

Chapitre 1. Passer de la récolte des données à l'analyse

Alain Jaillet, Béatrice Mabilon-Bonfils

DANS **HORS COLLECTION** 2021, PAGES 104 À 116

ÉDITIONS **VUIBERT**

ISBN 9782311210309

Article disponible en ligne à l'adresse

<https://www.cairn.info/je-reussis-mon-memoire-de-master-meef--9782311210309-page-104.htm>



CAIRN.INFO
MATIÈRES À RÉFLEXION

Découvrir le sommaire de ce numéro, suivre la revue par email, s'abonner...

Flashez ce QR Code pour accéder à la page de ce numéro sur Cairn.info.



Distribution électronique Cairn.info pour Vuibert.

La reproduction ou représentation de cet article, notamment par photocopie, n'est autorisée que dans les limites des conditions générales d'utilisation du site ou, le cas échéant, des conditions générales de la licence souscrite par votre établissement. Toute autre reproduction ou représentation, en tout ou partie, sous quelque forme et de quelque manière que ce soit, est interdite sauf accord préalable et écrit de l'éditeur, en dehors des cas prévus par la législation en vigueur en France. Il est précisé que son stockage dans une base de données est également interdit.

Le but de la construction du plan de variables a consisté à définir les dimensions, les variables des hypothèses et à caractériser les indicateurs, puis à recueillir des données de terrain. Comme nous l'avons vu dans l'étape 2, la première étape indispensable est l'organisation de la mise en forme de ses données et l'encodage. Ces données issues de l'échantillon sont quantitatives et/ou qualitatives et doivent être traitées. Le chercheur va les traiter statistiquement et/ou par catégorisation, par exemple avec de l'analyse de contenu.

■ 1. Formuler une hypothèse

Reprenons l'exemple du chapitre 2. Mon intérêt s'est porté sur l'utilisation du tableau numérique interactif et son impact sur les performances des élèves. Je concentre mon attention sur les mathématiques en CM.

Je formule l'hypothèse que la bonne maîtrise du TNI par un élève lui permet :

- d'avoir une meilleure compréhension des mathématiques ;
- d'avoir une meilleure image de lui-même dans ce qu'on lui demande à l'école ;
- de réinvestir des compétences qu'il a acquises à la maison en manipulant une tablette.

Dans cette hypothèse que j'ai extraite ici, sans l'état de l'art, sans avoir construit la problématique en rapport, donc tout ce qu'il ne faut pas faire, je vais manipuler plusieurs types de données.

■ 2. Récolter et analyser les données

Puisque je m'intéresse aux performances en manipulation du TNI et aux performances en mathématiques, je vais manipuler des données qui relèvent de l'ergonomie manipulative, en relevant des informations par rapport aux compréhensions du fonctionnement du TNI, par rapport à la dextérité à manipuler le TNI, et je vais m'intéresser à des compétences docimologiques en mathématiques. D'un côté, je vais mesurer la performance des élèves à utiliser le tableau, de l'autre, des résultats en mathématiques. Vous voyez que je fais déjà une proposition d'équivalence entre les résultats en mathématiques et la compréhension.

Je m'intéresse également à ce que la manipulation du tableau permet ou non à l'élève d'en faire un instrument de reconnaissance de ses compétences par lui-même pour sa valorisation. À cette fin, je vais faire des entretiens à partir desquels je vais chercher à repérer sur une échelle ce que l'élève déclare comme

valorisation de lui-même en utilisant le TNI. Je peux faire aussi des questionnaires. Peut-être d'ailleurs que je ferais d'abord des entretiens pour repérer ce que, dans le discours des élèves, je peux repérer de valorisant, pour ensuite l'utiliser dans un questionnaire que j'administrerai plus largement.

Je le ferai aussi pour ce qui concerne la caractérisation de ses pratiques domestiques avec les tablettes, mais sur ce registre, je le soumettrai à quelques épreuves pour caractériser et quantifier sa maîtrise de l'instrument tablette.

Mais avant cela, pour prendre la mesure de ma recherche, et sans jamais préjuger de comment ces données pourront être interprétées, il est efficace et nécessaire d'avoir une bonne connaissance du contexte. Puis, l'état des données reprend le dénombrement et la qualification de toutes les données que l'on a relevées pendant l'investigation : les nombres d'enseignants concernés, d'élèves, d'observations par catégorie observée, c'est-à-dire en rapport aux variables que l'on a cherché à identifier.

