

eirt - Assistant de la théorie de la réponse aux items pour Excel

Stéphane Germain, Pierre Valois et Belkacem Abdous

7 septembre 2007

Table des matières

1	Introduction	3
2	Installation	5
3	Utilisation de l'assistant	6
3.1	Étape 1 : la sélection des données	7
3.2	Étape 2 : la définition du type de données	8
3.2.1	Type binaire	8
3.2.2	Type choix multiples	9
3.2.3	Type ordonné	9
3.3	Étape 3 : le choix du modèle ou de la méthode	9
3.3.1	Le modèle logistique à un paramètre	9
3.3.2	Le modèle logistique à deux paramètres	9
3.3.3	Le modèle logistique à trois paramètres	9
3.3.4	Le modèle de réponse nominale	10
3.3.5	Le modèle de réponse ordonnée	10
3.3.6	L'estimateur par noyau	11
3.3.7	L'estimateur par maximum de vraisemblance marginale pénalisée	11
3.4	Étape 4 : les options du rapport	11
3.4.1	Les statistiques de la théorie classique des tests	11
3.4.2	Le test d'ajustement	11
3.4.3	Le test d'indépendance locale	11
3.4.4	Les estimés de paramètres	12
3.4.5	Les estimés des habiletés	12
3.4.6	Les courbes caractéristiques d'items et d'options	12
3.4.7	Les fonctions d'information	12
3.4.8	Les erreurs standards	13
3.4.9	Tous les points de données des graphiques	13
3.5	Lecture du rapport	13
3.5.1	Les statistiques de la théorie classique des tests	13
3.5.2	Le résumé de l'estimation	13
3.5.3	Le test d'ajustement	13
3.5.4	Le test d'indépendance locale	14

3.5.5	Les estimés de paramètres	14
3.5.6	Les estimés des habiletés	15
3.5.7	Les courbes caractéristiques d'items et d'options	15
3.5.8	Les fonctions d'information	15
3.5.9	Tous les points de données des graphiques	15
3.5.10	Les en-tête et pieds de pages	15
4	Configuration	16
4.1	La langue	16
4.2	Les distributions à priori	17
4.2.1	La priori sur la pente	17
4.2.2	La priori sur le seuil	17
4.2.3	La priori sur l'asymptote	17
4.3	L'algorithme	18
4.3.1	Le nombre d'itération EM	18
4.3.2	Le nombre d'itération de Newton	18
4.3.3	La précision	18
4.3.4	Le facteur de lissage par noyau	18
4.3.5	Le facteur de lissage par pénalisation	19
4.3.6	L'aggrégation des données	19
4.4	Les quadratures	19
4.4.1	Le nombre de quadratures	19
4.4.2	Le premier point milieu	20
4.4.3	Le dernier point milieu	20
5	Droits d'auteur	21

Chapitre 1

Introduction

Le programme *eirt* est un module pour *Excel* pour effectuer des estimations de la Théorie de la réponse aux items (TRI). En particulier, le programme se restreint au cas où la variable latente (l'habileté) est unidimensionnelle et de distribution normale, et le nombre de réponses possible aux items (les options) est fini. Ce type d'items inclut le cas dichotomique (binaire), le cas à choix multiple et le cas d'une échelle graduée (ordonnée).

La liste des modèles supportés inclut les modèles logistiques à un, deux et trois paramètres pour les données de type binaire, le modèle de réponse nominale pour les données de type choix multiple, et le modèle de réponse ordonnée pour les données de type ordonné.

L'estimation des paramètres d'items est effectuée par l'estimateur par maximum de vraisemblance marginale ou par l'estimateur par mode Baysien. De plus, deux méthodes d'estimation non-paramétrique sont supportées, soit l'estimateur à noyau et l'estimateur par maximum de vraisemblance marginale pénalisée. Les habiletés sont estimées par espérance à posteriori.

Le programme *eirt* utilise les routines de calcul de la librairie *libirt* (<http://libirt.sf.net>) aussi disponible dans *irt* sous la forme d'un module pour *R* (<http://www.r-project.org>).

