



# Sommaire

## Introduction : De l'importance du

### clavier

#### I. Le clavier, monstre et accident de l'histoire

1. Le clavier universel, un choix parmi des milliers
2. Le refus du clavier de piano
3. L'invention de la machine à écrire
4. La grande époque de la compétition et son vainqueur, le qwerty.
5. Dvorak, l'US Navy et le Dvorak Simplified Keyboard
6. La controverse économique sur l'échec du marché
7. Inventeur de la souris et du clavier
8. Le clavier informatique

#### II. Le clavier et le clavier

1. La frappe
2. La frappe, un sujet d'étude très prisé
3. Vingt-neuf certitudes sur la frappe
4. Surprenante vitesse
5. Alternance
6. Entraînement
7. Le texte à taper
8. L'importance du mot, la non-  
importance du sens
9. Vitesses moyennes et records
10. Les erreurs
11. Apprentissage et oubli de l'écriture
12. Le clavier : invisible ou  
indispensable ?
13. Apprendre des dispositions  
alternatives
14. L'ergonomie
15. Les problèmes de santé liés au  
clavier

#### IIIA. Les alternatives existantes

1. Les dispositions alternatives
  - Le Bépo, 2005
  - Le Dhiatensor, 1883
  - Le Zhjayscpg, 1907
  - Le Dvorak, 1932
  - Marsan, 1976
  - Neo, l'audacieux clavier allemand
  - Autres
2. Performances des dispositions alternatives
3. Les claviers à géométrie exotique
4. Typematrix
5. Quelques autres claviers ergonomiques importants
6. Les remplaçants du clavier
7. Une inévitable dégradation ?
8. L'exemple de Swiftkey
9. Un amour d'écriture assistée

#### IIIB. Les alternatives à créer

1. Réformer le clavier : pourquoi, que peut-on espérer ?
2. Le problème de la révolution des habitudes
3. Conséquences de la loi de Fitts
4. L'édition et les raccourcis
5. Le point sur les possibilités d'écriture
6. La difficulté de l'optimisation : l'exemple du pavé numérique.
7. Propositions de clavier : le double gant
8. Dois-je changer de clavier ?

#### Conclusion : Reprenons notre écriture en mains

## Introduction : De l'importance du Clavier

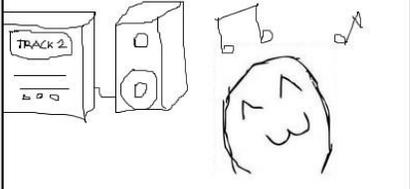
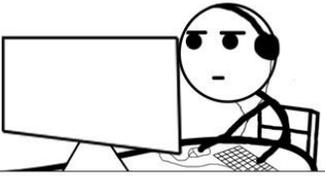
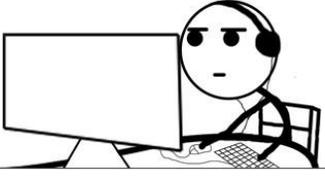
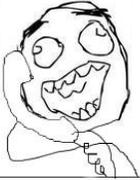
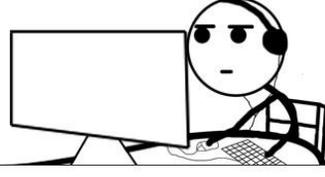
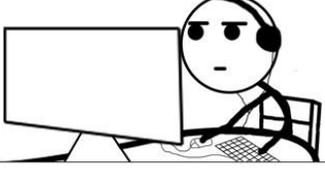
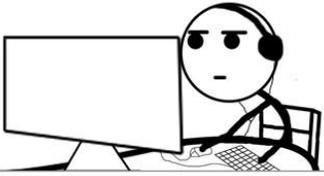
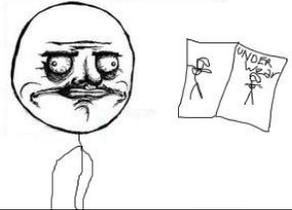
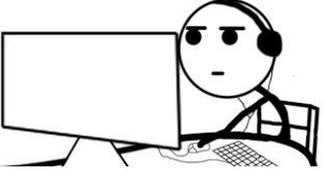
Nous tapons tous au clavier. Tous les jours. L'extrême facilité apparente de la frappe au clavier a entraîné une popularisation de l'écriture. Ce sont des milliers de signes que chacun écrit désormais, dès l'adolescence, par Gmail, par Msn, par Facebook et sur les blogs. L'internet est peut-être le plus moderne de nos moyens de communication, mais il repose entièrement sur le texte. Et tout texte a été entré grâce à un clavier. (Sauf peut-être celui entré par synthèse vocale ou stylo numérique. Mais ces moyens sont extrêmement marginaux pour des raisons de performances. Ils seront abordés en partie III.)

Un seul et unique dispositif a créé l'ensemble de l'informatique et de l'internet. Un objet mal connu, enlisé dans deux siècles d'histoire, sujet d'appréhension et de mépris. L'outil de notre écriture n'est pas sous contrôle. C'est une boîte noire que l'on préfère oublier. Nous nous sommes résignés à ses graves effets négatifs, tant sur notre corps que sur notre productivité et sur nos textes.

L'orthographe et le soin se dégradent chez les jeunes, tous habitués aux logiciels de traitement de textes. L'écriture manuscrite est de moins en moins enseignée. Et il est si facile de taper au clavier que nous bâclons son apprentissage et ne l'utilisons, n'utilisons nos mains et notre esprit, qu'à une fraction de leurs possibilités. Sans oser nous investir dans l'écriture dactylographiée, nous perdons l'écriture tracée. Comment écrivons-nous dans cinquante ans ?

Pour comprendre cette situation, il faut remonter loin. Remonter à la télégraphie morse, et s'enfoncer dans les tréfonds de notre cerveau. Mais si nous le voulons, nous pouvons encore « apprendre à écrire ».

*Note de l'auteur : en tant que texte, ce dossier a bien entendu été tapé au clavier. Sur plusieurs claviers d'ailleurs. Parfois je l'ai tapé à quatre doigts, sur un clavier « azerty », les yeux rivés sur les touches. Parfois je l'ai saisi à deux pouces, sur l'azerty de mon téléphone, assis dans le RER ou marchant dans la rue, mon regard se promenant dans le paysage alors même que mes doigts rédigeaient. Mais l'immense majorité de ce mémoire a été écrit à dix doigts, à l'aveugle, sur un clavier Typematrix, en « bépo », une disposition de clavier optimisée pour le français, qui sera présentée dans la partie IIIB.*

	15 Years ago	Today
Listening to music		
Watching a movie		
Contacting people		
Reading the news		
Making Music		
Masturbating		

L'omniprésence de l'ordinateur et du clavier vu par l'internet. [reddit.com/tb/hxw2y](https://www.reddit.com/tb/hxw2y)

# I. Le clavier, monstre et accident de l'histoire

## 1. Introduction : Le clavier universel, un choix parmi des milliers

Les claviers d'ordinateurs sont souvent appelés « le clavier universel ». C'est un nom tout à fait approprié. Dans le monde entier, les claviers d'ordinateurs sont partout les mêmes. Les variations régionales sont confinées au minimum : quelques accents ici et là, un caractère absolument indispensable rajouté dans un coin... Parfois certains usages spécifiques ont ajouté des touches sur les côtés : des réglages de volume, un bouton Play... Mais à chaque fois, l'appareil est parfaitement reconnaissable : c'est une simple mise à jour de la première machine à écrire commercialisée, la Typewriter de Sholes, en 1873.

Un clavier est un ensemble de touches. Cette définition très simple autoriserait une immense variété d'objets, par exemple un clavier de piano (pédales comprises), ou même un simple gant (voir partie IIIB.) Le clavier universel est un choix parmi des milliers de possibilités pertinentes. Seul un champ très réduit en est couvert par les variations existantes dans le commerce.

La prédominance d'un appareil n'implique pas qu'il était inévitable. « *La diffusion de masse d'un dispositif ne dépend pas exclusivement de la validité absolue de choix de design visant à résoudre un problème (il n'y a pas de déterminisme possible à ce niveau), mais bien plutôt qu'un même problème peut tout à fait donner lieu à des développements similaires, mais aboutissant à des trajectoires de diffusion considérablement différentes.* » (T.Bardini 1998)

Les caractéristiques les plus citées (et les plus critiquées) du clavier universel sont que ses touches ne sont pas alignées et que les lettres sont réparties dans une disposition qwerty (ou une de ses variantes régionales). Mais d'autres caractéristiques nous en sont invisibles.



**UsbTypewriter.com vend des ordinateurs intégrant de vieilles machines à écrire.**

Sans points de comparaison, comment savoir si nous ne passons pas à côté de certaines contingences que nous n'imaginons même pas ? Notre seule possibilité est d'observer l'histoire. Nous pourrions ainsi comprendre quelles possibilités techniques ont été écartées, et pourquoi. Nous verrons que ce « choix » doit très peu à la raison, et beaucoup au hasard, mais que cela ne l'empêche pas, par des chemins détournés, d'être toujours relativement pertinent.



**L'artiste Datamancer a, sans le vouloir, très bien illustré le dilemme du clavier. Adoptant une allure victorienne qui lui va très bien, son œuvre est dotée de la caractéristique ergonomique moderne de séparer les deux mains et d'avoir une pente descendante (les poignets se posent sur le velours rouge), mais conserve une disposition décalée qwerty. Il vend ces claviers, faits main, pour quelques milliers d'euros. (Datamancer.net)**

## **2. Le refus du clavier de piano**

C'est un récit qui commence plus tôt qu'on ne le croit. La machine à écrire a été inventée 52 fois avant sa première commercialisation. Le tout premier brevet en fut déposé en l'Anglais Henry Mill, en 1714 ! (Wikipedia/Machine\_à\_écrire) Par ailleurs, dès le début du XIXe siècle, la télégraphie possédait déjà des claviers. Laissons de côté le simple « bouton » de la télégraphie morse : les moyens techniques augmentant, des inventeurs s'inspirèrent rapidement du clavier de piano pour créer des téléscripteurs, c'est-à-dire des claviers. Il ne reste de cette époque qu'un terme « clavier », et un refus, celui de « l'accord ».

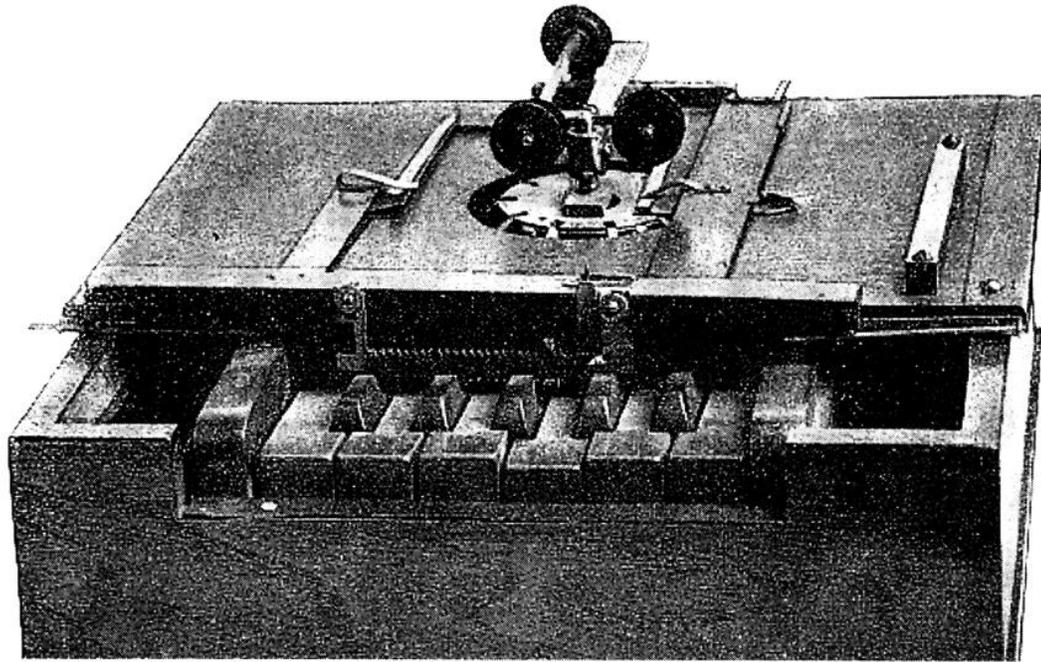
Les pianistes font des accords très facilement. L'appui simultané sur deux touches décalées d'une octave du piano ne produit pas simplement les deux sons correspondants :

ceux-ci fusionnent pour en donner un troisième. Les inventeurs du XIXe siècle proposèrent donc spontanément des claviers de même type : telle touche et telle touche produisaient les caractères A et B, mais enfoncées simultanément elles produisaient le caractère C. Dans un instrument de musique, cette caractéristique est obtenue en choisissant les sons produits, les notes, selon leurs propriétés physiques particulières. Pour une « machine à texte », il fallait un mécanisme de clavier capable de le gérer. Le caractère électrique de la télégraphie permettait ces subtilités, alors que la mécanique de l'époque ne permettait pas encore une machine à écrire capable d'imprimer.

L'ironie de l'histoire est que ces machines étaient bien plus simples à utiliser que le code Morse à un bouton. Or il y avait à cette époque, aux États-Unis car c'est là que tout cet acte s'est joué, un grand nombre d'opérateurs Morse extrêmement qualifiés, bien installés, capables de taper en morse à très grande vitesse. L'arrivée de ces nouvelles machines les aurait forcés soit à se reformer depuis zéro, soit à céder leur place. Un grand débat eut lieu autour des qualités des différentes techniques, et en fin de compte la télégraphie resta enlisée dans le morse simple.

Il fallut attendre les machines à écrire, c'est-à-dire l'émergence d'une autre catégorie d'utilisateurs de clavier, qui ne serait pas en concurrence avec les télégraphistes, pour que le clavier puisse avancer.

Avant de parler de la machine à écrire qui introduisit le qwerty, il convient d'en mentionner une autre, du même inventeur, pour rappeler combien l'accord était encore envisageable à l'époque. Trois ans avant la Remington no1, il déposa avec ses amis Gilden et Soule, le brevet de cette machine...



Machine de Sholes, Gliden et Soule, brevet du 23 juin 1868.

### 3. L'invention de la machine à écrire

Les 51 machines à écrire brevetées avant celle de Sholes n'étaient pas toutes fonctionnelles. C'était une tâche difficile que de gérer un si grand nombre de caractères et leur impression sur le papier, le tout dans un mécanisme compact. Mais toutes ces recherches s'accumulant, il y avait déjà beaucoup de connaissances sur le sujet quand Sholes s'attaqua au problème. On pourra citer l'article qu'il lut dans le *Scientific American* (journal qui existe toujours, dont la version française se nomme *Pour la Science*), qui décrivait en détail le brevet d'une machine à écrire à accord... On pourra aussi citer l'aide qu'il reçut de Thomas Edison lors de l'amélioration de ces prototypes. Le tour de force de la Typewriter de Sholes est donc bien plus d'avoir créé une machine fonctionnelle que d'avoir inventé quoi que ce soit. Le tour de force de Sholes, ce qui a lancé les machines à écrire, c'est le qwerty. De petits ajustements techniques, multidisciplinaires (Sholes demanda l'aide d'un linguiste pour les fréquences des lettres), qui permirent une véritable utilisation de la machine.



Sholes s'appuya sur d'autres amis pour réussir à vendre le brevet de sa machine à Remington, le fameux fabricant d'armes. Une fois de plus, la contingence historique est au rendez-vous, puisque la guerre de Sécession venait de s'achever et Remington avait besoin d'un produit manufacturé pour remplacer les fusils dans ses usines...

La typewriter fut la première machine à écrire commercialisée, en 1873, par Remington. Son principe était que l'appui sur une touche déclenchait la frappe d'une tige métallique, portant le caractère, sur le papier. Ce mécanisme caractérise les deux principales caractéristiques du clavier universel. Premièrement les tiges des différentes lignes ne pouvaient se trouver l'une en face de l'autre, sans quoi celle d'en dessous aurait été percuter celle d'au-dessus. Les lignes sont donc décalées pour remédier à ce problème celle du bas est décalée d'une demi-touche, celle du haut d'un tiers de touche.

Seconde caractéristique : des tiges proches pouvaient se percuter et se bloquer si elles étaient frappées à la suite. Il fallait donc éloigner physiquement les tiges, et donc les touches, qui se suivent fréquemment dans la frappe. C'est ce qui a donné la disposition qwerty.



La domination de la machine Remington ne fut pas du tout instantanée. De longs débats agitèrent le monde naissant des dactylographes pour savoir quelles étaient les meilleures options. Certaines innovations techniques étaient une évidence, comme la visibilité du texte : les premières machines cachaient le texte frappé avec leurs mécanismes, les suivantes travaillèrent à le montrer.

Il faut noter que l'idée de frappe à 10 doigts n'était encore pas apparue. Sholes et ses associés envisageait surtout l'idée d'une frappe à 2 ou 4 doigts, et il fallut attendre 8 ans de plus pour qu'une certaine Elizabeth Longley invente la frappe à 8 doigts. Et encore, elle n'était pas initialement très populaire !

L'idée d'une machine à écrire était de rechercher visuellement les touches. La compétence d'écriture devait être quasi instantanée. D'après T.Bardini (98), c'est le monopole des opérateurs Morse qui a induit cette situation : dans la mesure où ils bloquaient toute compétence pouvant leur nuire, il fallut une machine qui ne requérait aucune compétence.

Mais avec le temps, les dactylographes s'amélioraient. La force des machines à clavier visuel est donc une vitesse d'apprentissage logarithmique : extrêmement rapide au début, et combinée à des possibilités d'apprentissages ultérieurs.

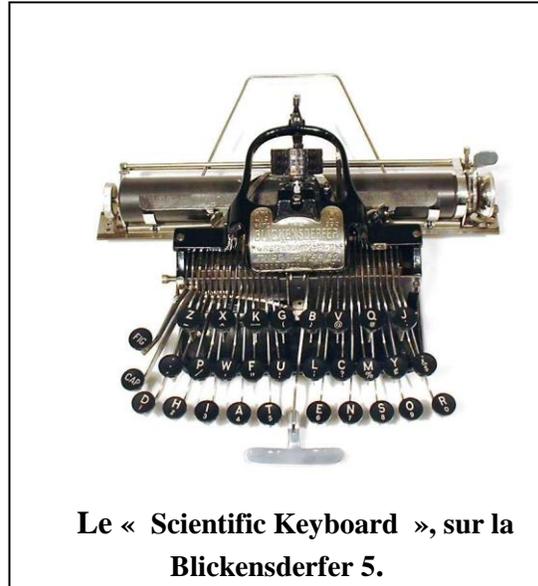
## **4. La grande époque de la compétition et son vainqueur, le qwerty.**

Plus le temps passait et plus la compétition devint rude. Les concours de vitesse de frappe étaient courants, car ils étaient un excellent moyen pour les constructeurs de montrer la supériorité de leurs machines. C'était l'époque du taylorisme, où le travail devait être optimisé. Une machine dont on pouvait quantifier la production en termes de nombre de signes par minute était tout à fait dans l'air du temps.

Un concours en 1888, à Cincinnati, permit d'imposer le qwerty en donnant l'impression qu'il surpassait tous les autres. Pour la première fois, un homme, Franck Mc Gurrin, avait mémorisé tout le clavier qwerty et tapait à l'aveugle. Il tapait aussi avec une méthode de « touch typing » ou « frappe d'effleurement », qui n'est autre que notre méthode des 10 doigts, ou méthode de frappe à l'aveugle. Largement couvert par la presse nationale, ce

concours, qui opposait les dix doigts de Mc Gurrin... à 4 doigts de M. Louis Taub (sur une Caligraph 2), entérina la méthode de Franck Mc Gurrin.