A. Utiliser les statistiques

Une étape plus lointaine consiste à établir des statistiques descriptives qui ne suffisent pas à établir la validité statistique des questions que vous vous posez, mais qui sont une première approche.

Pour chaque étude, chaque variable, on élabore le relevé des statistiques descriptives, sous forme de tableaux de complexités croissantes.

a. Les effectifs

Par exemple, je m'intéresse aux classes de CM de plusieurs écoles qui sont toutes équipées d'un TNI. J'élabore mes tableaux d'effectifs :

Dénomination de la classe	Effectifs d'élèves	Effectifs filles	Effectifs garçons
CM1 a	18	10	8
CM1 b	24	14	10
CM1 c	26	16	10
CM2 a	22	9	13
CM2 b	21	8	13
CM2 c	19	10	9

Tableau 1 : Effectifs d'élèves des classes étudiées

Le nombre d'élèves par classe détermine les occasions de manipuler le TNI, puisque tout le monde est dans la classe pour le même nombre d'heures. On visualise bien que le potentiel n'est pas le même pour chacun. Les élèves du CM1a auraient théoriquement plus de possibilités individuelles que les élèves de CM1c. On ne peut en tirer aucune conclusion. Cela fait partie des données de base de notre étude. Est-ce que cela a une influence ou non sur les variables qu'on va observer ? À ce stade, on ne peut rien dire.

b. Moyenne, médiane, écart-type

L'étape suivante consiste à poser quelques statistiques qui permettent déjà de repérer le positionnement des données les unes par rapport aux autres. On reprend les données pour élaborer **la moyenne, la médiane et l'écart-type**.

Définition

La **médiane** est un nombre qui divise en 2 parties la population, telle que chaque partie contient le même nombre de valeurs.
La **moyenne** arithmétique est la somme des valeurs de la variable divisée par le nombre d'individus.
La **variance** est la moyenne des carrés des écarts à la moyenne.
L'**écart-type** est la racine carrée de la variance. Il sert à mesurer la dispersion, ou l'étalement, d'un ensemble de valeurs autour de leur moyenne. Plus l'écart-type est faible, plus la population est homogène.

Variables	Effectifs	Moyenne des effectifs	Médiane des effectifs	Écart-type des effectifs
Élèves	130	21,6	21,5	3
Filles	67	11,1	10	3,1
Garçons	63	10,5	10	2

Tableau 2 : Moyennes, médianes, écarts-types des effectifs des classes étudiées

Par rapport à la moyenne, la médiane apporte l'information de la valeur à partir de laquelle il y a autant d'effectifs au-dessus qu'en dessous cette valeur. Dans cet exemple, on voit que la moyenne et la médiane entre les effectifs des classes sont très proches. C'est encore le cas pour les effectifs de garçons, qui sont également très proches, mais ce n'est plus le cas pour les effectifs de filles. Cela veut dire que dans certains groupes, il y a un nombre de filles plus important qui tire la moyenne par le haut. D'ailleurs, lorsque l'on regarde l'écart-type, on identifie d'abord qu'il est assez élevé, donc que la distribution des effectifs par rapport à la moyenne est forte. Il sera difficile de considérer que les conditions d'étude sont proches. En regardant l'écart-type des filles et des garçons, on observe que c'est moins important pour les garçons que les filles. Autrement dit, la variation des effectifs pour les filles est plus importante que pour les garçons.

Notez bien qu'à cette étape, cela ne dit pas grand-chose de plus. Cela invite à la prudence. Mais cela ne donne aucun indice sur la légitimité de considérer les effectifs de classe comme étant une variable pertinente par rapport à la manipulation d'un TNI, ni que le genre soit une variable pertinente dans ce contexte. Ces caractérisations ont pour but de définir le cadre de l'étude pour accumuler des informations de contexte. Par la suite, on pourra les utiliser ou non comme des indices de pertinences de l'une ou l'autre variable qu'il faut étudier plus en profondeur.

B. Choisir un moyen de recherche

Mon intérêt implique quatre moyens de recherche, des **observations, des entretiens, des questionnaires, des études docimologiques.**

Définition

La docimologie étudie les différents systèmes de notation scolaire et de contrôle des connaissances.

a. Observations

Pour partir des observations, je vais identifier plusieurs angles d’approche.