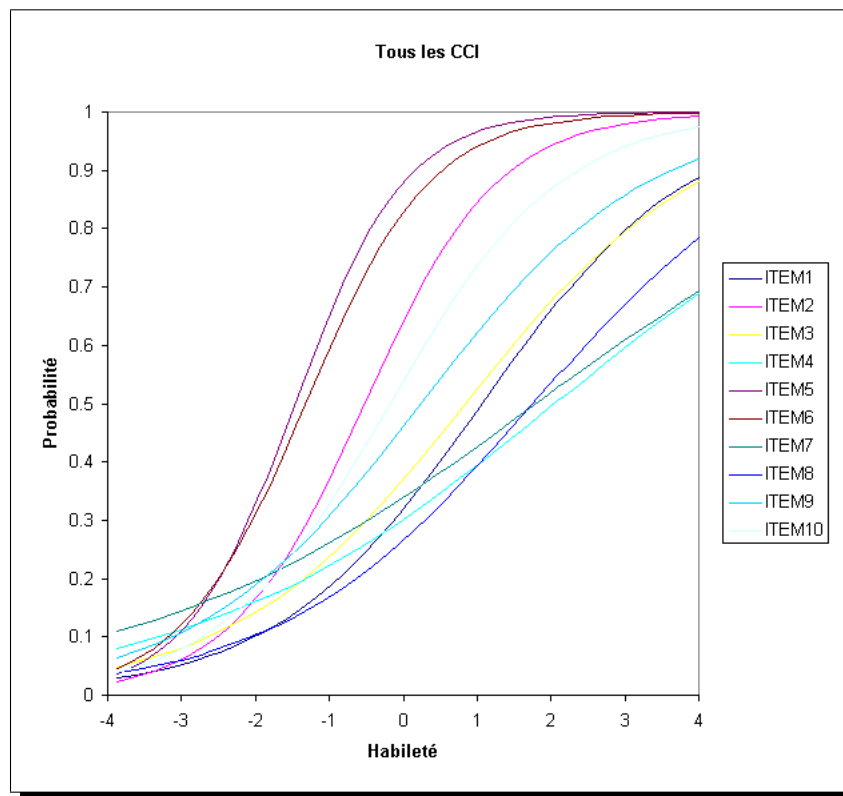


FIG. 1.1 – Exemple de courbes caractéristiques.

Chapitre 2

Installation

Le programme *eirt* est disponible à http://sourceforge.net/project/showfiles.php?group_id=164538&package_id=186544. Le programme d'installation est nommé **eirt-1.0.0.exe** où 1.0.0 est le numéro de version.

Le **programme d'installation** demande d'abord de sélectionner la **langue d'installation**. Sélectionnez **français** et cliquez sur le bouton **ok**. Si une autre langue est sélectionnée, elle sera aussi utilisée comme **langue d'affichage** de l'assistant. Il est cependant possible de modifier la langue d'affichage après l'installation en utilisant l'outil de **configuration** (voir le chapitre 4).

Pour la suite de l'installation, il est recommandée d'accepter les valeurs par défaut. Après l'installation, une macro *Excel* est exécutée afin d'installer le programme dans le menu d'*Excel*. Il est nécessaire d'accepter l'**activation des macro**.

Chapitre 3

Utilisation de l'assistant

Afin de démarrer l'assistant, vous devez au préalable démarrer *Excel* et ouvrir la feuille de calcul contenant vos données. Puis naviguez dans le menu **outils**, allez dans le sous-menu **eirt** et choisissez l'élément **démarrer l'assistant**.

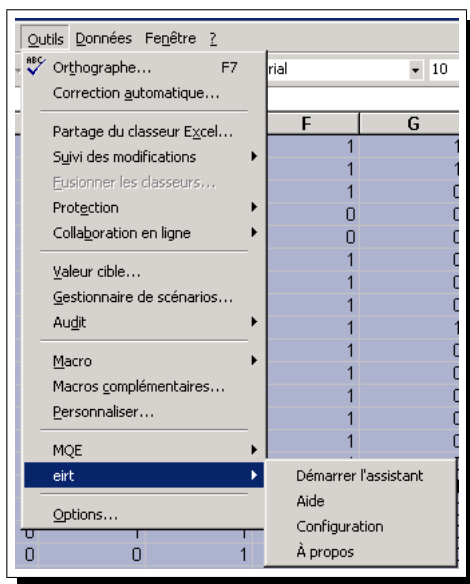


FIG. 3.1 – Démarrage de l'assistant.

Le module *eirt* est un programme de style assistant en quatre étapes. À chaque étape, l'assistant donne de brèves instructions puis vous donnez les informations demandées et cliquez sur le bouton **suivant**. À la fin de ce processus un rapport est généré.

À tous moment lors de l'exécution de l'assistant, vous pouvez cliquer sur le

bouton **précédant** pour retourner à l'étape précédente, sur le bouton **annuler** pour arrêter l'assistant, ou sur le bouton **aide** pour obtenir de l'aide.

3.1 Étape 1 : la sélection des données

La première étape de l'assistant est la sélection des données. Le but de cette étape est simplement d'entrer la position des données dans la feuille de calcul.

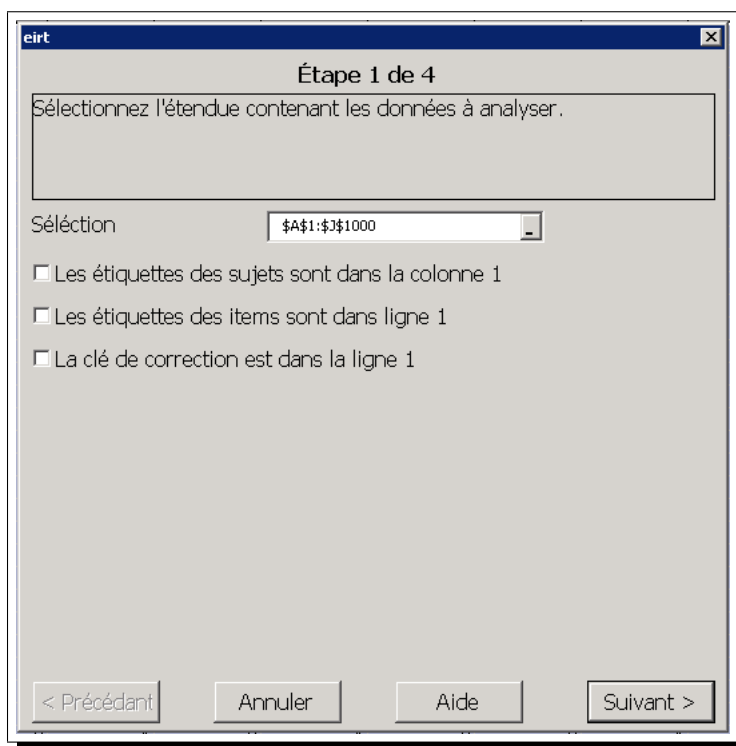


FIG. 3.2 – La sélection des données.