En réalité aucune des caractéristiques des machines à écrire ne faisait l'unanimité parmi les spécialistes. Il y avait des contre arguments pour chacun d'entre eux. Le qwerty bien sûr n'était pas optimisé. Le système de levier de la Remington numéro deux, pour activer les majuscules, était considéré comme une perte de temps considérable, notamment parce qu'il fallait de la force pour l'enclencher. Il est très possible que la Calligraph et son clavier étendu eussent été plus rapides, et c'était la position défendue par beaucoup de dactylographes de l'époque, notamment en France. Il n'y avait pas non plus de raison particulière pour que taper à dix doigts, notamment en incluant des doigts faibles comme les auriculaires, soit plus rapides. Les méthodes à 6 ou 8 doigts avaient de très sérieux partisans. La méthode à 10 doigts s'imposa avec la victoire de Franck Mc Gurrin, et bien qu'aucune publication n'ait démontré sa supériorité, on la considère encore aujourd'hui comme allant de soi.



**Le « Scientific Keyboard », sur la Blickensderfer 5.**

Un peu plus tard, bien qu'il ne fût pas écouté, J.M.Lahy montra, par des expériences, l'importance de l'alternance des mains, contradictoire avec la méthode des 10 doigts qui impliquaient avoir les doigts fixes sur des positions qui ne pouvaient donc pas alterner systématiquement... Cette contradiction n'a pas été explorée ailleurs, à notre connaissance.

Il faut noter que plusieurs dispositions alternatives virent le jour dès le début du siècle. En 1893 arriva le « Scientific Keyboard », sur la Blickensderfer 5. Les lettres les plus communes en anglais y étaient disposées sur la rangée centrale, principe le plus ancien de l'optimisation de dispositions de touches. Sauf que la rangée de repos était alors celle du dessous, ce qui rend le clavier inadapté pour la frappe à dix doigts à l'aveugle (quand elle aura été inventée). De même il n'y avait pas d'attribution précise de certaines touches à certains doigts.

En fait, au contraire d'idée reçue, le qwerty était apparemment, en 1889, la meilleure disposition disponible. D'après Liebowitz & Margolis (96), « *Les autres claviers étaient dans la compétition, mais ils ne pouvaient tout bonnement pas rivaliser avec le qwerty* ». En vérité, le principe originel du qwerty d'éloigner les lettres co-occurentes lui donne une très

bonne alternance des deux mains, et il n'est pas si facile de le surpasser en termes de vitesse pure.

Il faut aussi citer le DIATHENSOR, aux États-Unis, et le ZHAY, en France, par Albert Navarre. L'idée était alors surtout de placer les lettres les plus fréquentes sous les doigts les plus forts. (Gardney, p.83) (Ces dispositions seront présentées en partie IIIa.)

Dès 1893 une publicité désignait déjà le qwerty par « Universal KeyBoard » (p. 81, p.66). S'il y eut débat pendant encore des décennies, dans les faits le Qwerty s'est imposé très rapidement.

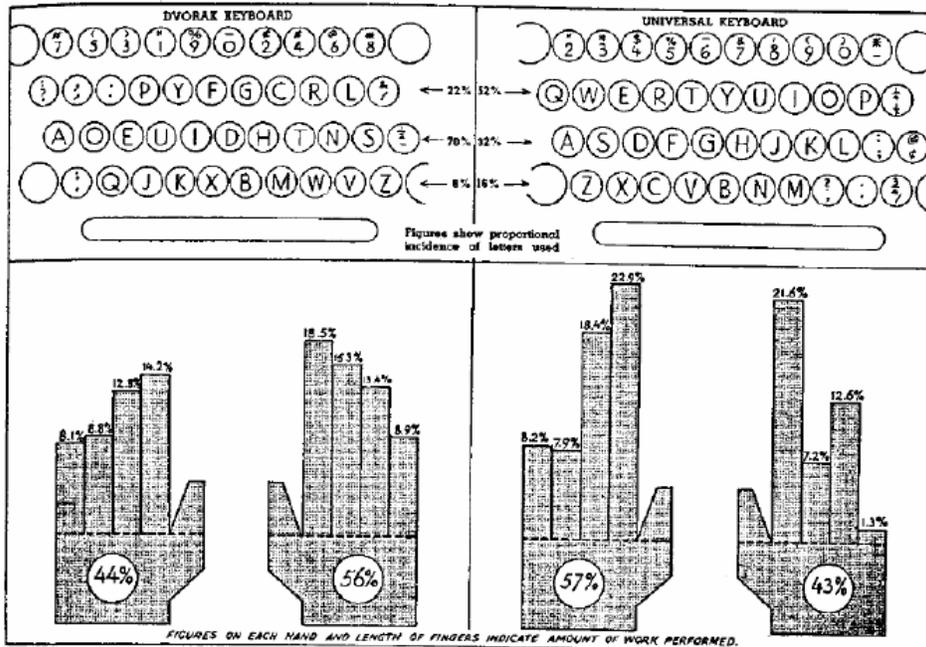
Cette standardisation n'empêchait pas chaque machines de présenter diverses particularités. L'une avait des touches en plus, l'autre déplaçait telle lettre... Mais un dactylographe formé au Qwerty pouvait y reprendre la frappe très rapidement. C'est en fait la nécessité d'un standard pour l'apprentissage qui imposa le Qwerty . Les dactylographes étaient long à former : avoir des claviers non-uniformes engendrait des sur-coûts de formation et des ralentissements dans la production. Il était donc plus urgent de se décider pour une disposition que de trouver LA disposition optimale. (Gardney).

Il est à noter que nul ne sait où et quand est apparu l'azerty français, bien que ce fut manifestement très tôt.

À l'époque la première guerre mondiale, le système était verrouillé : ce serait le Qwerty, à 10 doigts.

## **5. Dvorak, l'US Navy et le Dvorak Simplified Keyboard**

La pensée d'Auguste Dvorak est à l'origine de la plupart des dispositions alternatives qui existent aujourd'hui. C'est en 1932 qu'Auguste Dvorak finit son clavier, le Dvorak Simplified Keyboard, ou DSK. Il se basait sur les études déjà nombreuses sur la frappe et en avait tiré de grands principes, tels l'alternance des mains. (Parkinson 72) (Sa pensée sera détaillée et critiquée en partie II et IIIa.)



**Figure 6: Comparative finger loads on the Dvorak keyboard (left) versus the standard keyboard (Dvorak, 1943)**

Le DVORAK était arrivé pendant la dépression, avant la guerre, et a été promu pendant celle-ci. Avec un marché totalement tourné vers la guerre, on peut douter que les conditions eussent été optimales pour une quelconque transition, déjà difficile par nature. Il est aujourd'hui livré avec tous les ordinateurs américains, ou une simple combinaison de touche permet de l'activer. Mais il n'a jamais réussi à s'imposer davantage qu'à un public anecdotique.

L'efficacité supposée du DVORAK est basée sur les affirmations unilatérales de Auguste Dvorak et sur des études qu'il a fait effectuer par l'US Navy, où des dactylographes étaient ré-entraînés. Cette étude trouva de gros avantages au DVORAK, mais est controversée. L'étude ultérieure par Strong trouve un très faible avantage au DVORAK, mais est également contestée... Même sans étude claire, il est accepté généralement à présent que les dispositions alternatives n'apportent pas un gain de vitesse énorme. Le Qwerty est déjà bien supérieur à une disposition aléatoire, grâce à son alternance, et une disposition optimale en vitesse (dont le DVORAK n'est pas loin) n'apporterait que quelques pourcents de vitesse supplémentaire. Un gain dont la faiblesse est à mettre en regard de la quantité de texte tapée. Que font 5% de gain pour un employé qui reste 8h devant son clavier 300 jours par an ? Que sont 5% de l'écriture d'un roman de mille pages ?

Par dix fois, entre 1934 et 1941, les élèves de DVORAK finirent premiers à des concours de dactylographie, face à des adversaires avec bien plus d'entraînement (Parkinson 72). Par ailleurs, des classes de dactylographie instituées par la direction scolaire du district de Tacoma (Washington), entraînaient 2700 élèves au DSK. Ceci montra qu'ils apprenaient le DSK en un tiers du temps requis pour apprendre le qwerty. Un nouveau directeur décida unilatéralement d'annuler ces cours parce que quel que soit leur talent, ces élèves ne pourraient pas utiliser cette compétence, puisque toutes les entreprises étaient équipées en qwerty... des crédits au Trésor américain pour acheter deux mille machines en DVORAK. La requête fut rejetée, sans justification particulière. (Piepgrass 06, p10). Encore de nos jours, le record du monde de vitesse de frappe est détenu par l'Américaine Barbara Blackburn, sur un clavier Dvorak.

## 6. La controverse économique sur l'échec du marché

L'idée que le qwerty est mauvais et lent est de nos jours plutôt répandue, et beaucoup de gens ont également entendu parler des tiges de la Remington 1 qui s'enchevêtraient.

Cette expression est sûrement due aux économistes. Dans les années 80, ils s'emparèrent du qwerty pour en faire un exemple d'échec du marché. Le Dvorak étant soi-disant supérieur au qwerty, sa non-adoption par les utilisateurs serait un cas d'école de résultat non optimal du marché. C'est la théorie de la Path-Dependance, défendue par les économistes Paul David Paul A. David et Brian Arthur. De l'autre côté, les économistes Stan Liebowitz et Stephen E. Margolis arguent que le marché est parfait, et que les avantages du qwerty sont simplement trop minces pour amortir le coût de la reconversion de millions de clavistes expérimentés. (Liebowitz 96, David 97).

(Brooks 99) : ?

## 7. Inventeur de la souris et du clavier

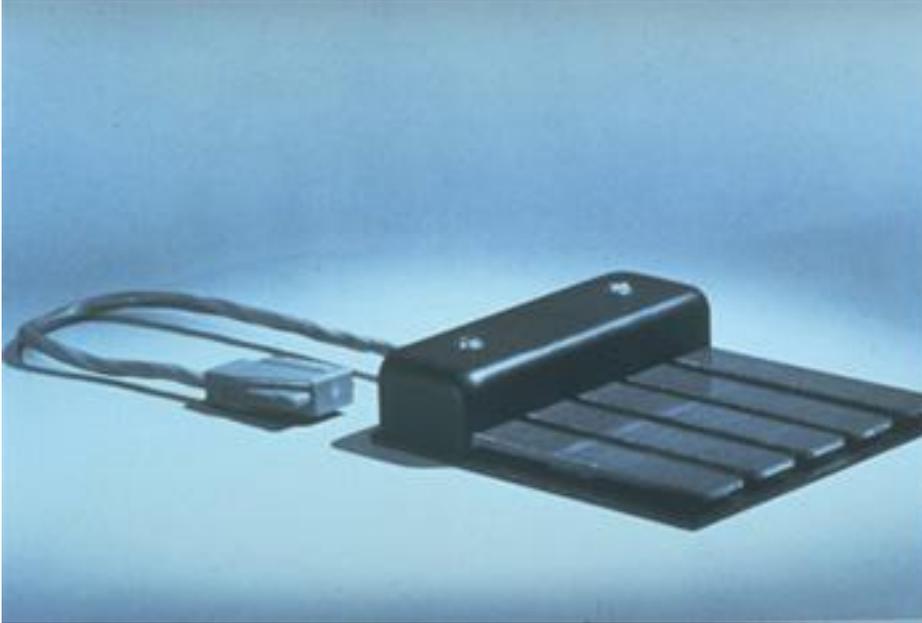
Le clavier à accord a connu de nouvelles péripéties avec la naissance de l'informatique. L'inventeur de la souris, Douglas Engelbart, en avait conçu un. Pour lui, le clavier à accord était le complément indispensable à la souris. En 1968, il présenta les deux en même temps, dans une conférence surnommée par les informaticiens « la mère de toutes les démos », à

cause du nombre de concepts fondamentaux qui y furent présentés et qui seront incorporés à l'informatique dans les années 70.



**Douglas Engelbart, lors de la « mère de toutes les démos ». À gauche son clavier à accord, à droite la souris.**

Son « Chord Keyboard », ou CK, était un clavier à cinq touches. Il permettait à l'utilisateur d'entrer tous les caractères alphanumériques à une main. L'autre main tenait la souris, dont les trois boutons pouvaient agir conjointement avec le CK pour créer des combinaisons supplémentaires, pour les fonctions système.



*« La raison pour laquelle la souris fonctionnait bien dans le système de Doug [Engelbart] est qu'il utilisait la deuxième main avec les touches fonctionnelles [le CK] de manière à éviter de surcharger [overloading] un quelconque canal [une main] vous savez, l'opération d'une interface prend vraiment quatre mains. C'est malheureux que les gens n'aient pas quatre mains, car le contraire serait merveilleux. Cela prend une main pour les touches fonctionnelles, une main pour la souris, et deux mains pour utiliser le clavier. Vous pouvez considérer diverses interfaces comme autant de compromis pour réduire le nombre de mains nécessaire à leurs opérations. »(Stu Card in GOLDBERG 1988 : 525)*

Il travaillait à cette époque pour le Stanford Research Institut. Il avait du mal à trouver des financements. Harold Wooster, notamment, du trésor américain, le critiquait. Leurs différents se situaient par exemple sur le niveau auquel doit s'effectuer l'encodage ? Conscient, procédural ou informatique ?

pensait que l'accord ayant été délaissé du temps de la télégraphie, il devait être moins bon. Engelbart lui opposait que l'accord avait disparu avant le début de toute concurrence entre les claviers, et n'avait donc jamais eu sa chance.

La question cruciale était celle de l'apprentissage. Comme le disait Murray, qui inventa le système de télégraphie britannique :

*« L'alphabet de Morse... occupe le terrain depuis si longtemps, et les officiels [officials] du télégraphe. Les pays anglophones sont tellement saturés de tradition Morse, qu'il serait impossible d'introduire un nouvel alphabet si les opérateurs devaient l'apprendre. » Murray, 1905, 555.*

Engelbart visait une symbiose de l'homme et de la machine. Un clavier à accord est un outil qui s'apprend, contrairement au clavier standard, machine visuelle sur laquelle on peut se contenter d'aller de plus en plus vite avec le temps.

Ainsi que le disait Engelbart : *« Je pense que l'on a trop souvent faussement insisté sur la «facilité d'apprentissage » des applications orientées vers les usagers. Pour des contrôles ou des fonctionnalités effectués très fréquemment, les bénéfices en terme d'efficacité justifient les coûts d'apprentissage supplémentaires associés avec l'usage d'un vocabulaire de commande sophistiqués, incluant des commandes fortement abrégées (et donc non mnémotechniques), et requérant la maîtrise d'exigeantes habiletés d'opérations. » 1973, Douglas Engelbart.*

Cette question est toujours cruciale aujourd'hui. Toutefois la crainte de la lourdeur d'apprentissage est surévaluée. Dans une étude de 1965, le CK a été appris en 5 semaines par des sujets inexpérimentés, contre 7 semaines pour l'azerty. (STANDARD TYPEWRITER VERSUS CHORD KEYBOARD - AN EXPERIMENTAL COMPARISON R. Conrada; D. J. A. Longman). Après apprentissage, les vitesses finales des deux groupes de test, en accord et en azerty, étaient sensiblement les mêmes.

Ce fut finalement Steve Jobs qui, visitant les locaux Xerox, qui remarqua, le travail de l'équipe d'Engelbart. Il retint la souris, mais laissa le CK (Bardini 1996). Au final, il s'agit d'un problème de profil utilisateur. L'informatique commerciale fut conçue pour plaire au client type, une dame d'une cinquantaine d'années tapant avec efficacité à la machine. Il fallait donc avant tout chercher à ce qu'elle retrouve ses repères, et non pas, comme le faisait Engelbart, chercher la performance. Ainsi T.Bardini termine son article de 1998, sur Engelbart et l'accord, en disant : *« Qui, demain, nous servira de modèle de l'utilisateur voyageur des mondes virtuels ? Une autre dame dans la cinquantaine sur un PC AT ou un Mac*

*Classic ?* » Quel est notre but en écrivant ? Est-ce de conserver nos habitudes ? Les « geeks » sur internet se posent la question, et tâtonnent pour améliorer leurs claviers. (Voir partie III)

## 8. Le clavier informatique

« Marcel Boulogne était le responsable du marketing pour les *Personal Computers* en France. Il refusa de donner son feu vert tant que la disposition n'influerait pas les touches mortes ^ et ` , ainsi que la touche µ. Il était convaincu que les PC remplaceraient rapidement les machines à écrire, et ne voulait pas avoir que quiconque puisse se plaindre de l'impossibilité de représenter certaines unités de mesure, comme la microseconde (µs) [...] » (en.wikipedia/azerty)

# II. Le claviste et le clavier

## 1. La frappe

Lorsque plusieurs touches sont à appuyer d'affilée, le dactylographe entraîné commence à réfléchir à sa prochaine frappe alors même qu'il est en train d'en taper une. La seconde frappe semble alors bien plus rapide. Au contraire la lenteur des taches uniques, comme l'appui d'un bouton, vient de l'impossibilité du traitement en parallèle.

Il n'y a pas que les doigts qui sont traités en parallèle. Ceux sont-ci même, chez les experts, le processus le moins important.

Il y a également le traitement des caractères, c'est-à-dire les processus cognitifs, et la programmation du mouvement des doigts, c'est-à-dire les processus moteurs. Chaque doigt est d'ailleurs traité séparément, avec en plus une séparation des processus de chaque main. Pour battre des records de vitesse, il faut réussir à superposer cette quinzaine de processus. Salthouse estimait par exemple, dans son étude de 1985, que chaque changement de main ou de doigt faisait gagner environ 50 ms entre deux frappes.

Jusqu'aux années 80, par analogie avec la lecture, on croyait que le découpage en mots était important pour taper vite. D'autant plus que la première lettre d'un mot est

notablement plus lente à taper que les autres. Mais il s'est avéré que l'œil des experts avance de 7 caractères, indépendamment de la longueur des mots. Et de même, un ordre d'arrêt de frappe (via un signal sonore) est exécuté un ou deux caractères après audition, et non pas à la fin du mot. Ces éléments et d'autres argumentent en faveur d'une frappe non découpée en mots.

La première étape vers la vitesse est d'apprendre le clavier. Cette automatisation des mouvements permet de gagner environ 80 ms par frappe (on la détecte via l'augmentation de l'empan d'arrêt, le nombre de caractère que l'on ne peut s'empêcher de taper). L'apprentissage de l'anticipation commence alors. Le texte à taper est préparé à l'avance. Il faut 230 ms au cerveau pour mettre un doigt en mouvement (processus moteur), mais si l'ordre a été préparé plus de 230 ms avant, le doigt se mettra en mouvement instantanément.

Chez les dactylographes experts, les processus moteurs ne sont absolument pas les facteurs limitants. Chaque doigt peut-être traité séparément, et ainsi que chaque main. Chez les experts, les processus moteurs ne prennent pas de temps, car ils sont entièrement traités en parallèle, en arrière-plan du travail d'analyse de texte.

Car le processus limitant, chez les experts, c'est le traitement des lettres. Chacune prend un cycle cognitif d'environ 50 ms (Bonnie E. John, TYPIST : a theory of performance in skilled typing). C'est approximativement le temps entre deux frappes de la championne du monde Barbara Blackburn, sur un clavier Dvorak qui lui permettait d'utiliser tous ses doigts. Ce record du monde de vitesse d'écriture est de 216 mots par minutes. Il date de 1946. Malgré les progrès technologiques, malgré des touches plus faciles à appuyer et malgré le remplacement des mécaniques sensibles par une électronique infaillible, la vitesse de frappe record a peu augmentée. Cette stagnation viendrait-elle d'elle d'une limite intrinsèque à l'être humain ? La psychologie de la frappe est un sujet complexe, qui force à plonger dans le fonctionnement de l'esprit humain.

\*La lecture n'intervient que dans la frappe de transcription, la recopie de texte lu. Les temps sont alors également très importants, 340 ms pour lire un mot et l'encoder en lettres. (Salthouse 1984)

## **2. La frappe, un sujet d'étude très prisé**

À deux ou trois doigts, en cherchant les lettres du regard. C'est comme cela que Sholes, l'inventeur de la machine à écrire, concevait la frappe. En effet : comment penser que l'on pourrait coordonner dix doigts et bouger les mains plusieurs fois par seconde, sans même regarder le clavier ? Cela n'était pas du tout à l'ordre du jour. Avec les années, les

dactylographes, dont le métier s'apprenait encore sur le tas, découvrirent avec stupéfaction qu'ils devenaient capables de taper sans regarder le clavier. Huit ans après la machine de Sholes, l'idée de la frappe à 8 doigts fut émise. La frappe à 10 doigts s'imposa peu à peu, mais dès le début, les prouesses des dactylographes attirèrent l'attention des scientifiques.

