

La méthode fonctionnelle

explications techniques



A toute personne intéressée par les aspects techniques des tests de mfo-psycho.ch, ce texte devrait éclaircir quelques aspects mathématiques et statistiques qui font la spécificité de notre méthode.

Les aspects les plus importants de la méthode fonctionnelle sont expliqués dans les manuels des tests et aussi dans le chapitre qui lui est consacré dans le livre « l'évaluation des personnes » pp. 163 - 174 (documents disponibles dans l'espace client de notre site).

La méthode fonctionnelle tire son nom de la base statistique de nos tests qui est toujours la technique de **régression multiple**, méthode qui est totalement étrangère à la méthode classique qui se contente de faire des additions de réponses données à des groupes d'items plus ou moins bien choisis. La régression multiple consistant à « prédire » une variable dépendante (ou « critère ») à l'aide d'une **fonction** linéaire combinant des prédicteurs (ou variables « indépendantes »), à savoir ici la variable des réponses de l'individu est prédite, ou modélisée, en combinant des variables qui sont les caractéristiques des items. C'est pourquoi nous avons donné le nom de **méthode fonctionnelle** à une conception des réponses de l'individu comme étant modélisable par une fonction linéaire. Les détails de cette technique sont exposés plus loin.

En préambule, précisons que la méthode fonctionnelle n'est *pas* basée sur l'analyse factorielle, même si celle-ci est indispensable pour construire l'espace de mesure orthonormé dont les vecteurs de base sont les prédicteurs de la régression multiple prédisant les réponses de l'individu.

Voici donc pourquoi nos tests sont basés sur une méthode dite *fonctionnelle*. D'autres questions méritent réponse, même si celles-ci mettent en jeu des connaissances statistiques que les participant/-es aux formations n'ont généralement pas :

1. Comment est-il possible que les échelles soient calculées à l'aide de la *totalité* des réponses ?
2. Que sont exactement les *attractivités* des items ?
3. Qu'est-ce que c'est la *cohérence*, la *convergence*, la *fidélité intra-personnelle*



4. Pourquoi les *scores bruts* sont-ils interprétables et comparables d'échelle en échelle pour un même individu, alors que dans la méthode classique ce n'est pas le cas. En effet, dans le mode classique de correction, tous les scores bruts sont standardisés et on ne peut interpréter que ces scores standard, qui sont essentiellement relatifs, et par conséquent non comparables d'échelle à échelle, pour un même individu (analyse intra-personnelle impossible dans la méthode classique car les moyennes des échelles brutes sont différentes) !
5. - Comment peut-on estimer les résultats d'un test autre que celui qui a été passé, par exemple connaître les résultats probables au MBTI ou à LABEL, alors qu'on a répondu au questionnaire SOCR@T-S ?
6. De même comment, dans OPUS, peut-on obtenir les scores bruts (et standardisés) aux échelles de métiers aussi bien par les réponses données aux métiers que par les réponses données aux verbes ?

Pour répondre à ces questions, il faut connaître l'essentiel de la théorie des régressions multiples qui se résume de la manière suivante (si l'on ne s'intéresse qu'aux aspects mis en œuvre dans les tests fonctionnels) :

La régression multiple linéaire modélise le lien entre une variable unique, appelée « critère » ou « variable dépendante VD », et plusieurs variables « prédictrices » dites aussi « variables indépendantes VI ». Ce lien se concrétise par une équation du premier degré comportant autant de termes qu'il y a de prédicteurs, + une constante. La mise en œuvre de cette équation donne, pour chaque élément des prédicteurs (VI), une valeur « prédite » du critère (VD). La différence entre la valeur réelle du critère et la valeur prédite par l'équation (ou « modèle linéaire ») est appelée « résidu ». Plus fort est le lien entre les VI et la VD, moins les résidus sont grands. La force du lien entre les VI et la VD se mesure par un coefficient de corrélation multiple R (dont le carré donne le % de variance de la VD prédite par les VI).