Si avant de démarrer l'assistant, une région de la feuille est déjà sélectionnée, elle est automatiquement utilisée par l'assistant. Si la région sélectionnée n'est pas la bonne, il vous suffit de cliquer sur la boîte de **sélection** et de sélectionner la bonne région.

Si la région sélectionnée inclut les **étiquettes des sujets** dans la première colonne, les **étiquettes des items** dans la première ligne ou la **clé de correction** dans la ligne suivante, alors cochez les cases appropriées.

3.2 Étape 2 : la définition du type de données

La deuxième étape de l'assistant est la définition du **type de données**. Cette étape permet de définir la façon dont les données sont codées et a une influence sur les modèles disponibles à l'étape suivante.

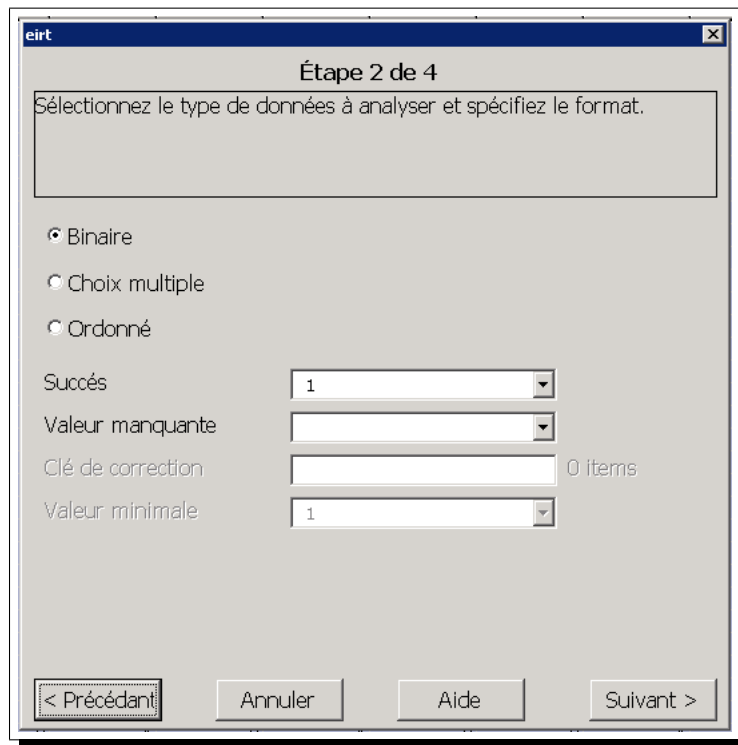


FIG. 3.3 – La définition du type de données.

Dans tous les cas vous devez indiquer quelle valeur représente une **valeur manquante**. Cette valeur peut être un nombre, une chaîne de caractères ou rien du tout pour indiquer que les cellules vides sont des réponses manquantes.

3.2.1 Type binaire

Si tous les items ne comportent que les deux même options, il est avantageux de choisir le type **binaire** qui donne accès aux modèles logistiques univariés et simplifie le rapport. Dans ce cas vous devez aussi indiquer quelle valeur représente un **succès** aux items. Cette valeur peut aussi bien être un nombre qu'une chaîne de caractères. Toutes les réponses qui ne correspondent pas à cette valeur ni à une réponse manquante sera considérée comme un échec.

3.2.2 Type choix multiples

Si certains items ont plus de deux options et si pour chaque item une seule option représente un succès, il est nécessaire de choisir le type **choix multiple**. Dans ce cas vous devez aussi indiquer quelles valeurs représentent un succès pour chaque item dans la case **clé de correction**. Les valeurs dans ce champ doivent être séparées par des virgules et sans espaces. Afin de simplifier la tâche d'entrer la clé de correction, la longueur de la clé est affichée. Si la clé de correction se trouve dans la région sélectionnée et la case appropriée a été cochée à l'étape 1 alors la clé sera automatiquement copiée dans ce champ.

3.2.3 Type ordonné

Si certains items ont plus de deux options et si les réponses à tous les items sont des nombres entiers dont les valeurs sont ordonnées, c'est à dire qu'une plus grande valeur représente une plus grande habileté, il est alors nécessaire de choisir le type **ordonné**. Dans ce cas vous devez aussi indiquer la **valeur minimale** commune à tous les items.

3.3 Étape 3 : le choix du modèle ou de la méthode

La troisième étape de l'assistant est le choix du **modèle**. Selon le type de données choisit, un certain nombre de modèles seront disponibles.