Je veux étudier le comportement hors expérimentation des élèves avec le TNI. J’observe, pendant une semaine de classe, qui va manipuler le tableau, le niveau de maîtrise de l’outil en fixant des indicateurs qui me permettront d’affecter une valeur à la performance de l’élève.

Pour chaque élève, j’obtiens alors une première série de données

Élève	Classe	Fréquence de manipulation du tableau	Maîtrise du TNI sur 10
Bernard	CM1c	3	3
Jasmine	CM2b	1	8
Béatrice	CM1a	2	6
...			

Tableau 3 : Relevé des scores des élèves lors d’une semaine d’utilisation du TNI en maths

En compilant l’ensemble des données, on réalise également la caractérisation des données comme dans le tableau 2. Si la moyenne et la médiane sont très éloignées, donc si les écarts-types le sont également, cela mettra en évidence la très grande hétérogénéité des situations. Par exemple, on ne peut accorder la même valeur sur l’interprétation de la maîtrise du TNI pour Jasmine et Bernard. Peut-être que la seule fois où Jasmine manipulait le tableau, la tâche était simple, ou bien était-ce une répétition, ou bien avait-elle vu quelqu’un, juste avant elle, faire la même chose, alors que Bernard passait le premier, sur des consignes beaucoup plus difficiles. Ce genre de caractérisations incite dès lors à contrôler mieux les variables. Le fait de passer au TNI ne peut pas être un indicateur suffisant, il faut en préciser peut-être le niveau de difficulté, le rang d’utilisation (c’est le premier exercice ou non), etc.

b. Tableaux de données

On utilise donc les données pour piloter le travail de recherche. Et le plus efficace consiste à élaborer ses tableaux de données de façon successive, de les regarder et de vérifier si elles paraissent homogènes ou pas.

Les mêmes opérations sont à répéter pour chaque pan de la recherche que je souhaite mener.

Si je veux avoir une vision la plus contrôlée possible, je soumettrai les élèves à un exercice standard, pour déterminer leur performance, mais est-ce possible ? Faire passer à 130 élèves un même exercice de manière isolée ne l'est sans doute pas. Dans ce cas, on peut peut-être essayer une méthode d'échantillonnage, ou de stratification, etc.

Peut-être qu'une partie de la dynamique de recherche peut impliquer tout le monde, et d'autres seulement des échantillons.

À l'issue de la phase de terrain, on aura, pour chaque élève, un ensemble de scores qui seront regroupés en une ligne pour chaque sujet. Pour certaines variables, on conserve le nombre brut, comme pour la fréquence observée de manipulation du tableau. Pour d'autres, on les transforme en score, par exemple la fréquence d'utilisation de la tablette à la maison, que l'on obtient par approximation des déclarations de l'élève.

Élève	Genre	Classe	Fréquence de manipulation du tableau	Maîtrise du TNI sur 10	Plaisir d'utilisation du TNI sur 10	Score à l'exercice test sur 10	Fréquence d'utilisation de tablette sur 10	Score au test de maths sur 10
Bernard	M	CM1c	3	3	6	7	5	5
Jasmine	F	CM2b	1	8	8	9	6	9
Béatrice	F	CM1a	2	6	2	4	9	3
Mehdi	M	CM2c	4	6	8	2	7	5
Vincent	M	CM1b	8	2	4	9	3	2
Hassane	M	CM2b	7	9	8	7	5	6
Sakho	F	CM1 a	3	7	6	3	4	8
...								

Tableau 4 : Extrait du tableau de données compilées des questions de recherche portant sur l'usage du TNI

c. Préciser les données

Premières remarques sur ces données, tout d'abord il n'y en a pas suffisamment pour pouvoir réaliser un travail d'investigation contrôlé. Il faut donc un ensemble de données plus important. Par exemple, sur l'item maîtrise du TNI, il faudrait au préalable avoir recueilli un faisceau de composantes plus robustes. Par exemple, la rapidité de maîtriser les commandes, la fluidité d'utilisation du stylet, l'occupation de l'espace tableau plus ou moins importante, et peut-être d'autres. L'articulation de la valeur de chacun des indices aboutirait à un score de la catégorie. Ensuite, faire un travail statistique qui, seul, peut permettre d'avoir des indications sur les dépendances entre variables, ne peut se faire qu'avec un nombre de sujets significatif. Un effectif d'un peu plus de 20 élèves rend ce travail

très difficile. Il faut maîtriser des modalités statistiques pour les petits effectifs qu'il n'est pas certain que vous travaillerez dans l'épure de ce mémoire. Mais, évidemment, cela n'est pas interdit.

