu'après six séances d'entraînement (représentant un total d'environ 5 000 essais), une majorité de personnes (17 adultes sur 20) parviennent à prendre simultanément deux décisions distinctes, telles qu'appuyer sur une touche en réaction à l'apparition d'une lettre et prononcer une syllabe en réaction à un son.

La première condition est le type d'entraînement, qui doit exclusivement porter sur la tâche dont le stimulus arrive en deuxième position. En effet, des résultats montrent que quand l'entraînement porte sur la première tâche, l'effet de période réfractaire psychologique demeure

### 4. Conduire en téléphonant ?

Les expériences en laboratoire montrent que toute tâche motrice, par exemple appuyer sur le frein, est différée de 100 à 500 millisecondes si le conducteur téléphone.



relativement intact. Ceci tiendrait à un mode « réflexe » de recrutement des ressources attentionnelles. Supposons que vous soyez en train de régler votre GPS, lorsque la voiture qui vous précède freine brusquement. La première méthode pour parvenir à régler le GPS tout en freinant consiste à travailler sur le stimulus arrivant en seconde position, l'opération de freinage: il s'agit de s'entraîner à freiner le plus rapidement possible en voyant s'allumer les feux arrière de la voiture de devant. Si au contraire, vous vous entraînez sur la première tâche (régler le GPS), l'effet de période réfractaire demeurera intact: vous entraînez à pianoter de façon automatique sur votre GPS ne réduirait pas le temps de réaction en cas de freinage urgent. Ainsi, même si le traitement d'une tâche pour laquelle on s'est beaucoup entraîné peut parfois s'effectuer pratiquement sans efforts d'attention (de façon quasi automatique), si des ressources sont disponibles parce que la tâche entraînée arrive en premier, alors elle les consommera!

Nous avons également mis au jour que l'âge n'est pas un avantage pour éliminer le goulet d'étranglement central. Dans une étude publiée en 2010, nous avons ainsi montré que, dans des conditions favorisant le traitement parallèle de deux décisions différentes (notamment en multipliant les essais d'entraînement jusqu'à 5 000), les seniors âgés d'environ 63 ans présentent des périodes réfractaires de plus de 500 millisecondes en moyenne. Le goulet d'étranglement ne diminue pas quelle que soit la durée de l'entraînement: dans une nouvelle étude, nous avons découvert que cette valeur de 500 millisecondes subsiste chez les seniors même après 10 000 essais d'entraînement. Sans conteste, le vieillissement freine le partage de l'attention entre deux tâches rapides.

Il existe une autre condition permettant d'éliminer le goulet d'étranglement central: pour effectuer simultanément deux traitements centraux différents, il faut impérativement utiliser des réponses motrices différenciées, telles une réponse manuelle et une réponse vocale. Dans

**5. Le délai minimal** entre la réalisation de deux tâches mentales ou motrices, nommé période réfractaire psychologique, diminue au fil de l'entraînement chez les sujets jeunes (moins de 30 ans). Toutefois, quand la tâche a été réalisée 10 000 fois, on ne constate plus d'amélioration.

une série d'expériences réalisées récemment, nous avons montré que si chaque tâche doit être traitée par une main différente, ou si la première tâche est traitée par une main et la seconde par un pied (réponses uniquement motrices, donc), un effet de période réfractaire d'environ 600 millisecondes survient chez tous les participants entraînés. Ce résultat inattendu s'expliquerait par une mise en attente du traitement de la seconde tâche jusqu'à ce que le système cognitif ait reçu la certitude que la première réponse a effectivement été initiée et accomplie...

Ce système de mise en attente suggère l'existence d'un câblage cognitif qui nous protégerait du risque d'exécuter simultanément deux tâches discordantes, comme scier de la main droite et taper avec un marteau de la main gauche.

## Les limites de l'esprit

L'architecture cognitive humaine semble donc imposer, dans la majorité des situations, de ne traiter qu'une seule tâche à la fois. S'il est vrai que nous sommes capables d'effectuer deux activités familières, par exemple envoyer un message SMS tout en faisant du vélo, c'est probablement que nous avons appris à éviter de traiter en même temps les aspects les plus cognitifs des deux activités (dans ce cas, le goulet d'étranglement central est latent). Néanmoins, le cycliste aura probablement un comportement inadapté si, alors qu'il réfléchit au choix du mot, s'ouvre inopinément la portière d'une voiture en stationnement...

Les recherches menées jusqu'ici suggèrent qu'il y a perte d'efficacité dans les situations de tâches multiples, notamment lorsqu'il s'agit, alors qu'un premier comportement est déjà en cours (parler avec quelqu'un en voiture), d'exécuter rapidement un second comportement (freiner). Le pire est sans doute de réaliser deux tâches motrices (fouiller dans un sac et freiner). Si quelques situations de laboratoire ont été isolées, où l'homme peut traiter deux pensées simultanément, elles demeurent anecdotiques et n'ont pas été reproduites en situations réelles. L'état actuel des connaissances souligne la dangerosité potentielle que tout un chacun encourt, dans la vraie vie, à vouloir être « multitâche ». L'homme peut être multitâche, mais rencontre des difficultés lorsque ces situations imposent de prendre deux décisions en même temps. ■

## Bibliographie

**F. Maquestiaux et al.**, *Learning to bypass the central bottleneck: Declining automaticity with advancing age*, in *Psychology and Aging*, vol. 25, pp. 177-192, 2010.

**F. Maquestiaux et al.**, *Bypassing the central bottleneck after single-task practice in the psychological refractory period paradigm: Evidence for task automatization and greedy resource recruitment*, in *Memory & Cognition*, vol. 36, pp. 1262-1282, 2008.

**E. Ruthruff et al.**, *Why practice reduces dual-task interference*, in *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, vol. 27, pp. 3-21, 2001.

**H. Pashler**, *The Psychology of Attention*, MIT Press, 1998.

**F. Paulhan**, *La simultanéité des actes psychiques*, in *Revue Scientifique*, vol. 13, pp. 684-689, 1887.