Dans la méthode fonctionnelle on considère que la VD est la variable des réponses du sujet, et les VI sont les « caractéristiques des items ». Pour qu'un test fonctionnel puisse être utilisable, il nous faut donc :

- Trouver les VI ou caractéristiques des items
- Construire l'équation de régression, le modèle linéaire permettant de prédire les réponses (modélisation) du sujet sur la base des caractéristiques des items



L'ensemble des VI constitue la « matrice KZ » du test, elle est le coeur de son fonctionnement et tous les résultats dépendent d'elle. Pour tous les tests existants, chacun a sa matrice KZ et le nombre de ses éléments est variable. Cette matrice KZ, propre à chaque test, est la même depuis la création des tests, car si on change la KZ, on doit changer TOUS les éléments du test : échelles fonctionnelles, calcul des indices, étalonnages, manuel, matériel de formation, etc.

Pour obtenir une telle matrice, il faut soumettre à l'ACP (Analyse en Composante Principale – « Analyse factorielle ») les réponses des individus (le plus grand nombre possible) aux items qui ont été choisis pour composer le test final. Les facteurs obtenus, dont le nombre est limité entre 5 et 7 en général, doivent expliquer environ 60 – 65 % de la variance totale des items. Les saturations des items sur ces facteurs (interprétables) sont les « caractéristiques » recherchées.

Mais on exige davantage de conditions de manière à créer un espace dit « orthonormé ». Tout d'abord on veut des caractéristiques *orthogonales* (les VI doivent être sans corrélation, indépendantes), et on veut aussi que la racine de la somme des carrés des caractéristiques de chaque item donne 1 (« norme » de l'item dans le langage vectoriel). De plus, ces caractéristiques doivent être en scores z. En résumé, la matrice KZ qui est la base de l'espace de mesure d'un test fonctionnel doit satisfaire à trois conditions :

- Colonnes orthogonales, sans corrélation
- Lignes « normées »
- Valeurs en scores z
-

Mais pourquoi ces trois conditions ?

Elles interviennent dans le calcul de l'équation de régression liant les réponses de l'individu aux caractéristiques des items. On a besoin de cette équation pour savoir comment la personne « pondère » ses réponses en fonction des caractéristiques des items (quelles dimension fondamentales sont valorisées, positivement ou négativement, ou pas...), et pour calculer ses réponses prédites, modélisées, qui permettront de calculer des scores à des échelles dites fonctionnelles, ou des échelles « externes » provenant d'autres théories (Big Five, etc.).

L'équation de régression multiple comporte, on l'a vu, des termes qui sont des produits, que l'on additionne, et une constante.



Ces termes-produits multiplient d'une part la valeur de la caractéristique de l'item (valeur des VI's pour l'item donné) et un coefficient ou « poids B » qui pondère justement la caractéristique.

Ces coefficients et la constante sont compliqués à calculer si on considère les choses en scores bruts, par contre si on transforme tout (VD et VI's) en scores z, alors il n'y a plus de constante K à calculer ! De plus, si les VI's sont orthogonales, les coefficients à chercher (qui sont donc les valeurs des échelles fondamentales du sujet) sont les corrélations entre les réponses et les colonne de caractéristiques, le tout en scores z, et cela est simple à calculer (ce sont donc des corrélations partielles) ! Les lignes normées de la KZ interviennent plus loin.

Nous avons maintenant tout ce dont on a besoin pour corriger un test personnel : on peut calculer les coefficients de l'équation qui sont les valeurs aux « échelles fondamentales » du sujet. On peut modéliser ainsi ses réponses et l'ensemble de ces valeurs est appelé « stratégie de réponse » qui montre comment il pondère (inconsciemment) les échelles fondamentales pour donner ses réponses. Du même coup on peut calculer des indices de contrôle, dont la **cohérence** qui est la racine de la somme des carrés des coefficients (des valeurs aux échelles fondamentales) du sujet, il s'agit donc de la corrélation multiple entre les réponses du sujet et les caractéristiques. Plus une cohérence est élevée, mieux les réponses sont prédictibles et découlent d'une stratégie claire. Moins la cohérence est élevée, et moins les pondérations des caractéristiques expliquent les réponses, laissant place au hasard ou au n'importe quoi. Les réponses prédites (ou *attractivités*) sont donc d'autant plus proches des réponses réelles (données dans le questionnaire) que la cohérence est élevée (faible résidu). Les items sur- ou sous-estimés sont ceux qui montrent le plus grand résidu, dans un sens ou dans l'autre.