L'enjeu est de savoir si l'on peut repérer les variables indépendantes qui expliquent les variables dépendantes. Il y a une petite subtilité qu'il faut prendre en considération. Il peut y avoir des variables, ou facteurs, que l'on décide de rendre constitutifs d'une variable. Par exemple, la « maîtrise du TNI » est composée de facteurs qui viennent d'être évoqués. Cela permet de déterminer un score composite. Dans cette configuration, la « maîtrise du TNI » n'est pas dépendante de « rapidité de maîtriser les commandes », « fluidité d'utilisation du stylet », etc., mais c'est une variable composée.

Reste à se poser la question de ce qui est acceptable en matière de présentation de données.

d. Déterminer des indicateurs

Pour caractériser la maîtrise du TNI, j'ai décidé de soumettre tous les élèves de la classe de CM1c à un exercice dans lequel je vais chercher à mettre en évidence la fluidité de leur maîtrise. À partir d'observations préliminaires, j'ai pu relever que certains élèves manipulent l'interface du tableau sans hésitation et d'autres avec beaucoup plus. Par conséquent, le temps passé devant le tableau à faire l'exercice va varier en fonction des individus. Je ne peux cependant pas faire une équivalence sauvage entre le fait qu'il passe plus ou moins de temps à manipuler le tableau, leur maîtrise des commandes, et la compréhension de l'exercice. L'élève pourrait en effet bien maîtriser le tableau, mais n'avoir pas compris la consigne de l'exercice, ou même la notion qui est au centre de l'exercice.

Pour clarifier cette question dans une situation de départ, je vais fixer 3 indicateurs.

Le premier sur la maîtrise des commandes. Je relève que l'élève maîtrise ou non les commandes. S'il agit avec le stylet et l'interface sans hésitation, en déclenchant bien les commandes, s'il occupe bien l'espace du tableau, je lui assignerai l'indice M. Dans tous les autres cas, j'assignerai l'indice NM. J'aurai donc deux catégories, les élèves M et NM. À noter que pour une recherche, cette distinction entre les deux caractéristiques est trop brusque, il faudrait certainement faire plus de catégories qui rendent mieux compte du niveau de maîtrise. Cependant, en m'appuyant sur la littérature, je peux considérer que le fait de manipuler une interface sans hésitation et avec un bon positionnement est la marque d'une affordance stabilisée de l'outil chez l'élève. Par conséquent, cela permet de considérer qu'il est focalisé sur la tâche non pas manipulative de l'interface, mais sur ce qu'il doit en faire. *A contrario*, la moindre hésitation est l'indice d'une affordance pas complètement intégrée.

Le second concerne la rapidité d'exécution de l'exercice dont je vais chronométrer le temps. Ces relevés seront donc l'indicateur aussi bien de la maîtrise du TNI, que de la compréhension de ce qui est demandé dans l'exercice. En

m'appuyant sur la littérature, je peux considérer que la bonne exécution d'une consigne en mathématiques est un indicateur de la bonne compréhension de la notion qui en est au centre.

Le troisième se centre sur la bonne exécution de l'exercice avec l'atteinte du résultat attendu. Ce qui me permet de définir à la fois que la manipulation de l'interface est maîtrisée afin de permettre la bonne compréhension de l'exercice et ce faisant de la notion qui en est au centre. Bien sûr, on ne sait pas dire, par cet indicateur, si le fait qu'un élève n'ait pas atteint le résultat est dû à la plus ou moins bonne maîtrise de l'interface, ou bien à la compréhension des consignes, ou encore à l'identification de la notion qui est au centre de l'exercice.

Au passage, on remarque que l'on peut, par une même empreinte, trianguler des variables. Ma situation d'observation avec trois filtres différents relève des informations complémentaires.