Comment pouvons-nous taper si vite ? Aujourd'hui, la vitesse moyenne d'écriture manuscrite est de 25 mots par minutes... contre 40 pour la frappe. Aux États-Unis, des études récentes ont montré que chez les adolescents qui grandissent en chattant, les vitesses vont plutôt de 60 à 80 mots par minute. Dans les années 40, les « bons » dactylographes de l'US Navy n'atteignaient pas de telle vitesse. Le record du monde de vitesse, de 212 wpm, peut sembler proprement surhumain. En comprenant les mécanismes cognitifs de la frappe, nous sommes à même d'améliorer nos claviers et notre frappe.

Il y a une autre raison pour étudier la frappe. Depuis, beaucoup d'études ont été réalisées autour de la frappe de transcription, où l'on recopie un texte au clavier. Pourquoi cet engouement ? T.A. Salthouse, un de ceux qui ont le plus publié sur le sujet, l'explique dans un de ses papiers : *« La frappe de transcription a de nombreux avantages, par rapport à d'autres activités, pour l'étude des compétences humaines. Tout d'abord le nombre de pratiquants est extrêmement grand, ce qui rend facile de trouver des échantillons de taille modeste de personnes compétentes de plusieurs niveaux d'expertise. Deuxièmement, bien que le travail du claviste qualifié semble continu, la frappe est naturellement découpée en des réponses motrices, les frappes, discrètes et facilement mesurables. Troisièmement, en dépit de son apparente simplicité, la frappe de transcription implique une interaction intriquée et complexe des processus perceptuels, cognitifs et moteurs. Non seulement le matériel lu doit être perçu, mais il doit aussi être découpé de façon appropriée, correctement traduit en mouvements physiques, et ensuite ces mouvements doivent être exécutés à des vitesses dépassant plusieurs centaines de frappes par minutes. Une compréhension plus profonde d'une tâche impliquant une coordination si précise et rapide de processus divers contribuera certainement à une plus grande connaissance de la nature des hautes compétences dans un large éventail d'activités cognitives. » T.A.Salthouse, 1986.*

### **3. Vingt-neuf certitudes sur la frappe**

Un modèle basé sur différentes observations au cours des années propose quatre étapes pour la frappe. Input, découpage, traduction et exécution. On perçoit le mot, on le découpe en lettres, on le traduit en impulsion motrice, et on l'exécute.

S'ensuivent 29 phénomènes robustes dégagés par la recherche dans les cent dernières années, résumés par Salthouse dans sa publication de 86. Ils concernent principalement

pour la frappe de transcription, où l'on recopie un texte. Ils seront développés dans la suite de cette partie.

Les phénomènes basiques,

1. La frappe est plus rapide que le temps de réaction normal.
2. La frappe est plus lente que la lecture.
3. La frappe et la compréhension d'un texte sont indépendantes.
4. La vitesse de frappe est indépendante de l'ordre des mots.
5. La vitesse de frappe décroît si l'ordre des lettres est aléatoire.
6. La vitesse de frappe décroît en cas d'aperçu limité du texte.
7. Des frappes de mains différentes sont plus rapides que d'une même main.
8. Les lettres les plus fréquentes sont tapées plus rapidement.
9. Les délais inter touches sont indépendants de la longueur des mots.
10. La première frappe d'un mot est plus lente que les suivantes.
11. Le temps pour une frappe dépend du contexte où elle est tapée.
12. Une tâche concurrente n'affecte pas la frappe.

Les unités de la frappe :

13. La portée de copie est de 7 à 40 caractères.
14. La portée d'arrêt est de 1 ou 2 caractères.
15. La portée œil-main est de 3 à 8 caractères.
16. La portée œil-main décroît si la signification décroît.
17. La portée de remplacement est d'environ 8 caractères.

Les erreurs de frappe

18. Seule une fraction des erreurs sont détectables sans vérification sur le texte tapé.
19. Les erreurs de substitutions sont surtout des touches adjacentes.
20. Les erreurs d'intrusions sont surtout des délais inter-frappes courts.
21. Les erreurs d'omission sont surtout des délais inter-frappes longs.
22. Les erreurs de transpositions sont surtout lors des changements de main.

Les effets de l'entraînement

23. Les digrammes à deux doigts s'améliorent plus vite que ceux à un.
24. La vitesse de répétition de pression sur des touches augmente avec l'entraînement.
25. La variabilité de la frappe décroît avec l'entraînement.
26. La portée œil-main augmente avec l'entraînement.
27. La portée de remplacement augmente avec la technique.
28. La portée de copie augmente avec la technique.

29. La portée d'arrêt augmente avec la technique.

## 4. Surprenante vitesse

Dès les premières machines à écrire les vitesses de frappe atteintes étonnèrent les scientifiques. Regardez quelqu'un taper au clavier. Ses doigts courent sur les touches à une vitesse surprenantes, touches qu'il ne peut même pas vraiment voir, car ses mains les lui cachent. Beaucoup peuvent même taper à l'aveugle, et ne baissent pas les yeux vers le clavier. De nos jours la vitesse moyenne d'écriture au clavier est de 40 mots par minutes (mpm), alors que la vitesse moyenne d'écriture manuscrite se traîne à 25 mpm. Comment parvenons-nous à une telle performance ?

Même avec de l'entraînement, un être humain entraîné ne peut pas mettre beaucoup moins de 250 ms à appuyer sur un bouton unique(1). T.Salthouse fit le test avec des dactylographes, en 85 : il demanda à des clavistes d'appuyer sur un bouton dès qu'il voyait s'afficher un signal à l'écran. Il mesura que le temps de réaction était d'environ 600 ms. Il fallait qu'ils s'entraînent longuement pour atteindre les 250 ms, et ils pouvaient difficilement descendre en dessous. Lorsqu'il mesura, chez les mêmes personnes, le délai entre deux appuis au cours d'une séquence de frappe, il trouva 150 ms en moyenne. Ces vitesses en apparence contradictoire d'appui sur des boutons demandent des explications.

Le record du monde de vitesse d'écriture est même de 216 wpm, soit en moyenne 50 ms entre deux frappes. Ces performances apparemment surhumaines ont intéressé des psychologues dès les premières machines à écrire. Que font les dactylographes habiles que ne font pas les débutants ?

La clef de la vitesse est l'anticipation. L'esprit prépare un ou plusieurs caractères à l'avance, alors même qu'il est en train d'en taper, et rogne ainsi de précieuses millisecondes. C'est ce traitement anticipé qui permet une vitesse de frappe élevée.

Aucune capacité motrice extraordinaire n'existe chez les dactylographes expertes. Les études ont montrées qu'elles ne bougent pas leurs mains plus vite que la normale, et ne réagissent pas non plus particulièrement vite à un stimulus. Même des dactylographes rapides mettent plus de 500 ms à appuyer sur une lettre, dès que celle-ci n'est plus incluse dans une séquence de frappe ! (Salthouse, 84)

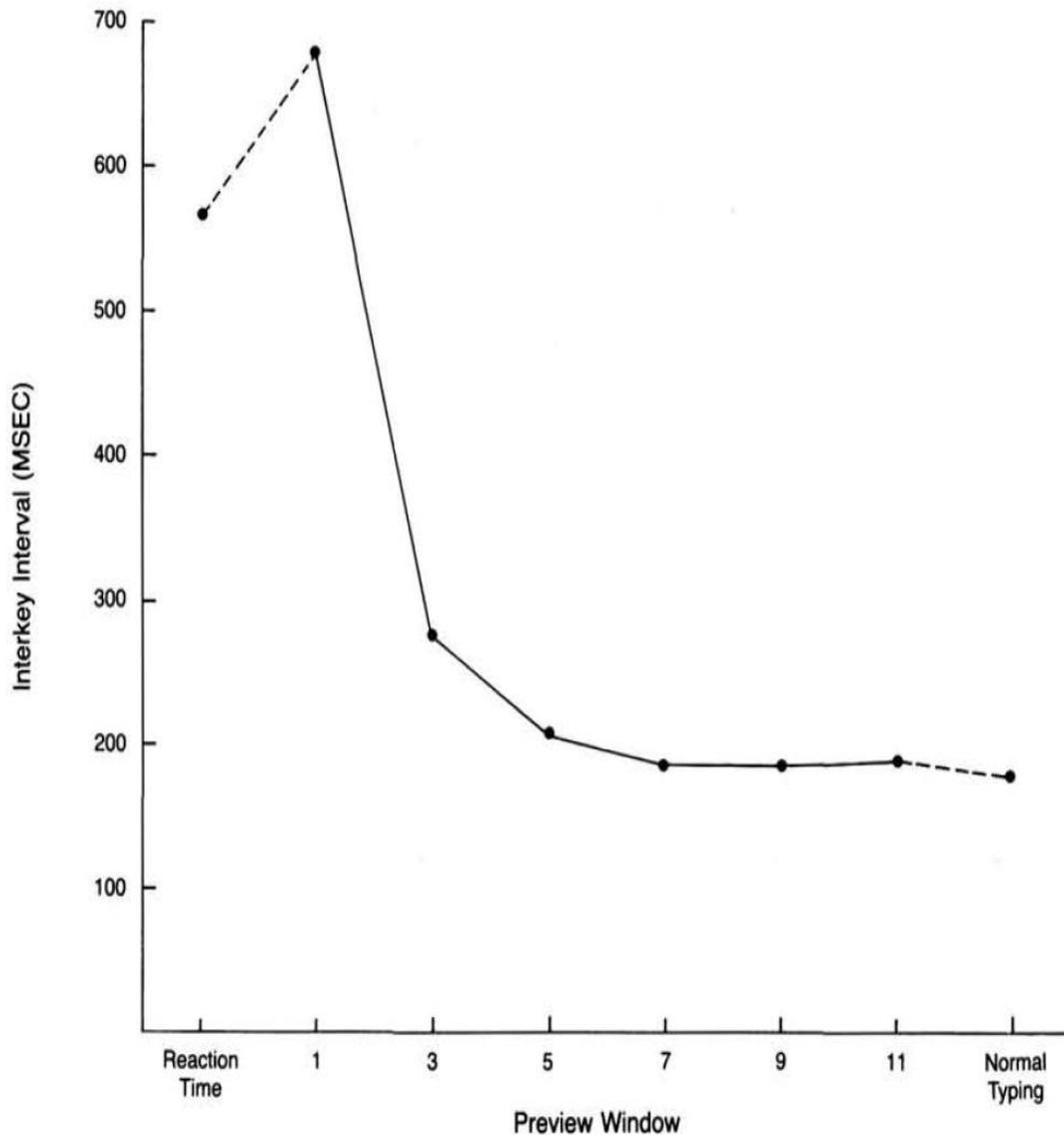
## 5. Alternance

Le principal phénomène responsable du gain de vitesse est le parallélisme. En réalisant plusieurs tâches en même temps, le claviériste gagne un temps précieux. Mais que fait-on en parallèle exactement, et à quel niveau de compétence ?

L'effet le plus connu et le mieux documenté est l'alternance des mains. Depuis l'étude de Coover en 1923 jusqu'à celle de Terzuolo et Viviani en 1980, de nombreux chercheurs ont confirmé que deux frappes successives étaient plus rapides si réalisées par des mains différentes que par une même main. Le gain est d'environ 30 à 60 ms, soit 15 à 30 % du temps de frappe. Plus précisément, Larochelle (1984) trouva par analyse vidéo que le mouvement du doigt suivant commençait 32 ms avant la fin de la frappe précédente dans le cas d'un changement de main, contre 39 ms après la fin de la frappe précédente dans le cas d'une même main. Il y a dans ce gain d'alternance une composante physique, car il est difficile de bouger deux doigts d'une main en même temps, et une composante mentale, car les deux mains ne sont pas traitées par les mêmes portions du cerveau, qui peuvent donc travailler indépendamment.

L'alternance est le point le plus important pour les dispositions alternatives, qui doivent la favoriser en répartissant les lettres sous les deux mains. C'est également le point où le qwerty, par hasard, ne pêche pas. Son principe de création, qui consistait à éloigner les lettres des digrammes les plus fréquents, lui a également conféré une très bonne alternance.

Un autre type de parallélisme se situe dans l'esprit, dans la préparation de la frappe. Il a été mis en évidence grâce à des expériences de réduction d'aperçu : on réalise des mesures de vitesse de frappe de transcription en ne montrant que quelques lettres à l'avance du texte à recopier. La taille de cet « aperçu » influe énormément sur la vitesse de frappe, comme l'a prouvé Coover en 1923 et ensuite d'autres chercheurs jusqu'à Salthouse. Cette baisse de vitesse est interprétée comme une preuve du traitement anticipé du cerveau des lettres à taper. Les clavistes rapides profitent du temps où leurs mains sont occupées à appuyer sur les touches pour aller lire les lettres suivantes et préparer mentalement leur frappe. Un aperçu trop restreint les oblige à effectuer ces tâches les unes après les autres. Au-delà de 7 caractères, l'aperçu ne ralentit plus la frappe.



**Le délai interfrappe en fonction du nombre de lettres affichées à l'avance. Le premier point est le temps de réaction. Les autres proviennent de l'étude de Salthouse(84).**

## 6. Entraînement

Les digrammes les plus fréquents dans la langue normale sont tapés plus rapidement par les clavistes. Il a été craint que ce soit un effet de l'alternance des mains, puisque le qwerty des tests est conçu pour éloigner ces digrammes fréquents. Mais des études ultérieures ont prouvé que l'effet persistait même sans alternance.

Il est supposé qu'au fur et à mesure de la pratique nous optimisons nos mouvements. Typiquement Grudin et Larochelle analysèrent ainsi en 1982 que : « *Si des touches successives sont tapées avec une main, alors quand la main se relève du clavier après une première frappe, le doigt descendant pour effectuer la frappe suivante doit aller à l'encontre du mouvement de la main... [en conséquence] le doigt parcourt une plus grande distance que si la main ne s'était pas rétractée.* » Ils trouvèrent par exemple que dans la séquence « ion », la touche i était maintenue plus longtemps que dans « iet ». A priori parce que dans le premier cas relever la main ralentirait la frappe du « o », situé sur la même main. Dans le second cas le « e » est sur la seconde main, et relâcher le « i » n'a pas d'influence.

De telles optimisations permettent de transitions plus douces d'une frappe à l'autre. La vitesse de frappe d'un caractère dépend alors non seulement du caractère lui-même, mais également du caractère tapé juste avant. Ce n'est vrai que pour les digrammes fréquents, les autres n'étant pas optimisés.

Il existe aussi des hypothèses, encore non vérifiées à notre connaissance, comme quoi les clavistes expérimentés seraient, pour les digrammes fréquents, capables de déplacer leurs doigts sans repasser par les positions de repos, gagnant ainsi du temps. Cela implique le même type d'optimisation de digramme, puisqu'il s'agit d'améliorer le déplacement entre deux lettres en particulier. Autre effet : les digrammes à deux mains s'améliorent plus vite que les digrammes à une main.

Ces effets sont à noter pour les entraînements à la frappe. Les exercices doivent favoriser la création de telles optimisations.

## **7. Le texte à taper**

*Dans le cas de la frappe de transcription, le texte doit d'abord être perçu, puis être tapé. Salhouse (84) a trouvé que des clavistes lisant à environ 250 wpm ne tapaient qu'à 55-60 wpm. Il est aussi à noter que Butsh et Fuller (1932 et 1943) reportèrent que le mouvement des yeux (via l'eyes-tracking) était différent lors de la frappe, contenant davantage et de plus longues fixations que lors de la lecture du même texte. Ceci semble simplement indiquer que, lors de la frappe, la lecture n'est pas le processus de limitant.*

*Dans le cas de la frappe de composition, le texte doit être créé à partir de la pensée, puis tapé. Il pourra être mis en avant que ce processus est à priori bien plus lent. Toutefois : ce n'est pas vrai de la parole orale, qui peut monter à 600 wpm. Le processus de synthèse linguistique peut donc être très rapide. Par contre le processus de division des mots en lettres et en frappes est à priori plus lent que celui de division en syllabes et de synthèse vocale. Enfin, une rédaction soignée serait à priori plus lente.*

*Il est à noter que les recherches indiquent que les clavistes rapides sont capables de taper à pleine vitesse tout en exécutant une autre tâche. Dvorak rapportait en 1936 des histoires de dactylographes parlant une langue tout en tapant une autre, ou encore additionnant dix nombres tout en tapant à des vitesses de compétition... Shaffer fit une vraie étude, où il ne mesura qu'un faible ralentissement chez des dactylographes qui devaient, pendant leur frappe, réciter des comptines. Salthouse et Sauls ont démontré en 85 que le phénomène est généralisable à toute sorte d'activités.*

*Par ailleurs on peut penser que lors d'une frappe de composition, le processus limitant sera la création du sens du texte. Dans ce cas, est-il utile d'augmenter la vitesse de frappe ? On peut penser que oui, car la frappe et la réflexion ne se produisent pas entièrement en parallèle. Chacun a déjà pu faire l'expérience de penser plusieurs mots à l'avance, et de se retrouver à en taper trop tôt. Pour éviter de telles collisions dans la boucle linguistique, nous prenons l'habitude d'attendre que la frappe soit finie pour formuler le reste de notre pensée. Ce traitement en série est bien entendu dommageable à notre vitesse. Accélérer la frappe, ainsi que mieux l'apprendre pour davantage l'automatiser, permettrait donc de composer plus vite.*

## **8. L'importance du mot, la non-importance du sens**

Il a été montré (Salthouse 84) que la compréhension du texte tapé n'influe pas sur la vitesse de frappe. Tout comme d'ailleurs dans les études de Marton et Sandqvist (1972), les clavistes étaient séparés en deux groupes, l'un se voyant demandé de comprendre ce qu'il tapait et l'autre non. Des tests de compréhension montrèrent que le premier groupe avait effectivement mieux compris le texte, mais ils ne l'avaient tapé ni plus vite, ni plus lentement.

*« ... lire et écrire n'implique pas les mêmes buts, et donc pas nécessairement les mêmes processus. De fait, le but de la lecture est la compréhension du matériel, et donc les mots où idées doivent être fusionnés ou intégrés pour déterminer le sens. Pour la frappe, cependant, le but est exactement le contraire d'une intégration, en ceci que les mots doivent être décomposés en caractères discrets. »* Le cerveau n'utilise pas les mêmes zones pour découper des mots que pour en fusionner, il est donc capable de faire les deux en même temps.

Par ailleurs, il a été montré que la phrase n'a pas d'importance pour la frappe. La vitesse ne diminue pas si les mots sont aléatoires. Le mot, par contre, est l'unité signifiante. Cela a été montré dans le cadre de la frappe de transcription, et cela est donc peut-être hérité de

l'aspect lecture. Si on mélange les lettres des mots, la vitesse de frappe chute. L'oeil semble en fait ne percevoir que des « chunks » (ainsi que les spécialistes les appellent), des fragments de texte de quelques caractères qui correspondent grossièrement aux mots.

On peut se demander si ce ralentissement ne correspond pas à des apprentissages de digrammes (suite de deux lettres). En effet il a été montré que les digrammes fréquents sont exécutés plus rapidement par les clavistes. Des lettres aléatoires, en changeant la fréquence des digrammes, pourraient baisser la vitesse. Salthouse s'est donc attaché à concevoir des suites de lettres aléatoires ou la fréquence des lettres, des digrammes et la longueur des « mots » étaient normaux, et a montré que la baisse de vitesse était toujours présente.

Ces données ont des implications en particulier pour les exercices qui servent à apprendre à taper. Il sera possible d'utiliser du texte qui a du sens, il sera possible de donner à taper des mots aléatoires, mais donner des suites de caractères aléatoires ne sera pas un exercice naturel. On pense notamment aux exercices d'apprentissage de l'azerty, qui consiste à taper des séries absurdes comme « fjfjff », « qsdj jklm », etc. Les dispositions alternatives comme le bépo ont l'avantage que leur rangement des lettres selon les fréquences leur permet de faire taper de vrais mots, même lorsque l'élève ne connaît que les deux premières deux lettres : « et te et et »... Il sera plus rapide et apprendra plus vite.