Les *échelles* sont constituées comme dans la méthode classique par regroupement d'items, mais le score s'obtient de manière complètement différente. On cherche en fait les caractéristiques (signatures) des échelles en calculant la moyenne des caractéristiques des items qui les composent. La représentation vectorielle est ici plus parlante : chaque item se place dans un espace de mesure constitué par les échelles fondamentales (caractéristiques) qui sont orthogonales. Les caractéristiques d'un item sont donc ses coordonnées (au sens géométrique) dans cet espace. Si de plus les caractéristiques sont normées en ligne, l'espace est dit « orthonormé », de ce fait les longueurs des items ou de toute composition d'items dans cet espace sont comparables ! Une échelle est donc simplement un centre de gravité de plusieurs items, ses coordonnées s'obtiennent par moyenne des



coordonnées des items qui le composent, comme dit plus haut. De cette manière on a les caractéristiques d'une échelle et on peut calculer son score prédit par la régression en utilisant la stratégie de réponse, tout comme dans le calcul des attractivités des items.

Ainsi, dans cet espace orthonormé, on peut situer exactement : les items du test, les échelles à mesurer et le vecteur de stratégie de l'individu. La projection vectorielle de ce dernier sur tous les autres fournit les attractivités des items, et les scores bruts aux échelles.

Il peut y avoir divers types d'échelles : les échelles « fonctionnelles » sont internes au test et sont obtenues par regroupement de clusters d'items par la méthode du même nom (Ward), les manuels explicitent ces regroupements. Les échelles « externes » sont issues de la littérature ou d'autres recherches et les regroupements se font par jugement d'experts, comme par exemple pour les RIASEC dans OPUS, les BIG FIVE dans LABEL, et A noter que le nombre d'items constituant une échelle ne détermine pas la fidélité de l'échelle, car celle-ci est déterminée par la stratégie de réponse, laquelle est calculée sur la base de *toutes* les réponses, rendant inutile le calcul de coefficients alpha !

En résumé, il y a donc un élément central au test qui est la matrice KZ, et un élément central pour chaque sujet ayant répondu au test qui est sa stratégie ! A partir de cette stratégie (les éléments de l'équation de régression modélisant ses réponses) on peut calculer tous les éléments nécessaires à une évaluation psychologique : les attractivités des items auxquels la personne a répondu ou pas répondu (si on connaît leurs caractéristiques), les items sur- ou sous-estimés, les scores à n'importe quelle échelle, la convergence (similitude de profil) entre deux personnes, la prédiction des résultats d'un autre test, etc.

Reprenons donc les questions du début :

1. *Comment est-il possible que les échelles soient calculées à l'aide de la totalité des réponses ?*

Parce que la méthode fonctionnelle modélise l'ensemble des réponses considérées comme une variable mise en relation avec un ensemble de caractéristiques d'items. Il n'y a donc aucun rapport avec la méthode classique qui corrige un test en calculant des scores exactement comme dans un test d'aptitudes qui compte les « justes » ou les « faux » qui, dans les tests d'attitudes devient : coché ou pas coché, ou évalué sur une échelle de Likert.



2. Que sont les attractivités des items ?

Les attractivités des items sont les réponses « modélisées » du sujet, sans erreur au sens statistique. Ces attractivités sont les éléments utilisés pour calculer les scores bruts aux échelles. Ainsi la méthode classique utilise les réponses réelles de la personne pour calculer des scores, alors que la méthode fonctionnelle utilise les réponses modélisées !