Pour chaque sujet, j'aurai donc trois données. Par exemple Bernard M pour maîtrise, 200 pour le nombre de secondes passées à réaliser l'exercice avec le TNI, R pour résultat obtenu. Je peux même proposer une notation de ce type Bernard (M, 200, R). Abdoul (NM, 290, NR) n'a pas une maîtrise complète, a passé 290 secondes, et n'a pas atteint le résultat.

e. Récolements des valeurs des indicateurs

J'obtiens un tableau de données de ce type :

Prénom	Genre	Maîtrise du TNI	Durée de manipulation	Atteinte du résultat
Bernard	G	M	200	R
Béatrice	F	M	180	R
Sakho	F	M	210	R
Sandrine	F	NM	280	R
Benjamin	G	NM	300	NR
Sihem	F	M	160	R
Georges	G	NM	250	NR
Fouzai	F	M	200	NR
Faiza	F	M	180	R
Pierre	G	NM	280	R
Sébastien	G	M	290	NR
Thibaud	G	NM	270	NR
Claire	F	M	190	R
Najat	F	M	200	R
Violaine	F	NM	220	R
Omneya	F	M	230	NR

Prénom	Genre	Maîtrise du TNI	Durée de manipulation	Atteinte du résultat
René	G	M	250	NR
Abdoul	G	NM	290	NR
Bitafatoumata	F	NM	240	R
Charlène	F	M	210	R
Cédric	G	M	230	R
Mahjedine	G	M	240	NR
Victor	G	NM	290	R
Shireen	F	NM	250	NR
Stéphanie	F	NM	260	NR

Tableau 5 : Résultats de l'exercice 1 d'initialisation des compétences du TNI des CM1c selon le genre, la maîtrise de l'interface (maîtrise : M ; non-maîtrise : NM), la durée en secondes, et le résultat (résultat obtenu : R ; résultat non obtenu : NR)

f. Focaliser l'intérêt par des tableaux

À partir de ce premier tableau, je peux obtenir quelques données descriptives.

Tout d'abord la répartition à partir du genre, cela fait partie des variables socio-métriques classiques, que l'on teste quasiment toujours, parce que la littérature est assez abondante sur les différences de scores à l'école selon le genre, mais aussi parce que c'est « facile ». Plutôt que le genre, on aurait pu s'intéresser au fait de disposer d'une tablette à la maison, ou encore le fait d'avoir une bonne maîtrise du dessin, etc. La variable qu'on mobilise est là en rapport avec les hypothèses que l'on fait.

Mais pour notre exemple, chevauchons le stéréotype du genre. On trouve souvent des présentations sous forme de graphiques, histogrammes. Préférez les tableaux qui obligent le lecteur à comprendre, plutôt que les illustrations aux couleurs fluorescentes à la rhétorique aguicheuse mais au service, trop souvent, de fausses évidences. Un mémoire n'est pas une étude marketing pour vendre le sujet d'un mémoire.

Effectif	Filles	Garçons	Classe
Maîtrise l'interface (M)	9	5	14
Ne maîtrise pas l'interface (NM)	5	6	11

Tableau 6 : Répartition des effectifs du CM1c, lors de l'exercice 1 selon la maîtrise du TNI exprimé selon le genre

Effectif	Filles	Garçons	Classe
Résultat (R)	10	4	14
Non-Résultat (NR)	5	6	11

Tableau 7 : Répartition des effectifs du CM1c, lors de l'exercice 1 selon le résultat à l'exercice de maths exprimé selon le genre.

Pour ce qui concerne le temps :

Statistiques descriptives	Total	Filles	Garçons
Moyenne	236	215	265,2
Médiane	240	210	270
Écart-Type	40,2	33,9	28,9

Tableau 8 : Moyennes, médianes, écarts-types de la durée d'exécution de l'exercice 1 des élèves de CM1c en secondes

En considérant le genre, on étudie une variable indépendante extrinsèque. Le genre ne dépend pas de notre étude. Mais la focalisation expérimentale porte sur une variable indépendante intrinsèque, la maîtrise de l'interface. Autrement dit, on se pose la question de savoir si l'aisance de l'utilisation de l'interface et l'atteinte du résultat sont dépendantes. Compte tenu des effectifs faibles, il n'est pas possible de croiser les trois variables, genre, maîtrise de l'interface, atteinte des résultats. On réalise donc un tableau seulement sur maîtrise et atteinte résultats.