## 9. Vitesses

Les wpm sont des « words per minutes », ou la référence est le mot anglais moyen, de cinq lettres espace compris. Les mpm, « mots par minutes » sont à six lettres.

On peut aussi rencontrer des notations plus détaillées : GWPM : Gross words per minute, non corrigés des erreurs. NWPM : Net words per minute, corrigé des erreurs. CPM : Coups par minutes (nombre d'appuis de touches par minute.)

	Écriture manuscrite	Écriture frappée	Sténographie
Transcription	22 wpm	33 wpm, Record 216 wpm	R : 282 wpm
De mémoire	31 wpm	37 wpm	
Composition		19 wpm	

- Record de transcription en code morse : 75 wpm. (Ted McElroy)
- Moyenne de frappe à deux doigts de transcription : 27 wpm, avec des pointes à 70.

– Record du monde de frappe (non sténographique) : 216 wpm (Stella Pajunas-Garnand, 1946 ou, selon les sources, Barbara Blackburn, plus tard...

– Moyenne de lecture : 250 à 300 wpm. 500 wpm pour les lecteurs expérimentés.

– Les méthodes de lecture rapide qui promettent des vitesses de lecture de 1000 wpm ne sont, à notre connaissance, pas valides, en ceci que cette vitesse se fait au détriment de la compréhension. Selon S.Dehaene, les saccades que doit faire l'œil pour parcourir le texte lui imposent une limite de vitesse. Les lecteurs experts (500 wpm) en seraient très proches.

– Moyenne de lecture avec un dispositif annulant le besoin de saccades de l'œil : 1100 wpm. 1600 wpm pour les plus rapides. [Les neurones de la lecture, Stanislas Dehaene, p.43]

Moyenne de relecture (pour correction) : 200 wpm.

Moyenne de lecture sur un écran : 180 wpm.

Compréhension orale confortable : 150-160 wpm.

Compréhension orale avec pleine compréhension : jusqu'à 300 wpm.

Record d'expression orale : 637 wpm. (Steve Woodmore)

## 10. Les erreurs

En 1916 Wells proposa une classification des erreurs de frappe : substitutions, intrusions, omissions et transpositions. Les débutants semblent surtout faire des fautes de substitutions (char au lieu de chat), et les experts surtout des intrusions (chaut au lieu de chat).

Seules 40 à 70 % des fautes sont détectées sans relecture du texte tapé. Ceci suggère que les erreurs ne proviennent pas toutes des mêmes mécanismes.

De façon générale il y a un équilibre vitesse-précision. Plus le clavier se force à écrire au-dessus de son rythme normal, plus il fera de fautes.

## 11. Apprentissage et oubli de l'écriture

Dites franchement, les choses s'énoncent ainsi : dans nos sociétés, personne ne sait plus écrire. La plupart maîtrisent certes la technique ancestrale d'écriture, au stylo, mais pas la technique moderne de frappe. Et surtout, les jeunes générations n'apprennent plus ni l'un ni l'autre. Pas de cours de frappe, et de moins en moins de cours de tracé, il suffit de voir un cahier d'écolier des années 50 pour constater combien notre tracé s'est dégradé.

Y a-t-il là un problème ? Certes notre tracé est lamentable, mais les textes que nous tapons sont impeccables, sans le moindre tremblement... Et nous tapons déjà plus vite (en moyenne en France) que nous ne traçons. C'est qu'il ne faut pas les comparer. Nous nous reposons sur nos nouvelles machines pour faire la même chose qu'avant, alors que leurs possibilités sont bien supérieures. Si nous passions trois ans, comme pour le traçage, à apprendre à écrire à la machine, nous taperions tous à plus de 100 mpm ! Chacun pourrait noter une conversation en temps réel, tout en y participant (car la frappe est automatique lorsqu'entraînée) et, avec l'appareil approprié, prendre des notes en marchant, alors même qu'il réfléchit en regardant le paysage. Ce qui est la façon dont ce paragraphe a été écrit.

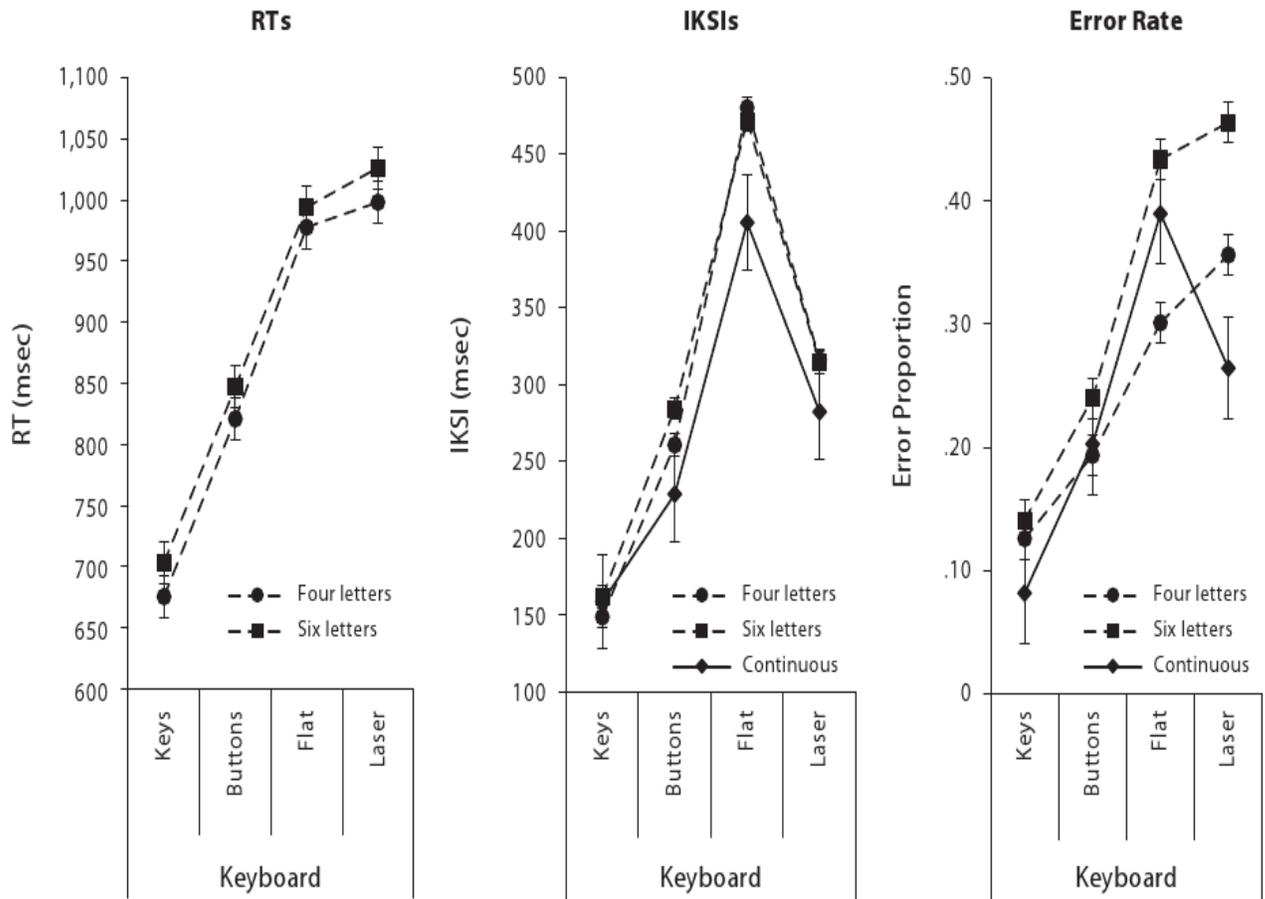
## **12. Le clavier : invisible ou indispensable ?**

Le moindre changement dans sa disposition habituelle des touches perturbe le clavier. Il est obligé d'examiner le clavier pour retrouver ce qu'il cherche. Ce type d'observation a longtemps fait croire que la compétence de frappe était aveugle au clavier, que dans son processus normal elle percevait tout juste la présence d'une touche lors de l'appui. Le mouvement serait contrôlé par des cartes cognitives précises.

Une étude plus récente, par Gordon Logan, rend son rôle primordial au feed-back. Il existe certes une compétence experte de mouvement des doigts, mais elle n'émerge que lors de l'interaction avec le clavier. Le feed-back en fait est primordial pour taper.

L'expérience de Logan consistait à analyser la frappe sur quatre claviers identiques, mais en enlevant les couches successives. Cette déconstruction permet d'obtenir quatre claviers dont les touches sont situées rigoureusement aux mêmes endroits, mais dont le ressenti lors de la pression est très différent. Le premier clavier se voit enlever les capuchons rigides des touches, laissant exposer les dômes de caoutchouc responsable de la force de renvoi de la touche. Le second clavier se voit enlever ces dômes, ne laissant que le circuit plastifié, sur lequel une pression suffit à faire contact. Un troisième clavier testé est une projection laser. Par rapport au clavier de référence, la frappe sur ces claviers prenait, malgré la position identique des touches, 120 pourcent plus de temps et le taux d'erreur de frappe augmentait de 177 pourcent. Le ressenti tactile est donc nécessaire pour activer la compétence de

frappe.



**RTs : temps de réponse, lors de l'affichage du mot. IKSIs : délai inter touches dans un mot. Error Rate : probabilités de présence d'une faute ou plus dans chaque mot. Des mots de quatre et de six lettres ont été testés. Une deuxième expérience faisait taper continuellement un paragraphe, et est également représentée.**

Plus précisément, la comparaison des résultats des différents claviers indique différentes choses, confirmant empiriquement certaines intuitions bien connues des clavistes.

Par exemple le clavier laser, qui n'a vraiment aucun feedback tactile, aucun signal autre que visuel, que la touche a bien été appuyée et que le doigt est bien placé, ne permettait pas aux sujets de tests de progresser en vitesse ou en taux d'erreurs, même après 400 essais. Le fait que l'on ne puisse reposer ses doigts sur les positions de repos, ce qui activerait la touche, était sûrement pour beaucoup dans cette faible performance. Par

contre les délais inter touches étaient le clavier avec les dômes en caoutchoucs, suggérant que tant que les doigts sont en mouvement le retour à la rangée de repos n'est pas vital.

Le contraste entre le clavier normal et le clavier avec les dômes en caoutchouc, qui reproduit le rebond du doigt, mais change la sensation tactile, indique que celle-ci est importante pour activer la compétence de frappe.

Le contraste entre le clavier laser ou plat, et le clavier à dômes de caoutchouc, suggère que la force de résistance est également importante.

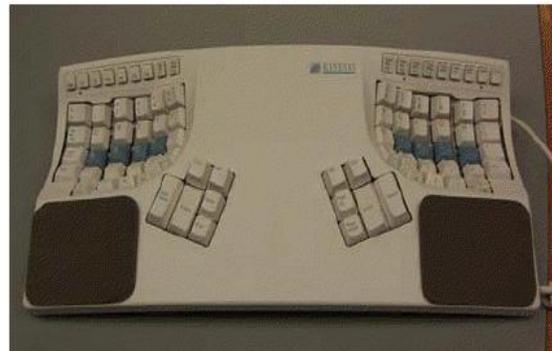
Les théories actuelles ne nient pas le rôle du feed-back, mais ne l'utilisent pas dans leurs modèles de frappe et algorithmes cognitifs. Il sera important à l'avenir de l'y incorporer. Les expériences de Logan montrent que sans le ressenti du clavier, la carte mentale du clavier n'est pas assez précise pour permettre la frappe habituelle.

### 13. Apprendre des dispositions alternatives

En 2007, une thèse par A.M.Anderson testa 60 clavistes avec 4 claviers alternatifs, pour estimer leur taux d'apprentissage. Les résultats furent les suivants :



Clavier à accords : taux d'apprentissage de 77,3%.



Clavier à forme : taux d'apprentissage de 76,9%.



Clavier Dvorak : taux d'apprentissage de 79,1%.



Clavier splitté : : taux d'apprentissage de 90,4%.

Le taux d'apprentissage (peut-être mieux nommé « taux de progrès ») est défini de façon standard comme l'amélioration entre le premier et le cinquième essai (c'est à dire pour un apprentissage suivant une loi de puissance  $y=kx^n$ , où  $n$  est le taux d'apprentissage). Selon Anderson, des études précédentes avaient indiquées que le taux d'apprentissage des tâches cognitives était de 70 %, tandis que celui des tâches physiques était de 90 %. Ceci semble montrer la répartition physique/cognitive entre ces différents apprentissages de clavier.

Les entraînements sur chaque clavier duraient environ 40 secondes. Les apprentis de claviers splittés retrouvaient presque leur vitesse de frappe normale après 5 essais, et les apprentis du clavier à forme la retrouvaient presque après 20 essais. Ceci montre que ces claviers pourraient être incorporés très rapidement dans des environnements de travail.

On pourra noter également l'étude de (Conrad and Longman 1965), qui indiquait que le clavier à accord était plus rapide à apprendre que le qwerty. Ces deux études ne sont pas contradictoires, car Anderson n'a considéré que l'apprentissage des claviers alternatifs entre eux, et pas contre le qwerty. De plus l'étude d'Anderson se faisait en 2007, avec des clavistes déjà expérimentés en qwerty, alors que Conrad avait pu partir de personnes vierges de tout apprentissage de frappe, comme seuls le sont les très jeunes enfants de nos jours.

## 14. L'ergonomie

A.M.Anderson : « Un des objectifs des facteurs humains et ergonomiques est de concevoir des outils et des environnements pour "mieux correspondre aux capacités, limitations et besoins des gens » (Sanders et McCornick, 1993). Les bénéfices prouvés de l'implémentation de connaissance des facteurs humains dans le design sont : une productivité augmentée, moins d'erreurs, une sécurité augmentée, une fiabilité augmentée et des utilisateurs plus satisfaits et conciliants. (Sanders et McCornick, 1993)

Il y a deux sous-disciplines en ergonomie. L'ergonomie cognitive et l'ergonomie physique. L'ergonomie cognitive s'occupe avec les processus mentaux et les interactions entre l'esprit des gens et le système. L'ergonomie physique s'occupe de la façon dont le physique et les caractéristiques anatomiques affectent les interactions des gens avec le système. » M.A.Anderson, 2007, Introduction.

Dans le cas du clavier, les critères pertinents pour les évaluer sont : la posture, l'inconfort, la force d'appui et la réticence de l'utilisateur. {Anderson, 2007 #11}

## 15. Les problèmes de santé liés au clavier

Tant qu'à parler du clavier, il faut aussi parler de son corps. Les adeptes de l'hygiène feront sûrement remarquer que le clavier est un nid à microbes. Un nettoyage occasionnel n'est sûrement pas une mauvaise idée. (D'autres feront remarquer l'augmentation des allergies dans les sociétés occidentales, parce que nous ne sommes plus suffisamment exposés aux bactéries diverses et variées de la nature.)

Mais le problème de santé le plus important lié au clavier est le fameux TMS, Trouble musculo-squelettique. Il ne s'agit pas d'une pathologie précise, mais d'une famille disparate : « troubles qui impliquent les nerfs, tendons, muscles et les structures porteuses du corps. » (Anderson, 07) Ils peuvent concerner les articulations des doigts, la vision ou les muscles du dos. Leurs causes sont : les tâches hautement répétitives, haute fréquence de mouvement, force élevée à appliquer, posture (statique et maladroite) et l'exposition aux vibrations. Les TMS les plus connus sont la tendinite et le syndrome du canal carpien. La douleur induite peut empêcher complètement l'utilisation de la main jusqu'à ce qu'un repos complet la soulage. Une intervention chirurgicale peut être requise, avec rééducation. Le qwerty est suspecté depuis longtemps d'être une des causes des TMS, ainsi que la forme du clavier de façon général. Un clavier splitté a été montré comme facteur de réduction des risques. Les TMS ont été estimées comme ayant un coût annuel de 13 à 20 milliards de dollars chaque année. Entre 1988 et 1993, il y a eu une augmentation de 1000 % du nombre de cas rapportés du syndrome du canal carpien, qui est en général associé au travail sur clavier.

*« Les TMS, ou Troubles Musculo-Squelettiques, sont les maladies professionnelles les plus répandues en France et dans les pays industrialisés. Pour l'année 1999, 11 100 maladies de ce type ont été reconnues en France et 1 720 000 journées de travail ont été perdues.*

*Les TMS sont occasionnés par des gestes répétitifs, associés à des efforts excessifs, des postures extrêmes.*

*Ce sont des maladies handicapantes dans le travail et dans la vie courante. Cela peut se traduire par se réveiller dans la nuit avec des fourmis dans les mains et ne plus pouvoir se servir de tournevis ni tenir une casserole. »*

Extrait d'une brochure sur les TMS éditée en 2000 par l'INRS (Institut National de Recherche en Sécurité)

Les deux types de TMS dans la région de la main/poignet qui sont causés par la frappe au clavier : le syndrome du canal carpien (SCC). Une compression du nerf médian du poignet causant torpeur, faiblesse et atrophie des muscles de la main et des doigts, causée par une force ou répétition. En second, les tendinites de la main/poignet. Inflammation, irritation, gonflement, causé par répétition, force ou posture, ou une combinaison. (Anderson, 2007, citant Atensio, 1993). Un SCC ne commence pas une tendinite. Par ailleurs la complexité de la structure du poignet permet une grande diversité de mouvements et positions, ce qui peut engendrer de multiples variétés des TMS précitées. Parmi 632 employés de bureau passant plus de 15 h par semaine devant un ordinateur, dans une étude de Gerr et al. (2002), plus de 50 % ont rapportés des douleurs musculo-squelettiques.

Les statistiques et estimations sont citées par Anderson comme provenant de NIOSH, 1997.

# IIIA. Les alternatives existantes

## 1. Les dispositions alternatives

Une disposition, c'est un agencement de lettres sur un clavier. Sur une machine à écrire, la disposition était difficile à changer. Avec les ordinateurs modernes, la correspondance entre touches et les lettres est purement logicielle, et donc facilement modifiable, notamment sans coût financier.

Plusieurs types dispositions alternatives sont à distinguer :

- Les qwertys, dispositions historiques.
- Les dvoraks, basées sur l'alternance et les doigts forts : le Dvorak, le Marsan, le Svorak...
- Les post-qwertys, tentant de rectifier le qwerty pour lui enlever ses pires défauts sans requérir trop d'apprentissage : Asset, Colemak.
- Les nouvelles dispositions, basées sur des principes un peu différents du Dvorak : Bépo, Neo...

Une vague de dispositions alternatives semble avoir été initiée par la sortie, par Microsoft, en 2002, du logiciel libre *Microsoft Layout Creator*. Beaucoup de gens se mirent à vouloir modifier leur clavier. Une certaine mode des dispositions alternatives fleurie alors, dont le bépo. Ces dispositions n'utilisent pas le logiciel de microsoft, trop limité. Au contraire ils profitent des plus grandes possibilités de l'informatique. Le bépo par exemple, est disponible (entre autres) sous la forme d'un simple exécutable qui va se placer place dans la barre de taches, et qu'il suffit de fermer si l'on veut revenir en azerty. (Ce que l'on ne veut pas, certes, mais le voisin le veut parfois.) La souplesse possible dans l'adoption de ces nouvelles dispositions est leur grande force par rapport à ce qui se faisait au siècle précédent.

Il est à noter que dans ce mémoire j'ai pris le parti d'écrire les noms des dispositions en minuscules, dans la mesure où il s'agit de noms propres et non d'acronymes.

### **Le Bépo, 2005**



L'autre point spécifique du bépo est la disparition du concept de doigts forts. Il s'agissait du premier concept introduit par les dispositions alternatives de la fin du 19e siècle. Les touches des machines étaient alors très dures à appuyer, au contraire de maintenant. Les trois doigts centraux étaient censés être les plus forts... « *mais "fort" est un concept vague, commente Némolivier, kinésithérapeute. En fait les doigts forts la main sont plutôt le pouce... et le petit doigt ! Si vous serrez un objet, comme le manche d'une pelle, c'est le petit doigt qui exerce le plus de force. Pour la frappe le petit doigt a le défaut d'être plus court, c'est tout. Au contraire, le doigt le plus "faible", ce serait l'annulaire.* » De nouvelles données qui furent prises en compte dans la création du bépo, et donnant une place presque égale à tous les doigts, ce qui permettait de se concentrer sur les autres critères d'optimisation.

