

IBNRS™

Manuel de l'utilisateur – Version 1.7





SOMMAIRE

1 PRESENTATION GENERALE D'IBNRSTTM	6
1.1 QU'EST-CE QUE LE LOGICIEL IBNRST TM ?.....	6
1.2 GENERALITES SUR LES METHODES DE CALCULS UTILISEES	7
2 ELEMENTS PRATIQUES DE MISE EN ROUTE ET D'UTILISATION DU LOGICIEL IBNRSTTM	8
2.1 CONFIGURATION MINIMALE REQUISE.....	8
2.2 INSTALLATION DU LOGICIEL IBNRST TM	8
2.3 LANCEMENT DU LOGICIEL IBNRST TM	10
2.4 FERMETURE DU LOGICIEL IBNRST TM / SAUVEGARDE DES DONNEES	10
2.4.1 Arrêt du logiciel	10
2.4.2 Sauvegarde des données	10
2.4.3 Remarques diverses	11
3 ARCHITECTURE DU LOGICIEL IBNRSTTM	12
3.1 PRESENTATION DES INTERFACES DU LOGICIEL IBNRST TM	12
3.2 DIAGRAMME FONCTIONNEL DU LOGICIEL IBNRST TM	13
3.3 PRESENTATION DE LA FEUILLE PRINCIPALE ET DES DIFFERENTES « FENETRES »	13
4 DONNEES D'ENTREE D'UNE ETUDE	15
4.1 QUELLES SONT LES DONNEES D'ENTREE NECESSAIRES A UNE ETUDE ?	15
4.2 CREATION DES DONNEES D'ENTREE D'UNE ETUDE	16
4.2.1 Présentation des feuilles de création des données.....	16
4.2.2 Etape de création 1 / 4 : Paramètres généraux de l'étude	17
4.2.3 Etape de création 2 / 4 : Paramètres des triangles.....	19
4.2.4 Etape de création 3 / 4 : Données des triangles	22
4.2.5 Etape de création 4 / 4 : Données complémentaires	26
4.3 IMPORTATION AUTOMATISEE DES ETUDES	28
4.3.1 Création d'un nouveau modèle d'importation	28
4.3.2 Effectuer une importation automatisée à l'aide d'un modèle préexistant.....	30
4.4 OUVrir UNE ETUDE DEJA CREEE ET SAUVEGARDEE	31
4.4.1 Cas où l'application IBNRST TM est en cours d'utilisation	31
4.4.2 Cas où l'application IBNRST TM est inactive	31
4.5 MODIFIER / CONSULTER LES DONNEES D'ENTREE D'UNE ETUDE DEJA CREEE.....	32
5 PARAMETRAGES « TECHNIQUES » DE L'ETUDE.....	34
5.1 UTILISATION DE L'ARBORESCENCE DES « ACTIONS ».....	34
5.1.1 Présentation des « actions »	34
5.1.2 Gestion de l'affichage des données dans la fenêtre de visualisation	35
5.1.3 Sélection des données retenues pour l'impression et/ou l'exportation.....	36
5.2 FONCTIONS COMPLEMENTAIRES ASSOCIEES AUX FEUILLES DE VISUALISATION.....	36
5.2.1 Fonctions accessibles à partir de la barre de menus de la feuille principale....	36
5.2.2 Fonctions spécifiques de la feuille de visualisation.....	38