Effectif	Maîtrise (M)	Maîtrise (NM)	Classe
Résultat (R)	10	4	14
Non-Résultat (NR)	4	7	11

Tableau 9 : Répartition des effectifs du CM1c, lors de l'exercice 1 selon le résultat à l'exercice de maths exprimé selon la maîtrise de l'interface

g. Procéder aux remarques de cadrage des résultats

À ce stade, on peut formuler plusieurs remarques. Il y a dans l'échantillon plus de filles que de garçons. Pour la catégorie filles, celles qui maîtrisent le TNI sont en nombre plus important (9 contre 5), tout comme elles sont en nombre plus important à réussir l'exercice (10 contre 5). Quant aux garçons, il y en a plus qui ne maîtrisent pas le TNI (6 contre 5) et plus qui ne réussissent pas l'exercice (6 contre 4), mais donc dans un rapport plus faible. C'est une situation de départ, on ne peut prendre en considération cette situation sans en tirer aucune interprétation autre. Compte tenu du très faible effectif, on doit noter que la plus forte représentation de filles a un effet d'accentuation. Il suffit que l'échantillon soit plus équilibré, 12 garçons, 13 filles, et que deux garçons en plus maîtrisent le TNI et obtiennent le résultat à l'exercice, et on ne peut plus faire un constat qui laisse apparaître de meilleures aptitudes et résultats des filles. Donc, attention,

il faut être très prudent sur de petits effectifs qui ne représentent le plus souvent qu’eux-mêmes, c’est-à-dire une collection additionnée d’individus dont les caractéristiques transversales ne peuvent pas se garantir vu la taille de l’échantillon. C’est une difficulté dans le cadre d’un mémoire MEEF1, dans la mesure où la population enquêtée est limitée. C’est pour cette raison qu’il est préférable de ne pas se lancer dans une démarche de recherche de causalité en regard de variables extrinsèques, c’est-à-dire des caractérisations qui ne dépendent pas de ce qui se fait en classe. Cependant, cela ne veut pas dire qu’elles n’existent pas.

Si l’on observe le tableau 8, de statistiques descriptives, on observe plusieurs points. Tout d’abord que la moyenne (236) et la médiane (240) de la classe sont très proches. Ce qui veut dire qu’il y a environ autant de personnes au-dessus de la moyenne qu’en dessous, avec une distribution qui est importante, manifestée par un écart-type fort (40) en regard de la moyenne. Lorsque l’on bascule du côté du genre, on constate que pour les filles, la moyenne est plus faible (215) que celle de l’ensemble de la classe (236). C’est-à-dire qu’elles mettent moins de temps à réaliser la tâche. Et on constate une médiane légèrement plus basse (210). Autant de filles sont au-dessous de 210 qu’au-dessus. On a là une indication de la distribution qui montre une forte représentation vers les temps courts. L’écart-type est assez conséquent (33,9), donc une assez grande dispersion, hétérogénéité. Pour les garçons, la moyenne est beaucoup plus importante (265) que celle de la classe (236), une médiane plus haute (270), un écart-type très haut également (28,9), plus faible que celui des filles. En comparant les deux catégories, on visualise immédiatement que les filles ont des scores beaucoup plus faibles que les garçons, avec une distribution en regard de la moyenne plus resserrée pour les garçons. Cela signifie que, dans cet échantillon, les filles sont beaucoup plus rapides que les garçons. On note aussi qu’elles sont plus nombreuses à maîtriser l’interface et à réussir l’exercice.

h. Déterminer la valeur des résultats par les statistiques

Mais la question est de savoir si cela est significatif. C’est-à-dire, est-ce juste un effet dû au hasard de la distribution ou non ? S’il y avait une répartition égale en regard de cette variable, il faudrait que le tableau EEE montre le résultat suivant.

Effectif	Filles	Garçons	Classe
Maîtrise l’interface (M)	7	7	14
Ne maîtrise pas l’interface (NM)	5,5	5,5	11

Tableau 10 : Simulation de la répartition des effectifs du CM1c, lors de l’exercice 1 selon la maîtrise du TNI exprimé équitablement selon le genre

Hormis le fait qu’il est difficile qu’une fille soit à moitié un garçon et l’inverse, la situation de stricte égalité de la distribution devrait correspondre à ces données. Pour savoir si la distribution (tableau 1) que l’on a relevée est très éloignée de celle-ci (tableau 9), on peut réaliser un test statistique de Khi2. Ce test est possible lorsque l’on veut vérifier si deux variables nominales sont en dépendance. Dans

notre exemple, que le fait d'être une fille ou un garçon (variable indépendante) est en lien avec la maîtrise du logiciel (variable dépendante), ou encore qu'elle est en lien avec l'atteinte du résultat (variable dépendante). Ce test va chercher à déterminer si la différence entre ce qui est attendu (tableau 9) et ce qui est observé (tableau 6) n'est pas trop éloignée d'un effet de hasard. Comment le détermine-t-on ? À partir de l'exploitation de ce que l'on appelle la loi normale, dont vous trouverez des explications et détails dans de nombreuses publications et en ligne ici (<http://spss.espaceweb.usherbrooke.ca/>).