Ceux-ci sont, par ordre de priorité :

- Minimiser la distance parcourue par les doigts en plaçant les lettres les plus fréquentes sur ou au plus près de la rangée de repos, centrale.
- Maximiser l'alternance entre les mains, pour augmenter la vitesse. Notamment favoriser l'alternance les digrammes les plus fréquents.
- À une main, favoriser les digrammes de l'extérieur vers l'intérieur (du petit doigt vers le pouce), ressentis comme plus faciles par la communauté.

Une autre caractéristique du bépo est d'avoir été en grande partie générée par des algorithmes, codés pour l'occasion, qui comparaient de grands nombres de dispositions et évaluaient leur coût d'après les paramètres définis par la communauté.

Il n'y a pas de façon d'estimer le nombre des utilisateurs de bépo. Toutefois ce nombre ne fait à priori qu'augmenter. Ce mémoire notamment, est écrit en Bépo.



Un clavier étiqueté en Bépo dans le film de 2011 «Le nom des gens», par Michel Leclerc avec Sara Forestier et Jacques Gamblin. ([youtube.com/watch?v=EMwAvhhsOMw](https://www.youtube.com/watch?v=EMwAvhhsOMw))

Nicolas Chartier, un des anciens, commente ainsi les points communs entre le bépo et le marsan : « Concernant le clavier Marsan, il était très intéressant, mais notre but était de concevoir une disposition qui puisse être utilisée directement sur un clavier standard, ce qui n'était pas le cas de la disposition de M. Marsan qui nécessite un clavier physique particulier. » Cette volonté du bépo d'être utilisable par tous est également très importante.

- Thomas Tempé <http://alysse.org/~thomas/projets.fr.html#dvorak-fr>
- Nicolas Dumoulin <nicolas.ra.dumoulin@free.fr> (à l'époque ingénieur d'études au Laboratoire d'Ingénierie pour les Systèmes Complexes du Cemagref, à Clermont-Ferrand)
- Clément Chassagne <yota.news@gmail.com>, auteur de <http://bepo.fr/wiki/Klay>
- Rémi Émonet <remi.emonet@inrialpes.fr> (à l'époque à l'INRIA Rhône-Alpes)
- Nicolas Brodu <nicolas.brodu@free.fr> <http://nicolas.brodu.numerimoire.net>

- Fabien Cazenave <http://www.bepo.fr/wiki/Utilisateur:Kaze>, auteur de nombreuses variantes

### **Le Dhiatensor, 1883**

Créée pour la Blickendefer Typewriter, cette disposition préexiste à la frappe à l'aveugle. Il a une rangée de repos, mais il s'agit de celle du bas, et non du milieu ! Elle y plaçait les lettres les plus fréquentes de l'anglais, mais ne favorisait pas l'alternance, encore non documentée à l'époque.

ZXKGBVQJ

PWFULCMY

DHIATENSOR

### **Le Zhjayscpg, 1907**

La commission Albert Navarre, composée de vingt experts, a créé le Zhjay, ou « clavier français », porté contre l'azerty dans un élan notablement nationaliste.

ZHJAYSCPG

XVIEQRTND

KWOULBMF

La revue française de dactylographie en fait une présentation qui ressemble à s'y méprendre à celle du bépo ou du Dvorak aujourd'hui.

*« Le clavier français présente sur le clavier universel de nombreux avantages ; il lui est incontestablement supérieur, surtout pour l'écriture de la langue française. Grâce à la disposition rationnelle du clavier français, les touches d'un emploi fréquent, continu, telles que les touches des voyelles, par exemple, sont groupées au centre du clavier, sous les doigts les plus forts de chaque main ; de la sorte, les deux mains travaillent alternativement, d'une façon tout à fait rationnelle, ce qui permet d'obtenir le maximum de vitesse avec le minimum de fatigue »* (tel que cités dans Gardey, 98.)

Il est intéressant de constater que les principes sont déjà là : doigts forts, alternance. L'idée de la rangée de repos est présente dans la disposition, mais on a préféré y prioriser les doigts forts, comme en témoigne la répartition des voyelles, sur l'index gauche.

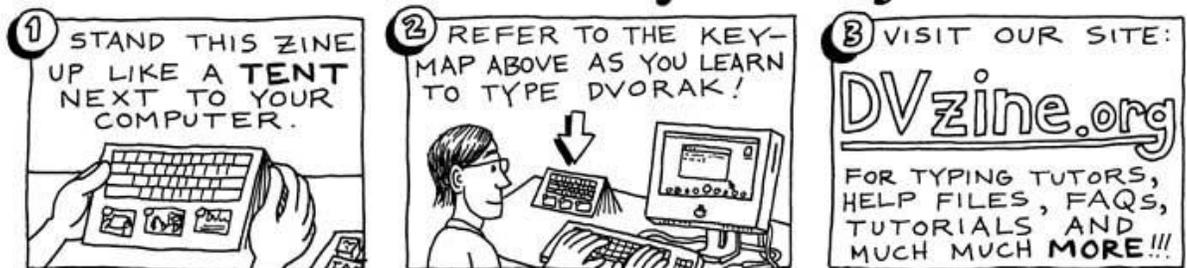
Bien qu'on ne connaisse pas son succès commercial exact, la quantité de machines importées depuis les États-Unis ne laisse pas de doute quant à la domination du qwerty : 28 000 imports contre 4000 françaises, dont seul une fraction était en Zhjay. (Gardey, 98)

## Le Dvorak, 1932

August Dvorak, né le 5 mai 1894. Il fut professeur en psychologie à l'université de Washington à Seattle. Avec son beau-frère William Dealay, il est connu pour avoir créé en 1932, après dix années de recherches, la disposition de clavier Dvorak américaine.



*The Dvorak Simplified Keyboard!!!*



Une promotion récente du Dvorak, sous la forme d'une BD explicative détaillée.

Dans les années 1940, Dvorak propose une disposition de clavier optimisée pour la saisie avec une seule main. Il meurt en 1975, fatigué de voir que les hommes ne veulent pas changer : « *I'm tired of trying to do something worthwhile for the human race. They simply don't want to change!* ».

Le Dvorak est la base de beaucoup de dispositions alternatives, par exemple le Svorak, sa version suédoise. Ses principes sont cités par presque toutes les dispositions alternatives, comme le Bépo, qui a un temps porté le nom de Dvorak-fr.

Les principes de Dvorak :	Ce que les recherches actuelles semblent indiquer :
1. Alternance des mains : chaque frappe successive est plus	Oui

rapide si frappée par une main différente.	
2. Charge des mains : Dvorak pensait que la main gauche était plus faible. Il donna donc un peu plus de frappe à la main droite.	Non
3. Charge des doigts : l'annulaire et l'auriculaire sont plus faibles, ils doivent avoir moins de frappe.	Non
4. Mouvement des doigts : déplacer les mains de la rangée de repos fatigue et ralentit. Il faut placer les lettres les plus fréquentes sur la rangée de repos. Sur le Qwerty, 32 % de la frappe se fait sur la rangée de repos, et 52 % sur la ligne du haut (comparé avec 70 % et 22 % pour le DVORAK).	Oui
5. La rangée du bas est la plus dure à atteindre. Malheureusement le Qwerty y place le N, 6e lettre la plus fréquente en anglais, et l'on y frappe donc 16 % du temps (8 % en DVORAK).	Non.
6. Digramme du même doigt : il est préférable de ne pas taper deux lettres consécutives du même doigt (Qwerty y oblige constamment en anglais pour ED/DE, MY et LO/OL.)	Oui.
7. Maladresse naturelle : il est préférable d'enchaîner les touches sur une même rangée plutôt que sur des rangées différentes.	?

Ces principes sont largement repris, encore aujourd'hui. Pourtant certains, par exemple la faiblesse de la main gauche, sont absurdes et témoignent d'une incompréhension du fonctionnement moteur de l'être humain. (L'apprentissage de la main gauche est moindre, mais lorsqu'on forme les deux mains à la frappe à l'aveugle elles ne partent toutes les deux de rien et augmentent ensemble.

### **Marsan, 1976**

Créant un clavier physique qui avait une ligne de touche supplémentaire, Claude Marsan a créé une disposition qui n'est pas sans rappeler le bépo. Il recevra une récompense (Coupe du Français des affaires) de la part de l'éducation nationale, et son clavier sera utilisé avec de bons résultats à partir de 1988 pendant quelques années à l'école de Bourdons-sur-Rognon.



K ? Ê :- 'Ç!Ù+=

HYÈÉGM DCVP^#

UIEAO LTRS NB »

;ZWA. ,FQXJ

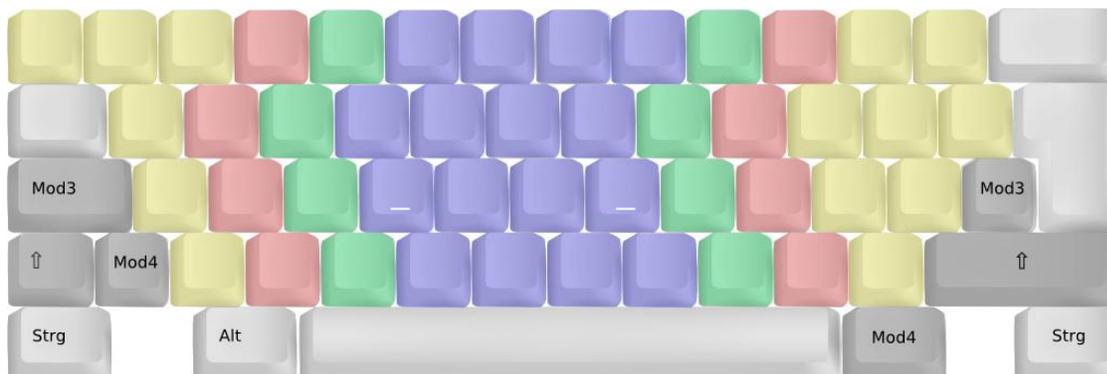
Les similarités avec le bépo sont frappantes, notamment la rangée centrale. Toutefois selon un auteur du bépo interrogé, il ne s'agit pas d'une inspiration, mais d'une convergence.

### **Neo, l'audacieux clavier allemand**

Depuis les années 2000, différentes alternatives aux dispositions qwerty sont apparues. Toutefois le but de ces alternatives n'est souvent que de réorganiser intelligemment les lettres sur les claviers existants. Elles se contentent des 4 couches de caractères déjà existantes, Normale, Maj, AltGr et AltGr+Maj (et seulement 2 couches aux États-Unis, qui n'ont pas d'AltGr.)

La disposition allemande « neo » a la particularité de monter jusqu'à six couches. Elle intègre en fait la touche *Fn* que l'on connaît des pcs portables, la nomme *mod3*, et rajoute des possibilités en *mod3 + mod4*. Deux nouvelles couches qui vont lui permettre de mieux organiser ses caractères. Une meilleure frappe de l'allemand a bien entendu peu d'intérêt

pour les Français, mais cela vaut tout de même le coup de s'attarder sur cette disposition audacieuse.



*En gris sombre les modificateurs de caractères du neo allemand. Seule mod3 est vraiment nouvelle.*

Il faut noter que le *neo* dédouble les modificateurs. Deux shifts, mais aussi deux *mod3* et deux *mod4*. On peut ainsi les activer aussi bien de la main gauche que de la droite.

La modificateur *mod4* remplace *AltGr*, et a été renommée pour montrer son changement de rôle. Car les différentes couches n'ont plus du tout le même rôle que dans une disposition *qwerty*, et la plus grande originalité du *neo* réside sans doute là. Petit tour d'horizon de ces couches :

– La couche de base ne contient plus que les lettres de l'allemand, à l'exception de, et. qui se retrouvent sur le doigt faible qu'est l'annulaire.

XVLCWKHGFQß`

UIAEOSNR TDY

ÜÖÄPZBM, J

– La couche *mod3* gère tout ce qui est non alphabétique, dont la ponctuation. Elle fait du *neo* un clavier adapté à la programmation, mais tous ces symboles ne pourront se taper qu'à l'aveugle. Ceci corrige un des principaux problèmes du *qwerty* allemand, la mauvaise accessibilité de `\` ou encore de `[]`.

– *AltGr*, renommée *mod4*, devient une sorte de touche *Fn* de pc portable, remplaçant les lointaines touches de navigation et de numération. Les flèches de déplacement, *suppr.*, *home* et d'autres fonctions utiles passent ainsi sous les doigts au repos. De même pour le pavé numérique, plus pratique pour taper des chiffres. Quoique sur un clavier décalé...

– *Mod3 + shift* donne accès à une couche lettres grecques. Très pratique dans certaines disciplines, mais d'autres dispositions, comme le *bépo* français, se contentent d'une touche

morte grec (une touche morte ne change que le prochain appui, par exemple la touche accent circonflexe). Suffisant tant que l'on ne tape pas de texte intégralement en grec, d'autant plus que le bépo supporte ainsi les majuscules grecques, contrairement au *neo*.

– Mod3 + Mod 4 est une couche dédiée aux mathématiques. On remarquera que, avec le grec, ils s'agit d'usage très particulier des claviers.

– La couche *shift* n'a rien de particulier, sinon qu'elle met bien en majuscule les lettres accentuées.

Ici les couche trient le type de caractères. C'est précisé explicitement sur leur site, leurs caractères « sont regroupés logiquement ». Une approche différente du Dvorak ou du Bépo, qui attribuent une couche sur des critères d'accessibilité et donnent moins de poids au rangement logique. (Ainsi le à du bépo est en accès direct, car très fréquent, mais le ù est sur AltGr, car il n'apparaît que dans le mot *où*.) On pourrait aussi remarquer que tous les caractères morts sont regroupés sur 3 touches physiques, (soit un total de 18 touches mortes sur les 6 couches). Le *neo* a donc une approche différente des autres dispositions.

Modificatrices appuyées	Type de caractères disponibles
aucune	l'alphabet allemand complet
shift	les majuscules correspondantes
mod3	les symboles, et la ponctuation
mod3 + shift	l'alphabet grec minuscule
mod4	équivalent <i>fn</i> des portables
mod3 + mod4	signes utilisés en science

Toutes les combinaisons possibles ne sont pas utilisées : mod4 + shift notamment, mais ctrl et alt sont aussi laissées complètement à part.

On retrouve dans le *neo* les améliorations classiques des dispositions optimisées, héritées de A.Dvorak : caractères les plus fréquents placés sous les doigts les plus forts, et sinon d'autant plus proches qu'ils sont fréquents. Encouragement de l'alternance des mains en répartissant les digrammes, dont les voyelles à droite, etc. Il semble aussi que les

roulements de doigts, de l'intérieur vers l'extérieur, aient été incorporés (1). Il s'agit d'une disposition conçue pour être installable instantanément sur les claviers standards allemands, et elle est disponible sous Windows, livré avec la plupart des distributions Linux, et également disponible sous MacOS X, BSD, Solaris et Commodore 64...

Le neo est apparue en 2004, de la main de Behrens Hannon. D'autres dispositions dédiées à l'allemand existaient déjà, comme le De-ergo. Hannon a considéré qu'il pouvait faire mieux, et sa disposition a ensuite été retravaillée par d'autres. Benjamin Kellermann produisit le Neo 1.1, développant beaucoup la couche mod3. La version 2 est davantage un travail de groupe, notamment via des discussions IRC, ou Hannon n'a plus qu'une place faible. Cette évolution apporte la couche mod4, 5 et 6. Les symboles mathématiques et le grec étant d'un usage atypique, la communauté les a volontairement confinées à des couches moins accessibles. (2)

Bref : la spécificité du neo se trouve dans ses 6 couches et son rangement logique des caractères. Si elle se veut plus polyvalente, notamment vis-à-vis de l'anglais et de la programmation, en pratique certain la jugeront très spécialisée, plus adaptée au travail informatique d'un mathématicien allemand, qu'à celle d'un citoyen lambda. Mais elle reste un sérieux concurrent au titre de meilleure disposition au monde, dans une optique différente des autres.

*Merci à Jofo et Nemolivier, du forum bépo, pour leurs précieuses remarques.*

Ceux qui parlent couramment allemand pourront aller plus loin en consultant directement le site officiel, [neo-layout.org](http://neo-layout.org)

(1) <http://wiki.neo-layout.org/wiki/Paradigmen>

(2) <http://wiki.neo-layout.org/wiki/Geschichte>

## **D'autres dispositions**

- Le Colemak, qui essaie de rester proche du qwerty pour les raccourcis clavier ou un temps d'adaptation moindre,
- L'Arensito, qui vise à favoriser les séquences de touches adjacentes à une main (mais il pourrait avoir disparu avec son site web, qui semble HS),
- Le MTGAP, qui essaie de prendre en compte de manière équilibrée l'alternance (comme Dvorak) et les séquences de touches adjacentes (comme l'Arensito)...
- L'Asset, qui vise à conserver le qwerty en en corrigeant seulement les plus grosses erreurs de placement.

- Le Qwerf, idem.
- Le Tapp’s multilingual keyboard.

“QWERF”	« Capewell »	« Evolved »	« Arensito »
QWERF JYKL;	.YMDF JPLUQ	K,UYP WLMFC	QL,P' ;FUDK
ASDTG HUIOP'	AERSG BTNIO	OAEID RNTHS	ARENB GSITO
ZXCVB NM,./	XZCV; KWH, '	Q.';Z XVGBJ	ZW.HJ VCYMX

### Capewell

« This is a family of layouts designed by Micheal Capewell. One called QWERF (Fig. 10) maximizes Qwerty similarity, making only a few changes to Qwerty to fix a few glaring problems (with the notable exception of the ED digraph problem). He designed Capewell-Dvorak, a modification of Dvorak which moves ZXCV into Qwerty positions for the sake of the Undo/Cut/Copy/Paste shortcuts, and which reduces finger movement compared to Dvorak. The one called Capewell in Fig. 10 was “evolved” using a genetic algorithm that tested millions of layouts to find the best one according to criteria chosen by Capewell. Capewell was inspired by Evolved (also in Fig. 10) but keeps ZXCV in place and uses a different fitness function. » Wikipedia.

### Arensito

« This novel layout is intended for those that use a lot of punctuation: the same keys used for letters can also be used for numbers and punctuation by holding down the right Alt key. (Hallingstad) » Wikipedia.

## 2. Performances des dispositions alternatives

Les choses seraient donc très claires... s'il y avait une étude montrant de façon convaincante la supériorité d'un clavier sur les autres. Malheureusement une telle étude n'existe pas.

Les claviers de l'époque de la compétition (1890-1920) n'étaient basés que sur les opinions des différents fabricants. Les études menées par A.Dvorak sont accusées d'être biaisée (Liebowitz). Une étude gouvernementale a apparemment suivie, mais sans lever les incertitudes. La critique de Leibowitz rend compte des partialités de chacun, mais elle est

elle-même orientée dans un but de théorie économique (montrer qu'il n'y a pas échec du marché.) Alors que croire ?

Des études récentes confirment que le Dvorak est plus rapide que le qwerty, mais, selon les études, cet avantage est soit notable, soit négligeable. En 1980 Yamada trouva que le Dvorak était de 15 à 50 % plus rapide que qwerty. Des calculs plus récents vont plutôt de 2,3 à 17 %. Il y a aussi eu une recherche automatisée de la meilleure disposition touche. En 1989, Noel et McDonald ont utilisé un algorithme pour analyser près de 50 000 configurations. Ils trouvèrent que le Dvorak était environ 10 % meilleur que le qwerty. Et aussi que la meilleure disposition possible n'était que 1,2 % meilleure que le Dvorak.

Ces gains faibles n'amèneraient, dans le cas du 10 %, qu'un gain de trois pages par jour, pour un clavier en tapant déjà 30, c'est-à-dire tapant à 50 wpm. La portabilité des compétences, pour un clavier entraîné en Dvorak se retrouvant devant qwerty, et souvent évoquée. La frappe à l'aveugle permet de ne pas se soucier des inscriptions sur le clavier, mais il faut reconfigurer la machine.