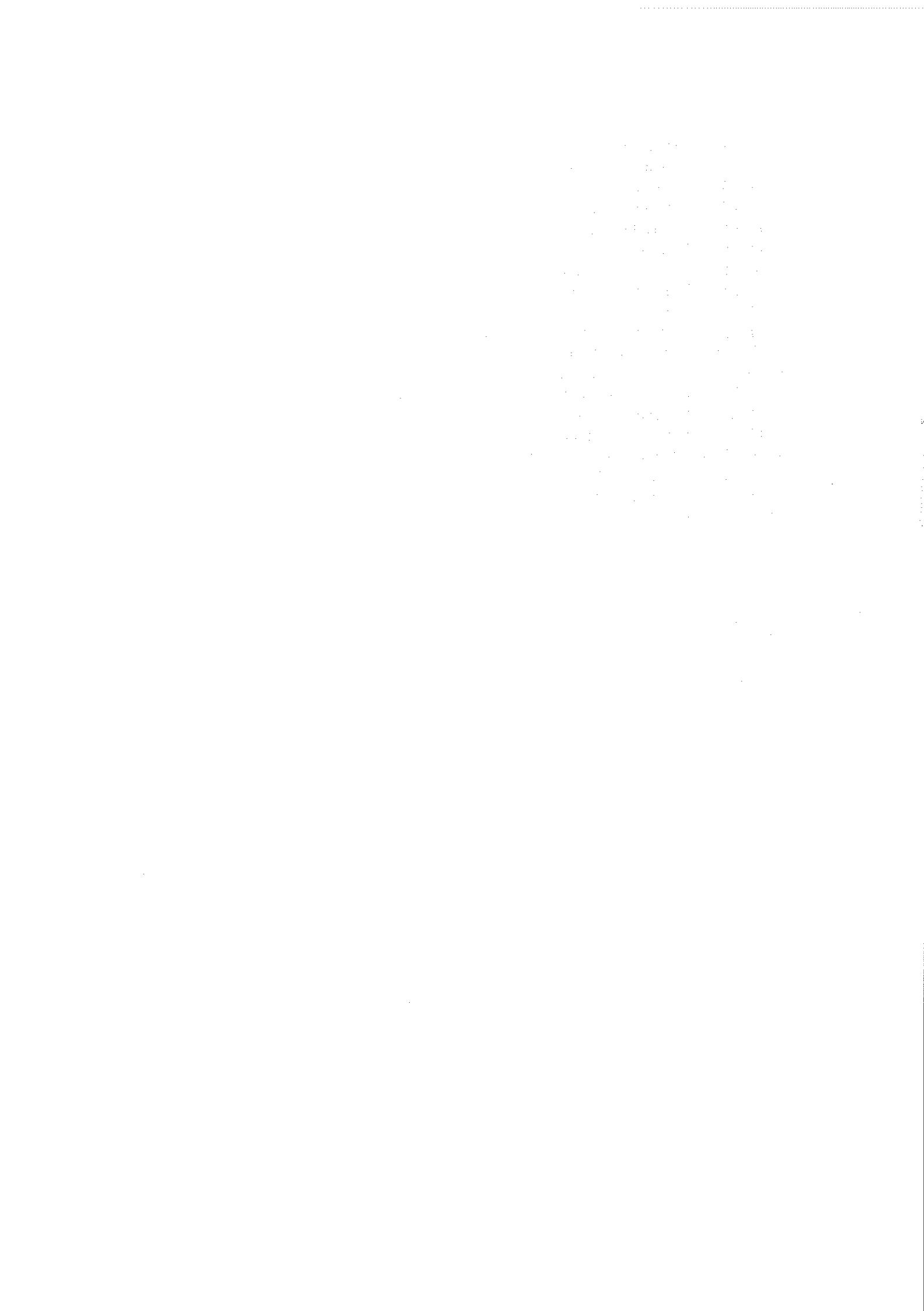
5.3	TRIANGLES D'ENTREE	39
5.4	RATIOS.....	40
5.4.1	Ratios standard.....	40
5.4.2	Ratio personnalisé.....	41
5.5	PARAMETRES	41
5.5.1	Organisation générale de la feuille « Paramètres additionnels »	41
5.5.2	Modes de saisie	42
5.5.3	Taux financiers.....	42
5.5.4	Taux d'inflation	42
5.5.5	Données d'exposition.....	43
5.5.6	Coefficients de projection	43
5.6	METHODES CHAIN LADDER.....	44
5.6.1	Principe	44
5.6.2	Organisation générale des feuilles « Chain ladder ».....	44
5.6.3	Paramétrage de l'inflation	45
5.6.4	Exclusion de points	45
5.6.5	Lissage de ratios.....	46
5.6.6	Etude de la « sensibilité »	47
5.6.7	Paramétrage de l'historique	48
5.6.8	Sélection des coefficients de l'étude.....	48
5.6.9	Lissage des coefficients sélectionnés.....	50
5.7	METHODES DU COUT MOYEN	51
5.7.1	Saisie du mode de calcul.....	51
5.7.2	Organisation générale des feuilles « Coût moyen ».....	51
5.7.3	Paramétrage du lissage.....	52
5.8	METHODES DE REGLEMENTS PAR SINISTRE SURVENU (RPSS)	53
5.8.1	Organisation générale de la feuille « Règlements par sinistre survenu »	53
5.8.2	Paramétrage de l'inflation.....	53
5.8.3	Paramétrage de l'historique	53
5.8.4	Exclusion de points	54
5.8.5	Saisie des coûts moyens utilisateur.....	54
5.8.6	Sélection des coûts moyens de l'étude.....	55
5.9	METHODES BORNHUECKER-FERGUSON	56
5.9.1	Principe	56
5.9.2	Organisation générale des feuilles « Bornhuetter Ferguson »	56
5.9.3	Paramétrage.....	56
5.9.4	Saisie des « Loss ratio »	56
5.9.5	Evaluation des « Loss ratio »	57
5.10	METHODE DU « LOSS RATIO »	58
5.10.1	Organisation générale de la feuille « Loss Ratio »	58
5.10.2	Saisie des « ratios de perte »	58
5.11	METHODES DE « DE VYLDER »	58
5.11.1	Principe	58
5.11.2	Organisation générale des feuilles « De Vylder »	59
6	VISUALISATION DES RESULTATS	60
6.1	RESULTATS DETAILLES	60
6.1.1	Présentation générale des éléments constituant les résultats détaillés	60
6.1.2	Procédure de sélection des sinistres ultimes	61
6.1.3	Prise en compte des vecteurs d'exposition	62