i. Test du Khi2

On va réaliser ce test en faisant l'hypothèse qu'il n'y a pas de différence entre une distribution au hasard et la nôtre. C'est ce qu'on appelle l'hypothèse nulle. Il n'y a pas d'effet particulier, les différences sont dues à des variations normales du hasard. Pour rejeter cette hypothèse, il faut que la valeur du **Khi2** soit suffisante pour s'exprimer avec une valeur de probabilités inférieure à 0,01 avec un degré de liberté de 1. Il y a 30 ans, on ne rejetait pas complètement les valeurs à 0,1, et on acceptait les valeurs à 0,05, parce qu'on faisait tous les calculs « à la main ». À présent, les logiciels de statistiques, votre tableur, voire des applications en ligne, vous fournissent le résultat avec des scores de probabilité bien trop pointus pour les études que l'on fait au niveau d'un master. Il y a quelques conditions à respecter pour pouvoir utiliser ces tests. Par exemple, il ne faut pas qu'une catégorie soit à moins de 5. Si c'est le cas, on applique une méthode particulière (enfin le logiciel), mais la représentativité arithmétique des catégories est beaucoup trop fragile. Il y a encore quelques modalités complémentaires, notamment le fait qu'il ne faut pas que plus de 25 % des catégories soient à 1. À ce niveau, si les catégories ne sont pas numériquement suffisantes, il est sage de ne pas se fier au calcul.

j. T-de Student

Pour ce qui concerne les scores de temps pour réaliser l'exercice, on va utiliser un autre type de test, le **t-de Student** pour échantillons indépendants, qui va étudier les différences des moyennes et la distribution des écarts pour les deux groupes filles et garçons. Même chose, pour trouver des explications sur l'utilisation de ce test, il existe une très abondante littérature et de nombreux sites Internet aux explications pointues ou accessibles, selon votre intérêt. Là encore, on va utiliser la loi normale pour étudier les éventuels écarts par rapport à celle-ci. Cela veut donc dire que les distributions doivent être toutes les deux considérées comme normales, c'est-à-dire qu'elles correspondent à peu près à une courbe de Gauss. En élaborant un t-de Student sur la variable genre, on va vérifier si les deux ont des comportements différents en regard de la loi normale, avec des écarts en lien avec la moyenne et la distribution de la moyenne.

Plus loin dans la recherche, je vais proposer un entraînement au TNI et je voudrais alors vérifier s'il existe un effet-entraînement. Pour cela, après l'entraînement, je proposerais un exercice comparable au premier et je relèverais les scores de temps. Je pourrais ainsi comparer les scores avant et après pour chaque individu. J'utiliserais un t-de Student à échantillons appariés. C'est-à-dire que

je vais comparer les scores de Bernard, Sihem et les autres dans l'échantillon de départ, et d'arrivée. Grâce au test, je saurais s'il y a une différence qui est due au hasard ou bien à l'effet d'entraînement. On va pouvoir mettre en évidence également la taille de l'effet, en s'intéressant à l'êta-carré. S'il est proche de 0,01, l'effet est faible, autour de 0,06 moyen, et à partir de 0,14 très important.

k. D'autres tests

À partir de ces deux outils statistiques, il est donc possible de faire déjà beaucoup de choses. Cependant, attention, si l'on doit considérer que les hypothèses nulles ne peuvent être rejetées, c'est que les effets que l'on croit déceler ne sont en fait pas avérés et peuvent relever du hasard. Si l'on rejette les hypothèses nulles, cela indique qu'il y a une dépendance, mais ça n'indique pas le sens de la dépendance. Il faut revenir aux données. Dans notre exemple, il semble que les filles aient de meilleurs résultats que les garçons, ou qu'elles ont une meilleure réussite à l'exercice. Mais pour le déterminer vraiment, il faut ensuite mobiliser d'autres instruments statistiques, l'étude des corrélations, des régressions de différentes natures. C'est là que le travail de recherche devient très intéressant, mais c'est là qu'il devient très frustrant, parce qu'en sciences humaines il est rare de trouver des causalités simples. Dans le format de votre mémoire, où il est vraisemblable que les effectifs de vos études seront faibles, il est quasiment impossible d'obtenir des liens que l'on peut mettre en évidence statistiquement.