La disposition alphabétique est déjà apparue sur quelques jouets d'enfants et quelques appareils portables. Mais les études comparatives qui ont été réalisées (Hirsch 1970, Michaels 1971, Norman and Fisher 1982, Franca, Brown and Goodman 1983) indiquent que le qwerty reste 65 % plus rapide que les différentes dispositions alphabétiques testées. Ceci étant indépendant de l'expérience du clavier.

### 3. Les claviers à géométrie exotique

80 utilisateurs avec des TMS participèrent à un suivi de 6 mois, en aveugle et avec placebo. Le but était d'évaluer les effets de différents claviers sur l'intensité de la douleur, la capacité d'utilisation de la main, et le confort. Les claviers comparés sont illustrés ci-dessous.



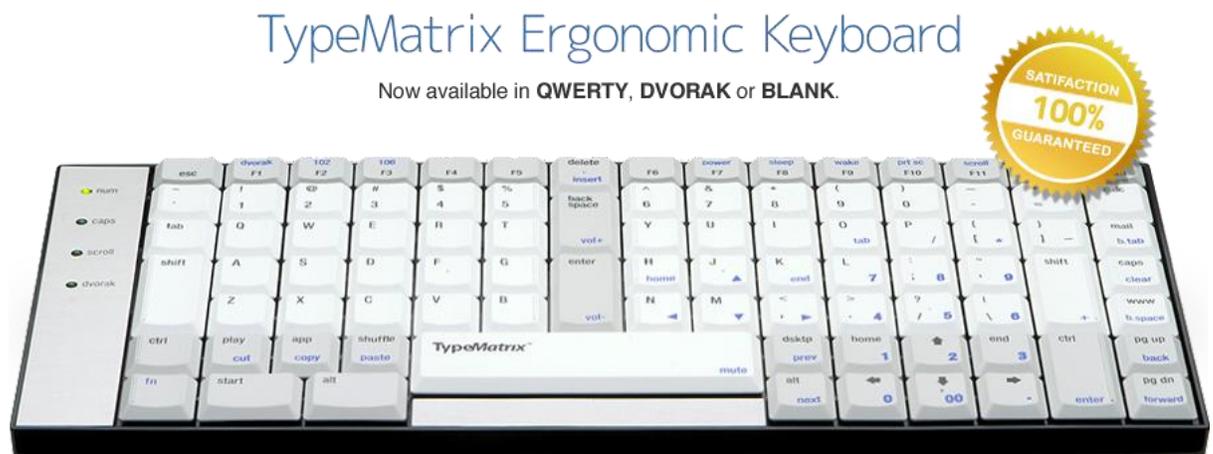
Le Apple Natural keyboard, dit « clavier à split ajustable » [kb1], le Comfort keyboard system, dit « clavier à forme » [kb2] et le Microsoft natural keyboard, dit « clavier splitté » [kb3].

*Le résultat est que kb3, et aussi un peu kb1, diminuait la douleur et augmentait les possibilités d'usage de la main après 6 mois d'utilisation. Aucune amélioration particulière ne fut remarquée sur kb2. Toutefois il y avait une corrélation générale entre la satisfaction et la baisse de la douleur. Les claviers à géométries alternatives sont donc véritablement capables de soulager la douleur des mains, notamment le split du clavier.*

*Cette étude a été publiée dans le American Journal of Industrial medicine, en 1999.*

## 4. Typematrix

Quatre questions à Mary Weber, cofondatrice de Typematrix™, un fabricant américain de claviers informatiques à l'allure atypique. Histoire de ce qui est peut-être le seul clavier vraiment ergonomique sur le marché. Ses caractéristiques les plus appréciées sont l'agencement matriciel des touches, à priori meilleure pour les doigts, la touche Enter au milieu, pour libérer le petit doigt droit, et les skins, des peaux de plastiques se posant sur les claviers pour divers avantages.



– Comment en êtes-vous arrivé à un clavier aussi particulier que le Typematrix ?

MARY WEBER : En 1998, Henri Weber essayait de trouver un meilleur design, un qui serait plus adapté aux mains et aux doigts que le design centenaire que tout le monde utilise. Il a vite été intéressé par l'idée de remettre les touches en colonnes, plutôt que décalées. Il a commencé à faire des essais de clavier, les découpant à la scie et recollant les touches sur une planche, pour essayer différents agencements. En 1999, il avait abouti à un design qu'il pensait bon pour simplifier la frappe. Ce n'est que plus tard, quand un

spécialiste de l'ergonomie nous a contactés, que nous avons réalisé qu'il serait considéré comme « ergonomique ». Nos clients se mirent bientôt à nous dire que leur inconfort et leurs douleurs étaient soulagés grâce à notre clavier.

– Le Typematrix 2030 est aussi le seul clavier à pouvoir être recouvert d'une skin, une peau de plastique interchangeable : pourquoi cette particularité ?

MARY WEBER : À l'origine nos claviers étaient surtout prévus pour des utilisateurs qwerty et Dvorak (une disposition différente pour les lettres sur le clavier), et les touches étaient imprimées avec des deux dispositions. Nous décidâmes ensuite de séparer les deux, car le double lettrage gênait trop de gens. Mais beaucoup de gens utilisaient les deux, et nous ne voulions pas qu'ils aient à acheter deux claviers. Une fois de plus, Henry a eu une idée : créer une « skin », une peau plastique, imprimée d'une disposition, qui pourrait se placer sur le clavier et rendre celui-ci utilisable dans différentes dispositions. Nous fîmes alors le lien avec des compagnies suédoises, qui développaient alors la disposition Svorak, un dvorak pour la langue suédoise. Notre fabricant n'accepte pas de commandes de moins de 1000 pièces, mais nous savions qu'à l'époque il n'y avait pas 1000 acheteurs potentiels de Svorak ! Nous faisons donc depuis des skins en différents langages et dispositions, et les gens ont le clavier qu'ils veulent. Les skins ont aussi l'avantage de protéger les mécanismes du clavier des liquides et de la poussière, alors ils sont plutôt merveilleux.

– Quels ont été les obstacles à surmonter pour créer vos claviers ?

Avec de la chance, nous avons trouvé une entreprise en Chine qui accepta de produire nos claviers. Nous n'avions pas l'argent ou de support financier, mais ils produisirent généreusement le premier modèle pour nous. C'était le 2010. Nous en fîmes faire 200, les vendîmes à 200 personnes de par le monde, et reçûmes des réponses comme quoi les gens soit l'adoraient, soit le détestaient. C'était 50/50. Henry traversa sa première grosse dépression à ce moment-là ! Ensuite, en se réveillant à 3 h du matin un beau jour, il découvrit la solution pour un second design. Mais cela impliquait demander à l'entreprise chinoise de refaire un tout nouveau moule pour un tout nouveau clavier. Hardiment, il présenta le problème au gérant de l'entreprise. Heureusement celui-ci accepta. Ce fut le 2020, que nous avons et vendons toujours. En tout, nous avons fait environ 30 voyages en Chine pour créer et mettre au point nos claviers, et c'était déjà très couteux. Communiquer avec une entreprise chinoise a été difficile, car très peu de gens parlaient anglais à l'époque.

– Craignez-vous la concurrence ?

MARY WEBER : Étant donné que nous sommes une minuscule entreprise, nous essayons juste de prendre soin de nos clients et des commandes qui arrivent. Nous ne surveillons pas les autres claviers qui arrivent. Nous ne voulons pas nous sentir « menacés » par qui que ce

soit. Si quelqu'un veut passer par le processus de création et de production d'un autre design, très bien, allez-y ! Il y a encore trop de gens dans le monde qui utilisent encore le vieux et bancal clavier standard.

[http://www.youtube.com/watch?v=vi1V3\\_X1gy4](http://www.youtube.com/watch?v=vi1V3_X1gy4)

## 5. Quelques autres claviers ergonomiques importants





Le Datadesk.



Le Truly ergonomic



Le DataHand, clavier à appui latéral.

## 6. Les remplaçants du clavier

Jusqu'à quand écrivons-nous au clavier ? Cela vaut-il le coup d'améliorer cet instrument ? La plume a été remplacée par le stylo, le stylo est désormais en concurrence avec le clavier, quelle pratique futuriste rendrait obsolète la dactylographie ? Notre capacité à prédire l'avenir est limitée — personne n'aurait parié sur l'informatique dans les années 50 —, mais nous pouvons toujours prolonger les développements existants. Pour saisir du texte, nous pourrions imaginer :

- La reconnaissance vocale, voire la subvocalisation. (Microphone placé sur la gorge, percevant des sons à volume quasi nul.
- La lecture de pensée, lecture de l'activité cérébrale comme le font les techniques d'IRM actuelles.

Un mode beaucoup plus proche de nous, hybride, serait l'écriture assistée. Elle se développe beaucoup sur téléphones portables : T9, Swype...

Le tactile : Il est déjà présent, fonctionnel, et cause d'un déluge de nouveautés. Très souple et adaptable, mais limité (pas de feedback, sauf vibration — son, mais par spécifiquement pour chaque doigt). La souplesse du tactile ouvrent d'immenses possibilités, et ont débloqué le sujet de la forme du clavier, fixe depuis toujours. Des méthodes radicalement différentes de saisies de texte son proposé, surtout sur téléphones mobiles ou les nouveaux usages ont de la place pour de nouvelles méthodes. Les claviers virtuels

donnent également des pistes innovantes, avec des mouvements des doigts au lieu de frappe.

## **7. Une inévitable dégradation ?**

L'écriture a toujours progressé vers la forme de mémoire la plus externe. Ceci tend donc vers l'écriture assistée. (Comment écriront-ils ? Jean-Louis Lebrave, Diogène 196 p 163-171)

Avec le temps, si nous laissons faire, certaines de nos capacités augmenteront au détriment d'autres. Nous écrivons très vite, exprimant nos sentiments et notre pensée, mais nous cantonnant à une pensée connue. C'est un effet soupçonné de l'écriture idéographique répandue en Asie : les idées sont très stables et la société n'évolue pas spontanément. (Richesses et Pauvreté des nations, Landes David S.) L'excellence du système leur a conféré une avance considérable sur les autres peuples, mais les a ensuite pénalisés en les figeant dans leur état avancé, pendant que l'Europe les rattrapait, puis les dépassait. Avec l'écriture assistée les nouveaux mots ne seront-ils pas plus difficiles à introduire ? Ils ne seront pas dans les listes des logiciels, il faudra les taper à la main, ralentissant soudain de 200 à 20 ou 30 mots par minutes. Il me semble que les gens y seront extrêmement réticents. Le sceau d'un dictionnaire national aurait à être apposé avant toute utilisation extensive d'un terme. Contrairement à l'approbation postérieure qui est donnée pour l'instant.

L'autocomplétion fera-t-elle de nos langues des langues idéographiques ? Quelle sera alors la différence, lorsque nous aurons oublié l'orthographe ? Est-ce souhaitable ?

## **8. L'exemple de Swiftkey**

Votre meilleur ami pour écrire sur smartphone est sans doute Swiftkey. L'application propose de prédire le prochain mot que vous voulez écrire, pour une vitesse et un confort de frappe toujours plus grands. Une nouvelle version en sortira le 9 février, en bêta : petit tour d'horizon d'une application Android payante, 3 €, mais fleurissante.

Swiftkey peut deviner le prochain mot que nous voulons écrire, alors même que l'on n'en a pas entré un seul caractère. Avant cela les outils d'aide à l'écriture se contentaient de compléter le mot en cours de frappe. La force de cette application lui vient de son moteur de prédiction, Fluency™. Son travail se fait à partir des probabilités des mots, déduites à partir des mots précédents de la phrase. Les calculs font appel à la théorie des probabilités,

à des principes d'intelligence artificielle, et à de la théorie du traitement automatisé des langages naturels. Cette dernière est la spécialité de Ben Medlock, un des fondateurs la société à l'origine Swiftkey, TouchTypeLtd.

La société américaine emploie actuellement 18 personnes, dont Ben Medlock aux commandes au développement logiciel et Jon Reynolds, l'autre fondateur, en charge des aspects commerciaux. 10 de leurs employés sont des programmeurs et travaillent en ce moment même sur les améliorations de Swiftkey. Un des principaux projets de TouchType est la construction de la base de données linguistique pour leur moteur. Cela se fait via la collecte et l'analyse des pages de l'internet, grâce à une spider, un surfeur internet aléatoire comme en utilise Googleα. C'est ce qui donne la base des probabilités pour chaque langue.

L'apprentissage est ensuite l'autre point fort de ce moteur. Il assimile automatiquement le style d'écriture de l'utilisateur, en analysant tous les SMS présents dans le téléphone. Ben Medlock, dit ainsi : « *Si vous saisissez une phrase qui est très représentative de ce que vous tapez en général, par exemple, pour moi, "Looking forward to see you later", que je tape très souvent, Swiftkey permet de l'entrer encore plus rapidement que sur un clavier physique.* » Cette dépendance au type de texte saisi explique que le logiciel fleurisse sur téléphone portable, là où les messages stéréotypés et utilitaires sont la norme. Fluency apprend d'ailleurs sans problème les abréviations et autres raccourcis linguistiques que nous utilisons dans nos SMS. Il ne comprend de toute façon pas ce qu'il écrit, et n'a pas la moindre de notion de grammaire.

Il y a un revers à l'apprentissage, et Ben le reconnaît lui-même : « *Si je tape quelque chose de différent, d'inhabituel, dans ce cas les prédictions ne vont pas m'aider du tout. Elles pourraient même me ralentir si je regarde les nouvelles prédictions entre chaque caractère.* » C'est pour minimiser cet effet que Swiftkey n'affiche que trois prédictions, dont l'une est simplement le texte tapé, brut. Si davantage de mots étaient affichés, l'utilisateur ne pourrait plus les lire d'un seul regard.

C'est une des améliorations que TouchType souhaite apporter à Swiftkey : une façon alternative pour pouvoir visualiser davantage de prédictions sans perdre en vitesse. Mais il y en a beaucoup d'autres. Une [version pour tablette](#), et encore d'autres, demandées et redemandées par les internautes. Le clavier de type T9 par exemple, pour que les touches soient plus grosses. Les premiers essais montrent que Fluency y serait très performant. Ben Medlock espère voir arriver cette option en début d'année prochaine. Et avec elle, peut-être, la possibilité de changer la disposition des touches. (Vous avez dit [Bépo](#) ?)

Swiftkey reste sans concurrents dans son domaine, les autres moteurs (XT9 et équivalents Apple ou Microsoft, etc.) se contentant d'autocomplétion. Mais cela risque de ne pas durer. Ne viendra-t-il pas un jour où, les ordinateurs tapant à notre place, nous aurons oublié jusqu'à l'orthographe des mots de plus de trois lettres ?

Merci à Ben Medlock de m'avoir consacré un peu de son précieux temps.

*α. Un traitement automatique qui ne va pas sans créer quelques situations cocasses : la densité des sites pornographiques étant très élevée sur internet et même l'équipe procède sans doute à un nettoyage, il est déjà arrivé à certaines personnes que les mots suggérés soient explicites.*

## 9. Un amour d'écriture assistée

Les amants peuvent terminer les phrases l'un de l'autre. À présent les machines le peuvent aussi. La nouvelle application Swiftkey peut deviner votre prochain mot, mais dans notre quotidien déjà, le T9, l'autocomplétion et les correcteurs orthographiques nous sont tous devenus de précieux compagnons. Notre écriture est-elle en passe de devenir dépendante de nos machines ?

L'orthographe est aisément mémorisée par nos machines. Qui, dans trente ans, saura encore écrire correctement des mots comme « ambigüité » ? L'utilisateur tapera « ambi » et la machine complétera... La nouvelle génération a déjà une écriture bien moins bonne que ses aînés. Pour Ben Medlocks, à l'origine de Swiftkey, ce phénomène est réel. Mais il ne s'en inquiète pas : *« Je pense que c'est le même débat que pour le calcul. Certains d'entre nous ne sauront plus jamais comment faire des multiplications, et le temps a montré que ce n'est pas un problème : ils utilisent simplement des calculatrices. Ce serait une catastrophe si toutes les calculatrices du monde disparaissaient, mais en pratique il est très peu probable que cela arrive. Je crois que c'est la réalité de comment la vie progresse. »*

L'Histoire de la frappe prédictive commence avec le T9 (*Text on 9 keys*). Ce système, breveté en 1985, est capable de retrouver quelle lettre on veut taper parmi les trois ou quatre inscrites sur la touche. Les ambigüités sont souvent très nombreuses : par exemple l'appui sur les touches 7243 a six interprétations : « sage », « page », « paie », « rage », « raid », « raie » et « scie ». Pour trancher, le T9 donne la priorité aux mots les plus fréquents dans la langue. L'autocomplétion est la seconde étape de frappe prédictive. Motorola l'a introduit en 2001, via l'application iTap sur ses téléphones. Il s'agit de proposer le mot entier dès que ses premiers caractères ont été frappés. Toutefois on est alors

handicapé par le nombre de mots possibles, trop élevé pour une expression libre et efficace. Les systèmes modernes, comme le XT9, sont capable d'apprendre et cumulent en général T9 et autocomplétion. La prédiction du bon mot devient alors l'enjeu principal. L'application Swiftkey, sur les smartphones Android, va plus loin en tentant de deviner le mot avant même que la première lettre ne soit entrée. Ce ne sont plus les fréquences qui entrent alors en jeu, mais les probabilités. Le début de la phrase est analysé pour deviner le mot le plus probable. Cette prédiction sera bien plus pertinente que simplement celle du mot le plus fréquent français.

D'autres utilisations de la frappe prédictive sont possibles, en plus du gain de vitesse. Pour les personnes âgées, qui peuvent réfléchir bien plus vite que leurs doigts ne peuvent appuyer sur les touches. C'est d'ailleurs à elles que se destinait le brevet original du T9 : les autres devaient se contenter de multitap, c'est-à-dire d'appuyer plusieurs fois sur la même touche. Pour la frappe dans les langues étrangères, où l'ordinateur devient un véritable assistant orthographique et grammatical. Et de même pour la correction orthographique de notre langue, car corriger et prédire sont quasiment la même chose. Les prédicteurs de frappe sont en fait déjà présents partout, depuis les traitements de texte jusqu'aux navigateurs internet.

Sommes-nous encore les auteurs de nos textes si notre rôle se réduit, comme dans Swiftkey, à choisir entre les propositions de la machine ? Où passe tout le vocabulaire précis, mais peu fréquent dont le Français regorge ? N'allons-nous pas finir par tous écrire de la même façon ? Ben Medlock ne veut pas se prononcer hâtivement : *« Les outils que nous utilisons façonnent toujours notre créativité, c'est clair. Des outils comme Swiftkey pourraient dégrader cette créativité. J'espère que ce n'est pas le cas. Et je pense que c'est très difficile à dire sans faire des recherches approfondies. »* Cette incertitude ne l'empêche pas d'aller de l'avant, elle lui commande simplement d'être prudent : *« Je crois que les concepteurs de technologies comme Swiftkey doivent faire attention à la façon dont ils encouragent la créativité. Je pense que c'est notre responsabilité. »*

Le XXe siècle a été une lutte perpétuelle contre l'irresponsabilité scientifique. Contre le nucléaire, contre la chimie, contre la génétique. Au XXIe siècle, les informaticiens aussi détiennent le pouvoir de détruire le monde

*P.S. : La plupart des accents circonflexes de ce texte ont été ajoutés par mon correcteur orthographique, car je les avais presque tous oubliés.*

Fabien

[Merci à Ben Medlock de m'avoir accordé un peu de son précieux temps. Les informations sur le T9 proviennent de Wikipedia.]

## **IIIB. Les alternatives à créer**

### **1. Réformer le clavier : pourquoi, que peut-on espérer ?**

Qu'est-ce qu'une refonte de nos claviers pourrait apporter, et que nous coûtera-t-elle ? Mettre ces points au clair est indispensable pour bien orienter les innovations.