3.3.1 Le modèle logistique à un paramètre

Le **modèle logistique à un paramètre** est disponible seulement si les données sont de type **binaire**. Dans ce modèle, chaque item a un seul paramètre, appelé le **seuil** (ou la **difficulté**). Le paramètre de **pente** (ou de **discrimination**) est fixé à une même valeur constante pour tous les items.

3.3.2 Le modèle logistique à deux paramètres

Le **modèle logistique à deux paramètres** est disponible seulement si les données sont de type **binaire**. Dans ce modèle, chaque item a deux paramètres, le **seuil** et la **pente**.

3.3.3 Le modèle logistique à trois paramètres

Le **modèle logistique à trois paramètres** est disponible seulement si les données sont de type **binaire**. Dans ce modèle, chaque item a trois paramètres, le **seuil**, la **pente** et l'**asymptote** (ou la **chance**). Ce modèle est plus difficile à ajuster aux données et donne des erreurs d'estimation plus grandes.

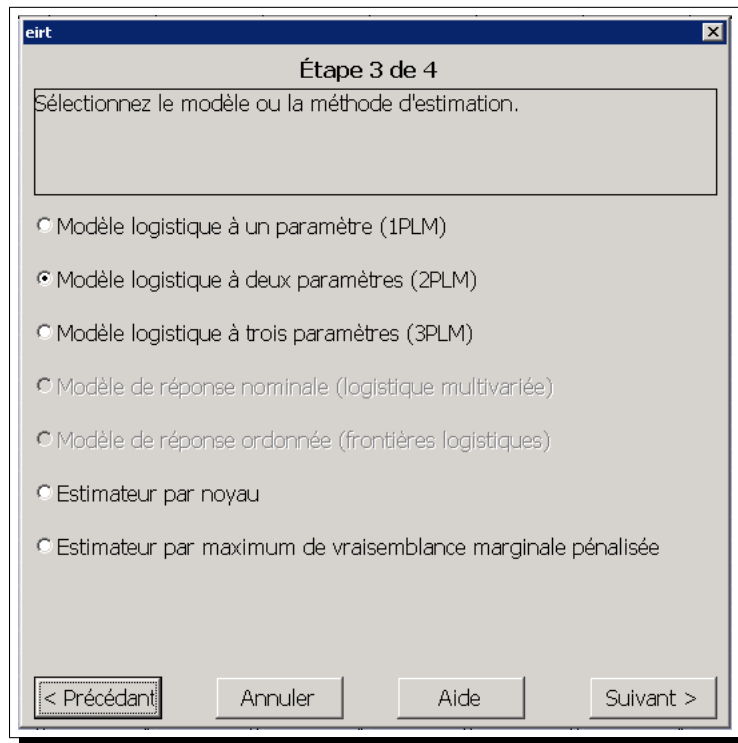


FIG. 3.4 – Le choix du modèle ou de la méthode.

3.3.4 Le modèle de réponse nominale

Le **modèle de réponse nominale** est disponible si les données sont de type **choix multiple** ou **ordonné**. Chaque options de chaque item a deux paramètres, le **seuil** et la **pente**. Contrairement au **modèle de réponse ordonnée**, aucun ordre ne sera imposé aux options. Si le **type ordonné** a été choisis à l'étape 2, l'ordre numérique des options sera utilisé seulement pour l'initialisation et pour le calcul des courbes caractéristiques d'items.

3.3.5 Le modèle de réponse ordonnée

Le **modèle de réponse ordonnée** est disponible seulement si les données sont de type **ordonné**. Chaque option de chaque item a un paramètre, le **seuil** (de type modale), et un paramètre commun à l'item, la **pente**. L'ordre des options est imposé.

3.3.6 L'estimateur par noyau

L'**estimateur par noyau** est disponible pour tous les types de données. Aucun modèle n'est imposée aux données et les courbes sont obtenus par lissage de type Nadaraya-Watson. Cette méthode est utilisée dans le logiciel *Testgraf* de J.O. Ramsay.

3.3.7 L'estimateur par maximum de vraisemblance marginale pénalisée

L'**estimateur par maximum de vraisemblance marginale pénalisée** est disponible pour tous les types de données. Cette méthode est un compromis entre les modèles logistiques et l'ajustement aux données.

3.4 Étape 4 : les options du rapport

La quatrième et dernière étape de l'assistant est le choix des éléments à inclure dans le rapport. Certains éléments tels que tous les **points de données des graphiques**, les **estimés des habiletés** ou le **test d'indépendance locale** peuvent prendre beaucoup de pages dans le rapport, il est donc conseillé de les activer seulement si ces informations sont nécessaires.

Après cette étape, commencera le processus d'estimation, pendant lequel il est impossible d'utiliser *Excel*. Le temps d'estimation est variable et dépend de nombreux facteurs tels que le nombre de sujets et d'items, le modèle choisi et la vitesse de l'ordinateur. Pour quelques milliers de sujets et une dizaine d'items l'estimation ne devrait pas prendre plus d'une dizaine de secondes pour des items binaires et deux ou trois minutes pour des items à choix multiples sur un ordinateur récent.

3.4.1 Les statistiques de la théorie classique des tests

Cochez cette case pour obtenir les **statistiques de la théorie classique des tests**, telles que les **moyennes des items** (ou **difficultés**), les **corrélations des items** (ou **discriminations**) et le **alpha de Cronbach**.