3. Qu'est-ce que c'est la cohérence, la convergence, la fidélité intra-personnelle

La cohérence mesure la prédictibilité des réponses en fonction des caractéristiques (corrélation multiple). La fidélité intra-personnelle se mesure en calculant deux stratégies de réponses, chacune sur une moitié du test. En calculant le produit scalaire entre ces deux stratégies (somme des produits des éléments des deux stratégies, on mesure le parallélisme entre les deux demi tests, c'est-à-dire la constance de la manière de répondre. Si dans un test, comme OPUS, on a deux types d'items qui ont la même matrice KZ (verbes et métiers) on peut calculer la stratégie des réponses aux verbes et aussi la stratégie obtenue à partir des métiers. Le produit scalaire entre les deux stratégies donne la ressemblance entre les profils aux verbes et aux métiers (qualité de la superposition).

4. Pourquoi les scores bruts sont-ils interprétables et comparables d'échelle en échelle pour un même individu, alors que dans la méthode classique ce n'est pas le cas : tous les scores bruts sont standardisés et on ne peut interpréter que ces scores standard, qui sont donc relatifs, et par conséquent non comparables d'échelle à échelle, pour un même individu (analyse intra-personnelle impossible dans la méthode classique) !

Dans l'espace de mesure orthonormé, les items, les échelles et le sujet sont représentés par des vecteurs de même longueur du fait de la longueur égale (norme = 1) de tous les vecteurs. Les scores que l'on calcule sont des projections du vecteur de stratégie du sujet sur divers autres vecteurs (items ou échelles) ces projections sont donc comparables et s'interprètent comme des corrélations en termes statistiques, ou comme des éléments de profil (dimensions) en termes psychologiques.

5. - Comment peut-on estimer les résultats d'un test autre que celui qui a été passé, par exemple connaître les résultats probables au MBTI ou à LABEL, alors qu'on a passé le SOCR@T-S ?

Si les sujets ont passé simultanément deux tests différents, on peut lier par régression la stratégie du test fonctionnel avec les scores bruts à un autre test, par conséquent, si on a la stratégie de SOCR@T-S par exemple, et qu'on a les coefficients de la régression qui lie ces éléments

avec les scores obtenus au test MBTI (sur un échantillon assez grand), on peut obtenir les valeurs prédites au MBTI sur la base de la stratégie SOCR@T-S.



6. *De même comment, dans OPUS, peut-on obtenir les scores bruts (et standardisés) aux échelles de métiers aussi bien par les réponses données aux métiers que par les réponses données aux verbes ?*

Les réponses « métiers » et les réponses « verbes » donnent chacune une stratégie, donc un vecteur dans l'espace orthonormé des verbes, et l'autre dans l'espace orthonormé des métiers. On peut calculer les attractivités des métiers en utilisant la stratégie métiers, mais on peut calculer ces mêmes attractivités en utilisant la prédiction de la stratégie métiers par la stratégie verbes ! On peut passer d'un espace à l'autre par une *matrice de passage* qui contient les coefficients à appliquer à la stratégie des verbes pour obtenir celle des métiers.

On voit ainsi que la seule technique statistique utilisée dans la méthode fonctionnelle est toujours la régression multiple qui permet non seulement de modéliser les réponses du sujet, mais aussi de prédire les résultats à un test connaissant les résultats à un autre. Comme exposé ci-dessus, on peut estimer les résultats que le sujet *aurait obtenu* au MBTI, si il y avait répondu, en ayant seulement répondu à LABEL, COMPER ou SOCR@T-S. Il en va de même avec OPUS : en passant de la stratégie issue des réponses aux verbes à celle issue des réponses aux métiers, on peut calculer les attractivités des métiers sur la base des réponses aux verbes, en plus de celles données à la liste de métiers.

Nous espérons que ce texte contribuera à mieux comprendre la méthode utilisée dans nos tests et permettre une interprétation plus fiable et utile des résultats originaux qu'ils contiennent.

MFO-PsychoMetrics Roland Capel
Roland@mfo-psycho.ch