Les buts souhaitables sont :

- Santé : les maladies liées au clavier sont en explosions. Il s'agit d'adapter le matériel à l'homme.
- Spontanéité : le clavier freine l'adoption de l'informatique. L'apprentissage serait bien plus rapide si le clavier rangeait logiquement ses caractères, même les plus rares.
- Vitesse : taper le plus vite possible, mais aussi pouvoir penser le plus vite possible tout en tapant.
- Complétude : il manque actuellement beaucoup de caractères à nos claviers (É, «, —, ÷, ×, œ, etc.) Sans parler des différents alphabets, comme le grec.

Les coûts possibles du changement sont :

- Changement des habitudes : il faut jusqu'à 3 mois pour retrouver sa vitesse initiale sur une nouvelle disposition.
- Le prix : changer de matériel physique est parfois nécessaire, quoique pas toujours.
- La dé-standardisation. Ne pas être certain de savoir ce servir d'un clavier rencontré. Mais ce problème est mineur étant donné l'informatique actuelle.

### **2. Le problème de la révolution des habitudes**

Nous sommes réticents au changement, la preuve en est que nous utilisons le même clavier depuis 150 ans et il semble peu probable que nous en changeons sous peu.

Cette situation n'est pas sans analogue. Devons-nous remplacer le clavier AZERTY par autre chose ? Devons-nous aussi abandonner le système de temps que nous a légué la Mésopotamie, et passer à un temps décimal ? Au lieu de durer 24 heures de 60 minutes, elles-mêmes de 60 secondes, les journées seraient découpées logiquement en, par exemple, 10 heures de 100 minutes de 100 secondes ? Dans l'histoire de tels changements ont parfois eu du succès.

J'aimerais citer l'exemple du système métrique, un héritage de la révolution française. Ce système décimal que les Américains nous envient encore aujourd'hui, empêtrés dans leur système impérial. Avant la révolution, les unités étaient anarchiques et compliquaient les calculs :

Nom d'unité	en pied du roi	en toise du Châtelet <i>d'après 1668</i>
un <b>point</b>	1 /1 728	0,188 mm
une <b>ligne</b>	1 /144	2,256 mm
un <b>pouce</b>	1 /12	2,707 cm
un <b>pied-du-roi</b>	1	32,484 <b>cm</b>
une <b>toise</b>	6	1,949 <b>m</b>
une perche du roi	18	5,847 <b>m</b>
une perche ordinaire	20	6,497 <b>m</b>

une <b>perche</b> d'arpent	22	7,146 m
un <b>arpent</b>	220	71,465 m

Un système non optimal, exactement comme le qwerty. L'intérêt est alors cette citation de Napoléon Bonaparte, dont les arguments contre le système métrique pourraient sans difficulté être transposés au clavier :

*« Le besoin de l'uniformité des poids et mesures a été senti dans tous les siècles ; plusieurs fois les états généraux l'ont signalé... La loi en cette matière était si simple, qu'elle pouvait être rédigée dans vingt-quatre heures : il fallait rendre commune dans toutes les provinces l'unité des poids et mesures de la ville de Paris... Les géomètres, les algébristes furent consultés dans une question qui n'était que du ressort de l'administration. Ils pensèrent que l'unité des poids et mesures devait être déduite d'un ordre naturel, afin qu'elle fût adoptée par toutes les nations... Dès ce moment on décréta une nouvelle unité de poids et mesures qui ne cadra ni avec les règlements de l'administration publique, ni avec les tables de dimensions de tous les arts... Il n'y avait pas d'avantage à ce que ce système s'étendit à tout l'univers ; cela était d'ailleurs impossible : l'esprit national des Anglais et des Allemands s'y fut opposé... Cependant on sacrifia à des abstractions et à de vaines espérances le bien des générations présentes... Les savants conçurent une autre idée tout à fait étrangère au bienfait de l'unité des poids et mesures ; ils adoptèrent la numération décimale... Ils supprimèrent tous les nombres complexes. Rien n'est plus contraire à l'organisation de l'esprit, de la mémoire et de l'imagination... Enfin, ils se servirent de racines grecques, ce qui augmenta les difficultés ; ces dénominations, qui pouvaient être utiles pour les savants, n'étaient pas bonnes pour le peuple... C'était tourmenter le peuple pour des vétilles. »*

Il suffirait de remplacer le système métrique par le Dvorak où le Bépo. La suite de l'histoire témoigne des difficultés du changement :

*« Après la Restauration française, le système métrique est aboli en France (les noms des unités avaient été modifiés en 1800 puis le système métrique proprement dit fut retiré en 1812). C'est le Royaume-Uni des Pays-Bas (qui regroupe alors les futurs pays du Benelux) qui le réadopte le premier en 1816, sur l'impulsion de son souverain Guillaume Ier des Pays-Bas, quatorze ans avant la Révolution française de 1830 qui signe sa réintroduction en France. En*

*France, depuis la loi du 4 juillet 1837, l'emploi d'autres unités dans les actes administratifs officiels est passible d'amendes. »* dixit Wikipedia. À méditer.

Il est intéressant de noter que les adeptes du bépo comprennent beaucoup de partisans de « révolution des habitudes », comme le temps décimal, le vélo couché, les dates dans le format an.mois.jour, etc.

Le système métrique est une exception. La transition vers le calendrier républicain a par échouée. Et il est heureux que le projet de Néron de raser Rome pour tout reprendre à zéro (ce qui est bien ce que nous voulons faire avec les claviers, tout reprendre à zéro.), n'ait pas abouti. Plus près de nous, le standard de cassette vidéo VHS s'était imposé au détriment d'un format japonais supérieur. Il fallut attendre une nouvelle donne technologique, le DVD, pour remettre les pendules à l'heure.

Les apports du changement doivent être mis en regard avec son coût. Est-il rentable de passer trois mois à apprendre un nouveau clavier qui confèrera une augmentation de 5 % de vitesse de frappe ? Sur le long terme, sans doute. Le temps est infini. D'autant plus que l'on peut y ajouter les gains pour la santé TMS et autres facilités d'apprentissage. Mais dans ce cas il faut aussi ajouter des coûts plus violents. Le conflit entre deux types de clavier qui se répondrait massivement la société entraînerait également des pertes. Beaucoup de gens connaîtraient deux types de frappe. Le jeu en vaut-il la chandelle ?

Peut-être n'est-ce pas sans rappeler la transition du papyrus au parchemin. Il avait alors fallu une grave pénurie de papyrus pour que le parchemin (issu de peau de mouton) soit largement adopté.

### **3. Conséquences de la loi de Fitts**

Loi de Fitts : « *Si un mouvement est nécessaire pour atteindre la touche, celle-ci doit être étirée dans le sens du mouvement* » Énoncé par Fitts, elle est très utilisée dans la conception d'interface. Il semble qu'elle devrait régir la forme des touches. Ainsi il n'est pas absurde de faire des touches latérales étirées, comme sur le Truly Ergo. (Voir la section clavier alternatifs.) Et il ne serait pas absurde de faire des touches supérieures et inférieures étirées en hauteur.

## 4. L'édition et les raccourcis

Il y a une énorme différence entre les machines à écrire et les ordinateurs. Les premières sont des imprimantes, les seconds proposent du traitement de texte. Ce n'est pas du tout la même chose. La machine à écrire figeait l'écriture, le traitement de texte en permet l'édition. La machine à écrire était un outil exigeant, ou la moindre erreur était irrécupérable. Le traitement de texte est permissif à l'extrême.

Je pense que cette différence est méconnue. Nos claviers sont inadaptés à l'édition. Toutes les fonctions d'éditations se trouvent loin : les flèches, la touche d'effacement, mais aussi les touches si peu utilisées comme Home, End... Couper et coller requiert une combinaison et un mouvement de main, sans parler des indispensables Undo et Redo. En fait toutes les fonctions d'éditations ne font pas partie de la frappe. En fait, tout cela se résume à une touche : Backspace, Effacer. La touche informatique par excellence.

Les raccourcis clavier sont à présent un point discuté pour les dispositions alternatives. Ctrl+X/C/V par exemple sont des fonctions clés pour tous les utilisateurs expérimentés d'informatique. Il faut aussi citer Ctrl+Z/A/S/W (Undo/Select All/Save/Close Window).

Certains claviers ergonomiques, comme le Truly Ergo, rapprochent les flèches du bloc de frappe. Mais avec des dispositions alternatives, il est possible d'aller plus loin. Plusieurs utilisateurs du Bépo, moi compris, ont modifié leur disposition pour avoir les flèches sous les doigts de repos, et les autres fonctions utiles à proximité. On ajoute une modificatrice « Édition », et le problème n'est plus que de choisir sa position sur le clavier.

Pour information, voici la couche supplémentaire que j'ai utilisée tout du long de ce mémoire (sur un clavier Typematrix.)



À gauche les chiffres, sous les trois doigts de repos. Le 0 sur la barre espace, car c'est le plus fréquent des chiffres. À droite, la navigation dans un texte. On retrouve les directions sous les doigts les plus forts, entourées de l'avance rapide (ctrl+coté) en haut, début et fin de ligne sur les côtés, copier-coller en bas, etc.

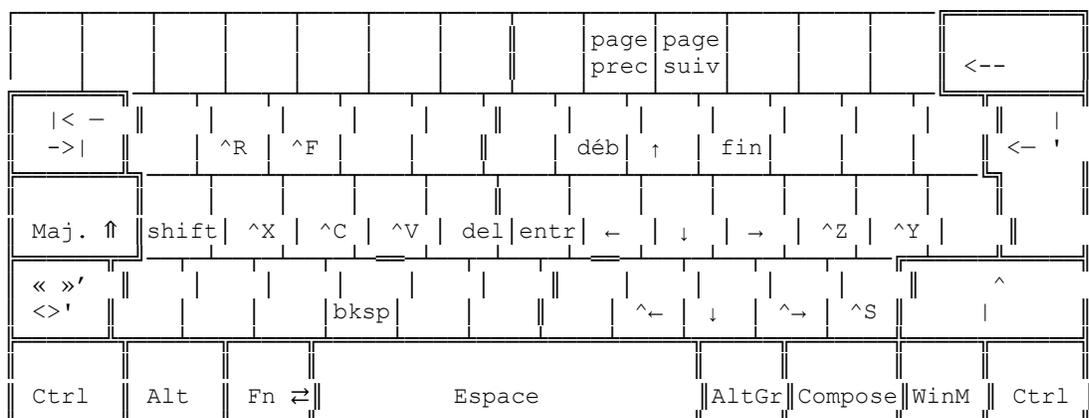
Ce n'est pas sans rappeler la couche Fn des ordinateurs portables, sauf que les touches ne sont pas du tout aux mêmes endroits, ce qui change totalement la facilité de mémorisation et la vitesse d'accès.

Les dispositions alternatives posent souvent le problème d'éclater les raccourcis habituels, comme Ctrl+X. Une couche « Édition » permet d'y remédier, au moins partiellement.

Classification des touches :

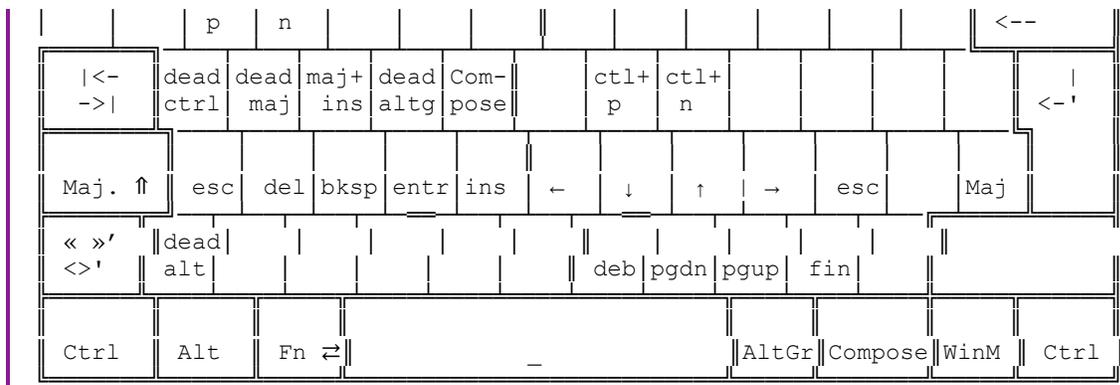
- Les fonctions (F1 à F12)
- Les touches numériques (0 à 9)
- Les caractères (auieotsrnèè etc.)
- Les touches de ponctuations (barre d'espace, point, virgule, interrogation, etc.)
- Les touches dites « modales » (shift, ctrl, alt, alt gr, fn)
- Les touches d'édition (Monter, droite, gauche, supprimer, etc.)

Il faut aussi citer les couches d'éditations créées auparavant par des membres du projet Bépo. [Nbrodu](#) utilise ainsi cette couche « déplacement/édition » via une modificatrice Fn :



[Legrostdg](#) en propose une autre variante (ctrl+p étant copier) :





## 5. Le point sur les possibilités d'écriture

Les quatre grands axes pour caractériser les claviers :

- L'utilisation du corps humain : à une main/deux mains/à pouces/pieds/lecture de pensée...
- L'utilisation de l'esprit humain, c'est-à-dire le type de frappe : directe/avec modificateur/à accord
- La forme physique : plate/à forme/virtuelle...
- La forme logicielle : autocomplétion, autocorrection, écriture assistée, prédictive...

### 12 b. Retour auditif et tactile

Le retour (feed-back) influe fortement la vitesse de frappe sur un clavier. Il ne s'agit pas seulement de la force qu'il faut exercer pour enfoncer la touche : celle-ci ne sert qu'à empêcher les appuis accidentels. Le retour vise en fait à informer l'utilisateur de l'instant précis où il peut commencer à remonter son doigt.

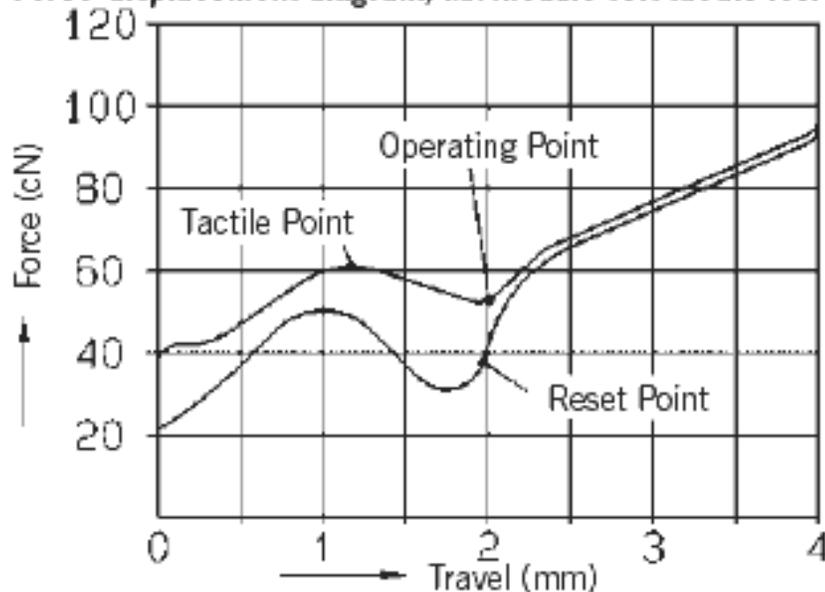
Le retour auditif est encore très répandu dans les claviers. Obligatoire dans les machines à écrire, il est encore prisé par certains, par exemple les adeptes des claviers IBM des années 80, ayant un *clic* prononcé et considéré par eux comme les meilleurs claviers jamais produits. Dans les productions actuelles toutefois, le retour auditif est souvent un cache-misère. Tout d'abord il crée un bruit ambiant qui n'est pas nécessaire, et peut déranger les personnes alentours, collègues ou même compagnon essayant de dormir tandis que l'on finit un travail urgent... Le retour auditif est aussi utilisé pour pallier le manque d'un véritable retour de qualité, qui sera alors tactile.

Le retour tactile consiste en une variation de la force exercée par la touche sur le doigt. C'est la décroissance rapide de cette force, passé un certain enfoncement, qui donne la sensation d'avoir appuyé sur la touche. Cette sensation permet à l'utilisateur de réagir et de passer à la touche suivante rapidement.



MX key switch

Force-displacement diagram, MX module soft tactile feel



MX force diagram

Un profil de force mesuré par Tim Tyler, un internaute qui travaille sur la modification des touches, sur une Cherry MX, une des meilleures sur le marché. La courbe du haut montre la relation force-enfoncement lors de la pression de la touche, celle du bas la relation lors de la relâche. Le *Tactile Point* est la sensation d'activation perçue par l'utilisateur, l'*Operating Point* est l'enregistrement électronique de la frappe. Le *Reset Point* est la limite retour à partir de laquelle la touche peut être activée à nouveau. Cette touche a une force d'activation de 50 centiNewton.

Le profil de force semble être plus important que la force d'activation. Celle-ci pourrait sans doute être diminuée fortement, jusqu'à 10cN, et ainsi diminuer la fatigue de frappe. (Dans le cadre de touches standards pressées verticalement, le cas des touches à appui latéral ou autres bascules étant différent.)

Trois paramètres sont à considérer pour les mécanismes des touches : la course d'activation (distance d'enfoncement), la force d'activation (associée à la course d'activation) et la course totale (quand la touche ne peut plus descendre.) Dans la littérature scientifique sur le sujet, un lien clair apparaît après des sessions de frappes avec la fatigue musculaire : des forces d'activation faibles permettent, pour des courses égales, de soulager la main. Toutefois si la course est réduite proportionnellement à la force, l'effet bénéfique disparaît. Il semble aussi que des forces plus faibles permettent une vitesse de frappe plus élevée. Quant à la course idéale, Radwin et Ruffalo proposent un idéal de 2.5 mm, mais cela devra être testé expérimentalement.

[\[Site de Tim Tyler sur ses travaux sur les claviers\]](#)

## 6. La difficulté de l'optimisation : l'exemple du pavé numérique.

Un bon exemple des problèmes d'optimisations de clavier est le cas simple du pavé numérique. Il s'agit de placer les dix chiffres arabes, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 et 9, de la façon la plus pratique pour taper des nombres.

Les claviers classiques disposent d'un rangement sur une ligne et d'un rangement sur quatre lignes. On peut aussi envisager de placer les chiffres sur deux ou trois lignes.

L'agencement courant est basé sur une croissance des nombres de bas en haut :

798

456

123

0

La rangée supérieure les place, depuis la première machine à écrire de Sholes, de cette façon :

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

Un agencement dans le sens de la lecture aurait plutôt donné :

0

123

456

789

Ou :

012

345

678

9

Ou encore, sur 2 lignes :

01234

56 789

Les pavés de téléphones quant à eux sont disposés avec le 0 en bas :

123

456

789

0

Mais on peut aussi considérer que les chiffres n'ont pas à être rangés en ordre croissant. La fréquence des chiffres ne correspond pas. Pour une frappe plus rapide, il faudrait placer les chiffres les plus fréquents sous les doigts les plus forts, dans leur position de repos. Or les fréquences des chiffres ne sont pas du tout équilibrées :

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
73	48	45	30	12	17	15	12	11	18

Soit, si on les classe par fréquence : 0 1 2 3 9 5 4 7 6 8

Il faut noter que la rangée de chiffres du DVORAK était originellement dans cet ordre sur le clavier : 7 531 902 468. Un ordre qui place les chiffres les plus fréquents sous les doigts plus forts. Il est fascinant que cet ordre ait été rapidement abandonné et que les claviers DVORAK modernes soient revenus au 1234567890. Ainsi le chaos des chiffres fut insupportable, mais le chaos des lettres non ! Est-ce parce que l'ordre numérique est beaucoup plus fort que l'ordre alphabétique, qui n'est finalement qu'un autre arbitraire ? Ou bien est-ce parce que le qwerty nous a tant habitués au désordre des lettres que nous le trouvons normal ? Sûrement un peu des deux.

Toutes ces possibilités illustrent la complexité de créer une telle disposition. On peut ensuite ajouter les problèmes de caractères, c'est-à-dire le problème de la complétude. Le pavé numérique doit-il contenir le point ou la virgule comme séparateur décimal ? Les Américains utilisent l'un, les Européens l'autre. Microsoft Excel exige une virgule, d'autres un point... Faut-il mettre les deux ?