3.4.2 Le test d'ajustement

Cochez cette case pour obtenir le **test d'ajustement** globale et de chaque item par le rapport des vraisemblances.

3.4.3 Le test d'indépendance locale

Cochez cette case pour obtenir le **test d'indépendance locale** de chaque paire d'item par le rapport des vraisemblances.

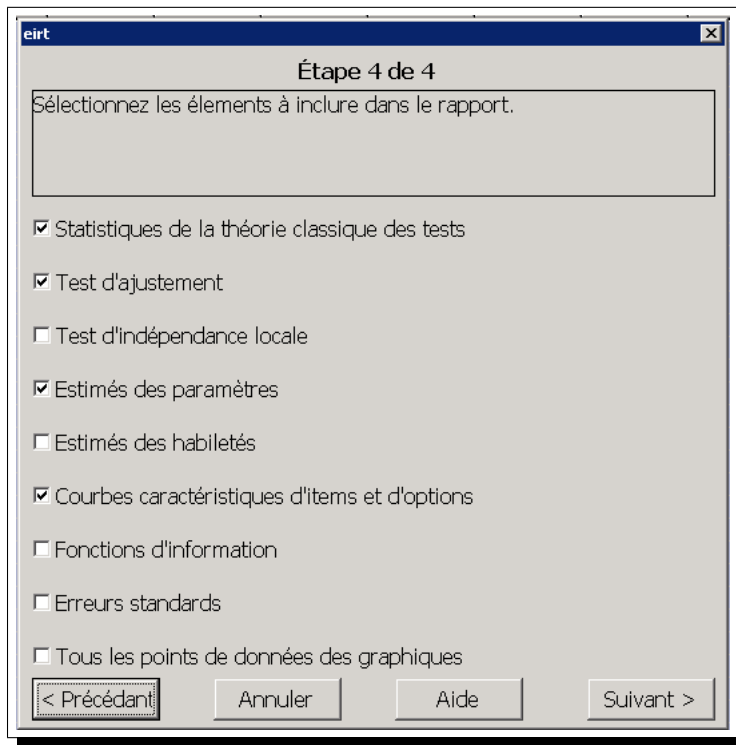


FIG. 3.5 – Les options du rapport.

3.4.4 Les estimés de paramètres

Cochez cette case pour obtenir les **estimés des paramètres d'items** et d'options. Cet élément n'est pas disponible pour les méthodes non-paramétriques.

3.4.5 Les estimés des habiletés

Cochez cette case pour obtenir les **estimés des habiletés** de chaque sujet.

3.4.6 Les courbes caractéristiques d'items et d'options

Cochez cette case pour obtenir les graphiques de toutes les **courbes caractéristiques d'items** et d'options.

3.4.7 Les fonctions d'information

Cochez cette case pour obtenir les graphiques de toutes les **fonctions d'information**.

3.4.8 Les erreurs standards

Cochez cette case pour obtenir les **erreurs standards** de tous les estimés.

3.4.9 Tous les points de données des graphiques

Cochez cette case pour obtenir toutes les données nécessaire pour créer les graphiques fournis.

3.5 Lecture du rapport

Une fois le processus d'estimation terminé, une nouvelle feuille de calcul est créée dans le fichier *Excel* courant. Cette feuille est nommée **eirt** suivit d'un numéro dépendamment du nombre d'analyse effectuée depuis le lancement d'*Excel*. Cette feuille contient le rapport sur l'analyse demandée. Avant de quitter *Excel*, vous devez choisir de **sauvegarder** le fichier si vous désirez conserver ce rapport. Si vous effectuez plusieurs analyses et désirez en supprimer certaines, vous devez sélectionner les feuilles à supprimer, naviguer dans le menu **édition** d'*Excel* et choisir l'option **supprimer une feuille**.

3.5.1 Les statistiques de la théorie classique des tests

- Le **nombre de sujets**.
- Le **nombre d'items**.
- Le **nombre de réponses manquantes**.
- La **moyenne du score**.
- L'**écart-type** du score.
- Le **alpha de Cronbach**.
- La **moyenne (difficulté)** de chaque item.
- L'**écart-type** de chaque item.
- La **corrélation (discrimination)** de chaque item.

3.5.2 Le résumé de l'estimation

- La **source des données**.
- La **méthode** d'estimation.
- Le **modèle** ajusté si applicable.
- Le **paramètre de lissage** si applicable.
- Le nombre d'items **ignorée** par l'estimation.
- Le nombre d'items qui n'ont pas **convergé**.

3.5.3 Le test d'ajustement

- La statistique du test **Khi-carré** globale et de chaque item.
- Le nombre de **degré de liberté** globale et de chaque item.