Il faudrait également faire la distinction pour ce qui concerne l'étude des variables quantitatives entre des procédures dites paramétriques, c'est-à-dire qui sont possibles parce que les données sont distribuées selon une proximité forte avec la loi normale, et celles qui ne le sont pas. Ces procédures non paramétriques procèdent alors en utilisant une autre échelle, ordonnée cette fois. C'est-à-dire que l'on étudie le comportement par rapport à l'ordonnement des scores. C'est beaucoup plus simple que cela n'y paraît. Mais, à ce moment de votre réflexion de mémoire de MEEF, on ne va que vous encourager à vous motiver pour vous lancer dans ce type d'approche, même s'il faudra alors vous intéresser plus spécifiquement aux statistiques. Là encore, il existe beaucoup de ressources pour vous assister.

l. Limites des petits effectifs

Malheureusement, le principal obstacle résidera sans doute dans la faiblesse des effectifs que vous allez manipuler. Par exemple, lorsqu'on réalise un test de Khi2 à partir des effectifs exemples concernant la maîtrise du tableau (tableau 6) selon le genre, on obtient le résultat suivant, $\text{Khi}2 = 0,89$ $p > 0,34$ ddl = 1. Autrement dit, si je tire les conclusions sur la répartition des effectifs selon le genre et la maîtrise du TNI, la probabilité que cette distinction soit un effet du hasard est de l'ordre de plus de 34 %. Autant dire qu'on ne peut rejeter l'hypothèse nulle, c'est-à-dire que ce que j'observe en termes de différence peut être le fait d'un effet du hasard. C'est très souvent le problème avec les petits effectifs qui déterminent de petits scores de Khi2. En conséquence, je ne peux rien conclure. Par contre, pour ce qui concerne l'atteinte du résultat selon le genre, le $\text{Khi}2 = 10,48$ $p > 0,001$ ddl = 1

(normalement, il est communément accepté que l'on retienne la valeur $p > 0,01$), cela indique qu'il y aurait une dépendance des deux variables avec moins de 1 % de chance que ce soit un effet du hasard, on peut prendre le risque de considérer que la variable testée peut avoir un effet. Dans le même sens, pour le calcul du χ^2 sur la dépendance entre résultats de l'exercice et maîtrise de l'interface, $\chi^2 = 3,12$, $p > 0,07$ ddl = 1, en considérant mon hypothèse selon laquelle l'atteinte du résultat dépend de la maîtrise de l'interface du TNI, il y a 7 % de chances que cela soit l'effet du hasard. Dans une recherche à publier, on ne pourrait retenir ce résultat. Dans un mémoire, compte tenu des faibles effectifs de votre échantillon, sans affirmer de manière absolue une dépendance, il est légitime de suspecter un lien. Mais, et c'est le propre de la recherche, il est prudent d'être prudent et d'éviter les certitudes qui finissent par devenir des dogmes. Méfiez-vous des arguments d'autorité, d'où qu'ils viennent. Prenez en considération les résultats comme étant des dynamiques à prolonger. D'ailleurs, plus tard, lorsque vous serez en poste, l'intérêt de votre métier résidera dans votre capacité à nouer des relations avec d'autres collègues, où qu'ils soient et pas seulement dans votre école, pour mener des investigations communes, partager des solutions, et chercher par les instruments de la recherche à améliorer vos pratiques.

m. Une diversité de variables à examiner

Avec ces trois variables, temps, maîtrise de l'interface, atteinte du résultat, on peut réaliser plusieurs études de variabilité des unes par rapport à une autre, par rapport aux autres, en formulant des hypothèses statistiques, ce qui permet de déterminer quels calculs statistiques il faut faire.

Le temps de manipulation dépend-il du genre ?

Le temps de manipulation dépend-il de la maîtrise du TNI ?

Le temps de manipulation dépend-il du genre et de la maîtrise du TNI ?

La maîtrise du TNI dépend-elle du genre ?

L'atteinte du résultat dépend-elle du genre ?

L'atteinte du résultat dépend-elle du temps ?

À chaque fois, on cherche à déterminer s'il y a des différences qui ne peuvent se satisfaire des effets du hasard. Un calcul de type catégoriel χ^2 ou un calcul en lien avec les écarts à la moyenne des scores de type t-de Student permettent d'avoir des orientations.