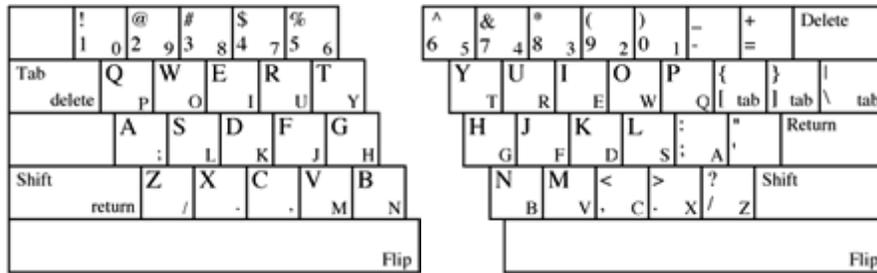
## 7. Propositions de clavier : le double gant

Quel serait le meilleur outil de frappe possible ? Le double gant à accord est le candidat qui me semble plus prometteur. Il s'agit d'un simple gant de tissu, sous les doigts duquel on place des capteurs. Un appui de touche consiste alors simplement à taper le doigt sur n'importe quelle surface.

Première caractéristique : les accords. Dans la mesure où nous n'avons que dix doigts, il faut s'arranger pour que toutes les lettres y soient disponibles. Il s'agira donc d'un clavier à accord, ou plusieurs d'appuis simultanés produiront un caractère différent. Avec cinq doigts, 32 combinaisons différentes sont possibles (auxquelles il faut retirer la position de repos, lorsqu'aucun doigt n'est appuyé). Avec dix, 1024. C'est plus qu'assez. On verra que cette abondance pourra être exploitée spécifiquement. Le gant à accord est une idée de Douglas Engelbart, et il est possible qu'il également pensé à ce qui suit.

Seconde caractéristique : la symétrie. C'est ce qui lui donne son nom de « double gant » : les deux gants sont symétriques doigts à doigts. Chaque main contient tous les caractères nécessaires à l'écriture normale, qui sont en doublons sur l'autre main. Il y a plusieurs raisons et avantages à cela, toutes suffisants pour le justifier. Tout d'abord cela permet la frappe à une main. On pourra ainsi, par exemple, tenir sa souris et écrire en même temps. Chacun se souviendra sans doute de situations où il n'avait qu'une seule main sur le clavier, et ne pouvait pas écrire facilement. Autre avantage, la symétrie permet une alternance parfaite. L'alternance des mains dans la frappe est la principale source de vitesse. Bien que les dispositions alternatives tentent d'optimiser le placement des lettres, il leur est impossible de faire changer de main à chaque frappe. Lorsque l'utilisateur du double gant voudra taper vite, il utilisera ses deux mains, en changeant systématiquement de main pour chaque lettre. Enfin, troisième avantage, la symétrie des mains naturelles est naturelle à l'être humain. La différenciation droite-gauche est au contraire quelque chose que l'on est obligé d'apprendre, et qui est d'ailleurs une des principales sources d'erreur lors de l'apprentissage de la frappe sur les claviers classiques. (On tape avec le doigt de la main droite ce que l'on devait taper avec ce doigt sur la main gauche...) Sur Internet, les claviers Half-Qwerty, qui fonctionnent sur le même principe, ont déjà montré (dans des travaux académiques) que les compétences que l'on acquiert sur une main se transfèrent naturellement, doigts à doigts, à l'autre main.





**Les dispositions gauchère et droitière du Half-qwerty. La barre espace a un comportement spécifique, servant et de modificatrice, et pour produire l'espace. Inventée pour les handicapés ne disposant plus que d'une main, cette idée pourrait être étendue pour créer des « doubles-claviers. »**

Toutefois, les 32 combinaisons d'une main ne seront pas assez pour placer tous les caractères nécessaires à la frappe. On n'y placera donc seulement les plus courants (lettres et ponctuations, bien assez pour une frappe normale). Les combinaisons à deux mains qui permettront le reste.

Diverses autres caractéristiques de ces gants sont envisageables :

- des capteurs sur le poignet. Il pourrait servir de touche supplémentaire, mais leur fonction première est d'activer ou de désactiver les gants, par exemple lorsqu'ils sont pressés simultanément (l'un contre l'autre, poignet contre poignet.)
- Un clavier à touches classique, non relié à l'ordinateur, mais sur lequel on peut taper lorsque l'on veut augmenter le feed-back est donc tapé plus vite.
- Des capteurs plus sensibles sur un ou plusieurs doigts, qui peuvent alors servir de souris tactile.

La disposition des caractères sur les droits devra se faire optimiser la vitesse et l'apprentissage. Il faudra notamment privilégier les accords à peu de doigts, pour favoriser l'alternance des doigts, autre source importante de vitesse. À une main il y a 5 frappes à un doigt, 10 à deux doigts, 10 à trois doigts, 5 à quatre et 1 à cinq. Ce devrait être suffisant.

Le double gant est un exemple de système cumulant beaucoup d'avantages. Toutefois il n'est pas nécessaire d'aller aussi loin pour proposer de nouveaux claviers. Différentes déclinaisons moins exubérantes de ce système sont possibles.

Si on ne va pas jusqu'au gant, et qu'on reste avec un clavier, on peut faire un clavier de trois lignes de 10 touches, sans tomber dans l'excès comme avec les claviers actuels. Si l'on veut garder une énorme compatibilité avec les compétences actuelles, il faut faire alphaccord : un clavier classique, où il est possible de taper tout à fait habituellement, mais dont la rangée de repos peut également servir à faire la frappe à accord. Quoi qu'il arrive, la

première priorité est probablement de faire des claviers matriciels au lieu de décalés, ce qui diminuera le trouble musculo-squelettique et accélérera l'apprentissage.

Par ailleurs, l'accord peut être utilisé d'une façon plus restreinte. Comme l'avait bien compris Engelbart, le pouce est un doigt naturellement opposable aux autres. Il sera donc plus facile de proposer davantage de modificatrices sur le pouce, soit sur le clavier universel soit sur un clavier à accord. Nous sommes déjà entraînés à appuyer le pouce et un autre doigt en même temps, parce que c'est la base de toute préhension. Cela requerrait moins d'apprentissages.



**Un clavier à accord à 7 touches, 3 pour le pouce, plus mobile et plus adapté à l'accord avec les autres.**



**Commercialisé sur [frogpad.com](http://frogpad.com) et victime de son succès, le Frogpad est un clavier à accord restreint.**

Il est également à noter la possibilité du clavier-souris, une sorte de souris ergonomique disposant d'assez de touches pour permettre la frappe. Il pourrait être à accord.

Toutes ces possibilités sont viables et simples techniquement. Les obstacles sont dans nos esprits.

## **Cahier de charges pour un clavier plus puissant**

Le but est permettre la frappe en accord sur un clavier classique, mais aussi, de façon générale, une frappe aux possibilités étendues.

Plus précisément on veut donner la possibilité de créer des touches accordées, des modificatrices ou simplement des touches directes.

Je décompose ce but comme s'ensuit :

- Attribution d'un type d'appui (direct, mort, modificatrice, accord... cf ci-dessous) à une touche.
- Attribution d'entrées (cf ci-dessous) à chaque touche ou accord de touches.
- Interface pour pouvoir, à l'aide de la fonction précédente, remapper tout le clavier. Il faudra pouvoir ré-accéder aux modifications dans un format lisible, et les y modifier.

Définition d'une Entrée : un caractère, une fonction (comme couper, coller, gras... elles qui pourront être définies par l'utilisateur à partir de leurs raccourcis ctrl+X, ctrl+B, etc.) ou une commande (enter, tab, etc. Et pourquoi pas, l'ouverture d'un fichier/programme.) L'entrée nulle, sans aucun effet, doit aussi exister.

Une modificatrice est le terme général désignant les touches qui changent l'effet des autres touches. Donc en gros toutes, sauf les touches directes comme les lettres.

Listes des types de touches tels qu'ils existent et qu'il faudrait donner la possibilité de faire :

<b>Modificatrice :</b>	<b>Ressemble à :</b>	<b>Effet :</b>
Aucune	Les touches normales	Produit une entrée. On ne veut pas conserver la fonction classique des claviers où l'appui maintenu équivaut à un appui répété sur la touche.
Alternatrice	Maj ou Alt classique	Si une touche est appuyée avant que l'alternatrice ne soit relâchée, une entrée correspondante est produite. Si l'alternatrice est relâchée avant tout autre appui, elle produit une entrée qui lui est propre. La différence avec un accord est que l'ordre d'appui compte : l'alternatrice doit être appuyée en premier.
Transformatrice	Verr. Maj	Un appui locke le reste des touches dans une couche alternative, et l'état normal ne revient que lorsque l'on réappuie sur la transformatrice. Deux comportements sont envisageables :
Morte	Accent circonflexe classique	Un appui passe le clavier dans une autre couche. Quand on a appui sur une touche un caractère est produit, mais le clavier revient en mode normal.
Combinée	Un combo sur manette de jeu vidéo	Se comporte comme une morte qui se désactive après un délai (fixé lors de la création de la touche), après quoi elle produit une entrée.
Accordée	Touche de piano	<p>Une touche produira un caractère propre si elle est appuyée puis relâchée. Mais elle produira un autre caractère si une autre touche, qui lui est accordée, est relâchée.</p> <p>Attention l'accord doit se gérer comme un tout. En effet, l'ordre des touches n'y est pas important, donc il peut commencer par n'importe laquelle.</p>

		Un accord peut comporter plus de deux touches.
--	--	--

Comment définir un maximum de possibilité ?

Je pense qu'il définir, pour chaque touche, des effets et des conditions d'activations. Les effets possibles seraient : (et ils seraient cumulables !)

- Entrée (caractère, commande, raccourci de type ctrl+x, etc.)
- Modification (change la couche des autres touches)
- Accord (appui simultané, l'ordre d'appui ne compte pas)

Les conditions disponibles (toutes en même temps) pour l'activation et la désactivation d'un l'effet.

- T ms après la pression (avec T égal à 0 par défaut, pour un appui simple)
- T ms après la relâche (idem)
- À la nième pression d'une certaine touche
- À la nième relâche d'une certaine touche

Pour exemple, voici comment j'utiliserais ces conditions pour recréer les types habituels de touches :

Type (avec un exemple)	Effet	Condition d'activation	Condition de désactivation
Direct (Lettres)	Entrée	à l'appui	pas de désactivation
Alternatrice (Maj.)	Modification	à l'appui	à la relâche
Transformatrice (Verr.)	Modification	à la 1re relâche	à la 2nde relâche
Morte (Accent circonflexe)	Modification	à l'appui	à l'appui d'une autre touche

Accordée (piano)	Accord	à l'appui	à la relâche
Combinante	Modification	T ms après relâche	à l'appui d'une autre touche

(La désactivation n'est pas nécessaire dans le cas de l'entrée, qui requiert juste d'être activée. Quoiqu'il serait intéressant que la désactivation d'une entrée soit sa suppression/annulation, qui n'aurait pas toujours lieu. Pas exemple ^ produit le l'entrée ^, mais si on appui sur e avant de relâcher ^, l'entrée ^ est désactivée (supprimée) et l'entrée ê est produite.)

Attention les enchainements de modificatrices sont envisageables ! AltGr+Maj+a, par exemple.

**Et une touche compose??????**

Notons que des directes de relâche sont aussi possibles. (touche qui produirait un caractère au moment ou de la relâche, au lieu du moment ou de l'appui comme habituellement)

Reste à définir comment gérer les modifications. Définitions d'une couche et attribution à une modificatrice ? Et pour les accords ?

Il serait bon que le programme soit capable de taper un caractère puis de l'éditer. Par exemple appuyer sur ^ taperait un ^, mais si e est appuyé avant que la touche ^ soit relâchée, le caractère ^ est effacé et remplacé par ê. Pour les accords peut-être également.

– Exemple de touches accordées : La touche A, si appuyée et relâchée seule, produit le caractère A.

La touche U (voisine du A en bépo), si appuyée et relâchée seule, produit le caractère U.

Les touches A et U, si elles se retrouvent toutes les deux dans l'état appuyé, en même temps, elles produisent le caractère B (c'est un exemple pris au hasard.)

Concessions possibles :

– Je souhaite surtout utiliser les touches centrales du clavier, sur la rangée de repos, et la barre espace. D'autres touches étant très mobiles selon les modèles de clavier, elles ne sont pas prioritaires (mais il faudra bien un jour, y compris la 106e touche des claviers spéciaux et les 5 touches supplémentaires des claviers japonais).

## 8. Dois-je changer de clavier ?

Il est peu probable qu'un basculement majeur intervienne dans le monde des claviers dans les cinquante prochaines années. Dans ce cas, est-il utile de faire l'effort individuel du changement ?

Tout d'abord, il faut noter que la situation a complètement changé. Depuis 20 ans nous ne sommes plus dans la situation que subirent Sholes ou Dvorak. Deux choses : pour eux le « clavier » était un bien de grande valeur. Il était donc difficilement remplaçable. Un clavier est aujourd'hui la partie la moins couteuse d'un ordinateur de loin. Second aspect, l'extension de la dactylographie. Les nouveaux claviers sont bien plus faciles à utiliser, et surtout la puissance de l'informatique permet l'édition sans contrainte du texte. Taper à la machine, c'était tenter d'atteindre le sans-faute. Au clavier, il suffit de se relire. Ceci a entraîné une chute de la valeur de la compétence de dactylographie. Il se fera bien rire au nez, celui qui mentionnera sur son CV qu'il sait taper au clavier ! Or la valeur de cette compétence était le second verrou qui figeait les claviers. Elle impliquait que les dactylographes existants devaient être employés au maximum : pas question de les reformer sans cesse à de nouveaux claviers. Pour que la frappe à dix doigts soit rentable, il fallait une disposition unique, universelle. Ce n'est plus le cas depuis que nous avons le basculement instantané des claviers.

Ces deux verrous ont sauté, et nous ne sommes désormais plus retenus que par inertie. C'est très récent, le bépo ne date que de 2006. Il y a trois scénarios à envisager pour la popularité des claviers alternatifs sur les cinquante ans à venir.

– Une croissance linéaire, ou les claviers améliorés se répandent dans la société à vitesse constante. Scénario impossible à priori, étant donné les résistances en jeu.

– Une croissance exponentielle, c'est à dire une longue phase d'augmentation lente suivie d'une montée rapide et totale. Scénario possible.

– Une régression. Il est peu probable que les claviers alternatifs disparaissent, à moins que l'internet lui-même ne disparaisse. Il y aura toujours des passionnés qui voudront se distinguer des autres ou améliorer leur frappe.

– Une stagnation ou croissance très faible. Où une minorité a basculé vers les claviers alternatifs, s'y trouve très bien, mais où la majorité de la population n'en entend même pas parler. C'est certainement le scénario le plus probable.

Mais devons-nous, d'un point de vue personnel, changer ? Cela dépend sans doute de chacun, et notamment de sa fréquence d'utilisation du clavier, tant présent qu'à venir. Mais cela ne dépend « que » de chacun. Contrairement à autrefois, il n'y a plus de pénalité à être différent des autres. Cette différence est devenue invisible : un clic l'ordinateur lance l'exé et bascule l'ordinateur dans la disposition alternative, un autre clic et il revient à l'azerty pour un autre collègue. Les claviers physiquement différents auront sans doute un peu plus de mal à s'imposer. Mais à présent, les dispositions alternatives n'ont plus que le coût du basculement. Un coût presque ponctuel qui rivalise mal avec les avantages long-termes en syntaxe, caractères accessibles, santé, vitesse, et ainsi de suite. Surtout quand on en voit l'usage intensif que chacun a de la frappe chaque jour, par mail, par IM ou autre...

# Conclusion : Reprenons notre écriture en mains

Il s'avère que l'outil de notre écriture est obsolète et très critiquable. Il est empêtré dans deux siècles d'Histoire, figé à une époque où la technologie le contraignait et où la psychologie de la frappe était mal comprise.

Il s'avère par hasard que le qwerty n'est pas aussi mauvais que certains le prétendaient, car il favorise l'alternance des mains. Ceci explique sans doute partiellement pourquoi il n'y jamais été détrôné : le gain de vitesse des dispositions alternatives n'était pas assez grand pour vaincre l'inertie socio-économique.

Toutefois le contexte moderne a changé. L'omniprésence du clavier, ainsi que les profondes modifications de son utilisation, notamment pour la discussion en temps réel et l'édition de texte, renforcent le besoin de repenser son utilisation. Vu l'intensité de l'utilisation de claviers, nous avons beaucoup à gagner à les améliorer : vitesse, clarté grâce à la typographie, spontanéité grâce à des claviers plus logiques... nous avons aussi beaucoup à perdre si nous ne réagissons pas : écriture anarchique, perte de notre orthographe, troubles musculo-squelettiques...

Les dispositions alternatives sont une solution à très faible coût, qui demande seulement l'investissement du claviste pendant quelques heures par semaine au début. Les claviers physiques alternatifs restent à l'opposé un investissement lourd, souvent 100 à 200 €, et souvent très peu ambitieux. Ils sont toutefois généralement très rapides à apprendre, et il a été montré qu'ils diminuent les troubles musculo-squelettiques. La troisième voie réside dans des claviers complètement nouveaux, gants à accord, doubles gants, Alphaccord et autres possibilités qui sont au fur et à mesure explorées sur Internet.

Plusieurs changements sont à mon avis à apporter immédiatement, car ils sont sans aucun coût, mais apporteront beaucoup. Le repose-poignet, intégré au clavier. Les claviers fins pourront s'en passer. Des dispositions matricielles. Logique et ergonomique, cet agencement en colonnes des touches s'apprend extrêmement vite. Enfin l'utilisation du pouce doit être drastiquement augmentée, via l'ajout de touches supplémentaires sous la barre espace, qui doit elle-même être coupée en deux. Le pouce est de doigt le plus fort de la main, et son caractère opposable en fait le doigt naturel pour des touches modificatrices.

Ces trois progrès sont sans coûts financier ou humain, et apporteront plus de confort, d'ergonomie et de puissance à nos claviers.

Ce qui est certain, c'est que quel que soit notre progrès technologique, la vidéo ou l'audio n'ont pas le potentiel pour remplacer l'écrit en tant qu'outil de communication abstraite. Nous ferions bien de nous préoccuper de l'outil de notre écriture, où c'est lui qui va s'occuper de nous.



**Reconstruisons notre écriture.**

# Bibliographie

Card et al, 1983 Model Human Processor (MHP) in The psychology of human-computer interaction.

T.A.Salthouse, 1985, Anticipatory Processing in Transcription Typing. Journal of Applied Psychology vol 70, no 2, pp 264-271

T.A.Salthouse, 1986, Perceptual, Cognitive, and Motoric Aspects of Transcription Typing. Psychological Bulletin 1986. Vol. 99. No. 3. 303-319

T.A.Salthouse, 1986, The Skill of Typing. Scientific American.

Bonnie E. John. 1996, TYPIST: A Theory of Performance in skilled. HUMAN-COMPUTER INTERACTION, Volume 11, pp. 321-355

Bardini Thierry, 1998. Le clavier avec ou sans accord : retour sur une controverse oubliée. In : Réseaux, volume 16 n° 87. pp. 45-74.

Delphine Gardey. Réseaux, 1998, volume 16 no 87. Pp 75-103. La standardisation d'une pratique technique : la dactylographie (1883-1930).

Paul A. David, 1998, Comprendre les aspects économiques du qwerty : la contrainte de l'histoire. Réseaux, volume 16 no 87. pp 9-21.

S.J. Liebowitz, 1998. La fable du clavier. Réseaux, volume 16 no 87

David Piepgrass, 2006, Why Qwerty, And What's Better?

Anderson Allison M., 2007, Learning Curve Analysis for Alternative Keyboards.

Gordon D. Logan, 2010, The role of the keyboard in skilled typewriting. Psychonomic Bulletin and Review 17 (3), 349-399.

Conrad, R. and D. J. A. Longman (1965). "Standard Typewriter Versus Chord Keyboard - an Experimental Comparison." Ergonomics 8(1): 77-88.

T.Bardini (1998). " La controverse du clavier à accord." Réseaux.