Statistiques de la théorie classique des tests					
<u>Nombre de sujets</u>	<u>Nombre d'items</u>	<u>Nombre de réponses manquantes</u>	<u>Moyenne du score</u>	<u>Écart-type du score</u>	<u>Alpha de Cronbach</u>
1000	10	0	4.854	1.985	0.503
<u>Item</u>	<u>Moyenne (difficulté)</u>	<u>Écart-type</u>	<u>Correlation (discrimination)</u>		
ITEM1	0.335	0.472	0.208		
ITEM2	0.614	0.487	0.295		
ITEM3	0.380	0.485	0.204		
ITEM4	0.308	0.462	0.134		
ITEM5	0.819	0.385	0.275		
ITEM6	0.777	0.416	0.268		
ITEM7	0.344	0.475	0.108		
ITEM8	0.280	0.449	0.162		
ITEM9	0.464	0.499	0.208		
ITEM10	0.533	0.499	0.256		

Résumé de l'estimation	
<u>Source de données</u>	Étendu '\$A\$1:\$J\$1000' dans la feuille 'Feuil1' du fichier 'exemple.xls'
<u>Méthode</u>	Estimateur par mode Bayésien
<u>Modèle</u>	Modèle logistique à deux paramètres (2PLM)

Aucun item n'a été ignoré par le processus d'estimation.

Tous les items ont convergé.

FIG. 3.6 – Exemple de rapport.

- La **p-value** globale et de chaque item. La ligne est en rouge si cette valeur est inférieur à 0.05.

3.5.4 Le test d'indépendance locale

- La statistique du test **Khi-carré** de chaque paire d'item.
- Le nombre de **degré de liberté** de chaque paire d'item.
- La **p-value** de chaque paire d'item. La ligne est en rouge si cette valeur est inférieur à 0.05.

3.5.5 Les estimés de paramètres

- La **pente** (a) de chaque item et option si applicable.
- Le **seuil** (b) de chaque item et option si applicable.
- L'**asymptote** (c) de chaque item et option si applicable.
- L'**écart-type** (e.-t.) des paramètres si sélectionné lors de l'étape 4.

3.5.6 Les estimés des habiletés

- L'**habileté** de chaque sujet.
- L'**écart-type (e.-t.)** des habiletés si sélectionné lors de l'étape 4.

3.5.7 Les courbes caractéristiques d'items et d'options

- Un graphique de la courbe caractéristique d'item (**CCI**) de chaque item.
- Un graphique des courbes caractéristique d'option (**CCO**) de chaque item si applicable.

3.5.8 Les fonctions d'information

- Un graphique avec les **fonctions d'information** de tous les items.

3.5.9 Tous les points de données des graphiques

- Les points de données utilisés pour les graphiques des **CCI** si applicable.
- Les points de données utilisés pour les graphiques des **CCO** si applicable.
- Les points de données utilisés pour les graphiques des **fonctions d'information** si applicable.

3.5.10 Les en-tête et pieds de pages

Lors de l'impression du rapport, l'en-tête et le pieds de pages contiennent la version du programme, le nom du fichier analysé, la date et l'heure de l'estimation, ainsi que les numéro de page.

Chapitre 4

Configuration

Afin de modifier la **configuration** de *eirt*, vous devez au préalable démarrer *Excel*. Puis naviguez dans le menu **outils**, allez dans le sous-menu **eirt** et choisissez l'élément **configuration**. Si vous êtes satisfait de vos modifications, cliquez sur le bouton **ok** et vos changements seront appliqués et sauvegardés.

4.1 La langue

Sous cet onglet il est possible de modifier la **langue d'affichage** de l'assistant.

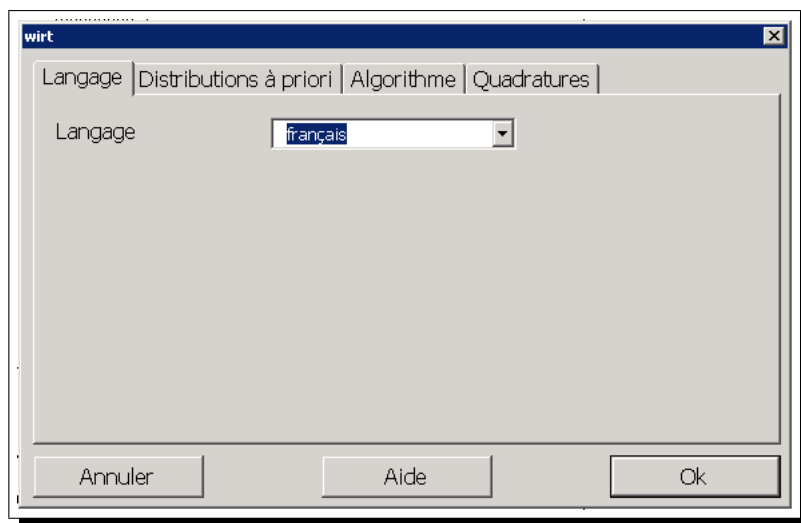


FIG. 4.1 – Configuration de la langue.

4.2 Les distributions à priori

Sous cet onglet il est possible de modifier les **distribution à priori** des paramètres d'items. Ces paramètres ne sont applicables que pour les modèles logistiques binaires.

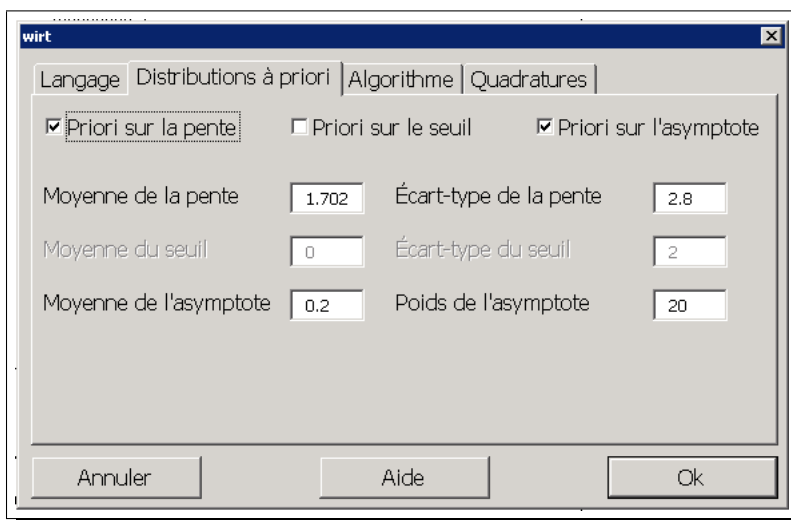


FIG. 4.2 – Configuration des distributions à priori.

4.2.1 La priori sur la pente

Cochez cette case pour utiliser une distribution log-normale sur les paramètres de pente. Cette option est recommandée pour corriger les cas Heywood. Si cette option est activée, il est aussi possible de modifier la **moyenne de la pente** et l'**écart-type de la pente**.

4.2.2 La priori sur le seuil

Cochez cette case pour utiliser une distribution normale sur les paramètres de seuil. Si cette option est activée, il est aussi possible de modifier la **moyenne du seuil** et l'**écart-type du seuil**.

4.2.3 La priori sur l'asymptote

Cochez cette case pour utiliser une distribution beta sur les paramètres d'asymptote. Si cette option est activée, il est aussi possible de modifier la **moyenne de l'asymptote** et le **poids de l'asymptote**.

4.3 L'algorithme

Sous cet onglet il est possible de modifier certains paramètres des **algorithmes** d'estimation utilisés.

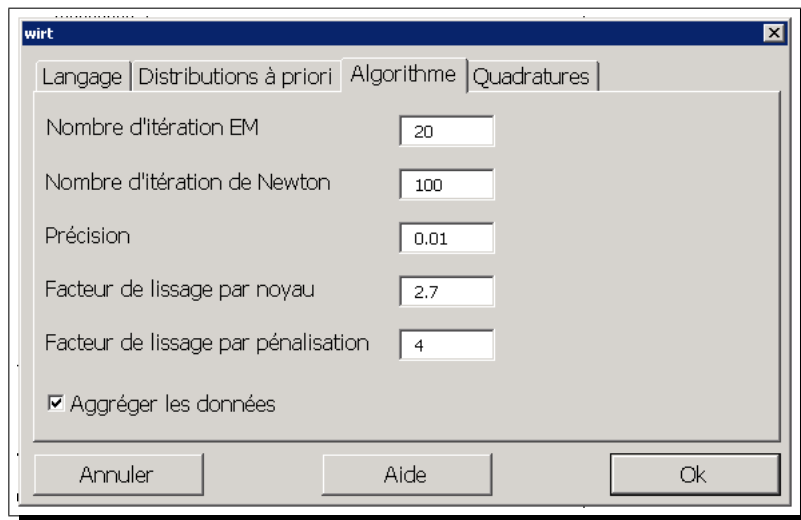


FIG. 4.3 – Configuration des algorithmes.

4.3.1 Le nombre d'itération EM

Cette option contrôle le **nombre d'itération** effectué par l'algorithme EM (Espérance-Maximisation) des estimateurs par maximum de vraisemblance marginale.

4.3.2 Le nombre d'itération de Newton

Cette option contrôle le **nombre d'itération** maximale effectué par l'algorithme de Newton (recherche du zéro) des estimateurs par maximum de vraisemblance marginale.

4.3.3 La précision

Cette option contrôle la **précision** recherché par l'algorithme de Newton (recherche du zéro) des estimateurs par maximum de vraisemblance marginale.

4.3.4 Le facteur de lissage par noyau

Cette option contrôle la **fenêtre de lissage** utilisée par l'estimateur par noyau. Ce facteur est multiplié au nombre de sujet à la puissance $-1/5$. Plus ce

nombre est élevé, plus les courbes obtenus seront lisses et plates.

4.3.5 Le facteur de lissage par pénalisation

Cette option controle la quantité de **pénalisation** utilisée par l'estimateur par maximum de vraisemblance marginale pénalisée. Ce facteur est multiplié au nombre de sujet à la puissance $1/5$. Plus ce nombre est élevé, plus les courbes obtenus seront semblables au modèle logistique (à deux paramètres ou nominale).

4.3.6 L'aggrégation des données

Si cette case est activée, les données seront **aggréger** par patrons de réponse avant l'estimation. Le temps de calcul en est réduit et le résultat des estimateur reste cependant inchangé. Cette option est recommandée si le nombre de sujet est supérieur au nombre d'item.

4.4 Les quadratures

Sous cet onglet il est possible de modifier les **quadratures** utilisées.

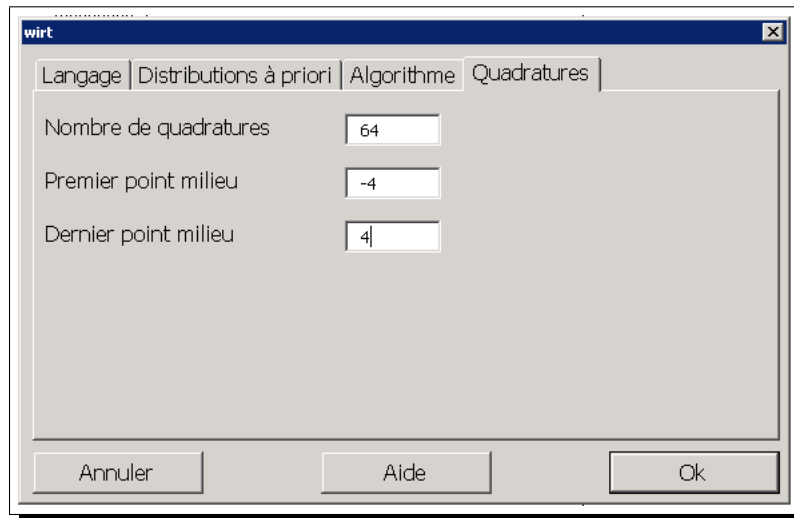


FIG. 4.4 – Configuration des quadratures.

4.4.1 Le nombre de quadratures

Cette option controle le **nombre de quadratures** utilisées afin d'intégrer selon la variable latente (l'habileté). Ce nombre doit être une puissance de 2

(16, 32, 64, 128, ...).

4.4.2 Le premier point milieu

Cette option controle le **premier point milieu** des quadratures utilisées.

4.4.3 Le dernier point milieu

Cette option controle le **dernier point milieu** des quadratures utilisées.

Chapitre 5

Droits d’auteur

Le programme *eirt* est un logiciel libre ; vous pouvez le redistribuer ou le modifier suivant les termes de la GNU General Public License telle que publiée par la Free Software Foundation : soit la version 2 de cette licence, soit (à votre gré) toute version ultérieure.

Ce programme est distribué dans l’espoir qu’il vous sera utile, mais SANS AUCUNE GARANTIE : sans même la garantie implicite de COMMERCIALISABILITÉ ni d’ADÉQUATION À UN OBJECTIF PARTICULIER. Consultez la Licence Générale Publique GNU pour plus de détails.

Vous devriez avoir reçu une copie de la Licence Générale Publique GNU avec ce programme ; si ce n’est pas le cas, consultez : <http://www.gnu.org/licenses/>.

Index

- écart-type, 13–15
- écart-type de la pente, 17
- écart-type du score, 13
- écart-type du seuil, 17
- édition, 13
- étiquettes des items, 7
- étiquettes des sujets, 7

- activation des macro, 5
- aggréger, 19
- aide, 7
- algorithmes, 18
- alpha de Cronbach, 11, 13
- annuler, 7
- asymptote, 9, 14

- binaire, 8, 9

- CCI, 15
- CCO, 15
- chance, 9
- choix multiple, 9, 10
- clé de correction, 7, 9
- configuration, 5, 16
- convergé, 13
- corrélation (discrimination), 13
- corrélation des items, 11
- courbes caractéristiques d'items, 12

- démarrer l'assistant, 6
- degré de liberté, 13, 14
- dernier point milieu, 20
- difficulté, 9, 11
- discrimination, 9, 11
- distribution à priori, 17

- e.-t., 14, 15
- eirt, 6, 13, 16

- erreurs standards, 13
- estimés des habiletés, 11, 12
- estimés des paramètres d'items, 12
- estimateur par maximum de vraisemblance marginale pénalisée, 11
- estimateur par noyau, 11

- fenêtre de lissage, 18
- fonctions d'information, 12, 15

- habileté, 15

- ignorée, 13

- Khi-carré, 13, 14

- langue d'affichage, 5, 16
- langue d'installation, 5

- méthode, 13
- modèle, 9, 13
- modèle de réponse nominale, 10
- modèle de réponse ordonnée, 10
- modèle logistique à deux paramètres, 9
- modèle logistique à trois paramètres, 9
- modèle logistique à un paramètre, 9
- moyenne (difficulté), 13
- moyenne de l'asymptote, 17
- moyenne de la pente, 17
- moyenne du score, 13
- moyenne du seuil, 17
- moyennes des items, 11

- nombre d'itération, 18
- nombre d'items, 13
- nombre de quadratures, 19
- nombre de réponses manquantes, 13

nombre de sujets, 13

ok, 16

ordonné, 9, 10

outils, 6, 16

p-value, 14

pénalisation, 19

paramètre de lissage, 13

pente, 9, 10, 14

poids de l'asymptote, 17

points de données des graphiques, 11

précédant, 7

précision, 18

premier point milieu, 20

programme d'installation, 5

quadratures, 19

sélection, 7

sauvegarder, 13

seuil, 9, 10, 14

source des données, 13

statistiques de la théorie classique des
tests, 11

succès, 8

suivant, 6

supprimer une feuille, 13

test d'ajustement, 11

test d'indépendance locale, 11

type de données, 8

type ordonné, 10

valeur manquante, 8

valeur minimale, 9