6.2	SYNTHESE	62
6.3	PROJECTIONS	63
7	PROJECTIONS STOCHASTIQUES.....	64
7.1	BOOTSTRAP	64
7.1.1	Principe	64
7.1.2	Organisation générale de la feuille « Bootstrap »	64
7.1.3	« Triangle de Pearson ».....	64
7.1.4	Indice de risque	66
7.1.5	Nombre d'itérations	67
7.1.6	Autres options	68
7.2	LOIS PARAMETRIQUES.....	69
7.2.1	Principe	69
7.2.2	Organisation générale de la feuille « Lois paramétriques »	69
7.2.3	Choix des paramètres.....	69
7.2.4	Choix de la loi utilisée	69
8	IMPRESSIONS / EXPORTATIONS DE DONNEES.....	70
8.1	IMPRESSION DES TABLEAUX / GRAPHIQUES SELECTIONNES	70
8.1.1	Paramétrage de l'impression.....	70
8.1.2	Lancement de l'impression	70
8.1.3	Contenu des feuilles d'impression	70
8.2	EXPORTATION DE LA SELECTION.....	71
8.2.1	Exportation des tableaux sélectionnés vers le presse-papier	71
8.2.2	Exportation des tableaux sélectionnés vers des fichiers « texte »	71
8.3	EXPORT EXCEL AVANCE	72
8.3.1	Création d'un nouveau modèle d'export.....	73
8.3.2	Modifier un modèle d'export préexistant	74
8.3.3	Effectuer un export à l'aide d'un modèle préexistant.....	74
9	PISTE D'AUDIT.....	75
10	MODULE DE CONSOLIDATION.....	76
10.1	LANCLEMENT DU MODULE.....	76
10.2	AJOUT D'ETUDES	76
10.3	ORGANISATION GENERALE	77
10.4	TRIANGLES CONSOLIDES.....	78
10.5	RESULTATS	78
10.6	BOOTSTRAP	79
10.6.1	Paramétrage.....	79
10.6.2	Matrice des corrélations	79
10.6.3	Nappe des corrélations	79
11	ANNEXE TECHNIQUE – METHODES DE CALCUL.....	81
11.1	NOTATIONS ET FORMULES MATHEMATIQUES DES TRIANGLES D'ENTREE	81
11.1.1	Format des données d'entrée	81
11.1.2	Données cumulées / Données non cumulées	82
11.2	FORMULES MATHEMATIQUES DES RATIOS D'ENTREE	82
11.2.1	Ratios standard.....	82
11.2.2	Ratio personnalisé	83
11.3	FORMULES MATHEMATIQUES DES METHODES CHAIN LADDER	83



11.3.1	Tableau « Ratios »	83
11.3.2	Tableau « Coefficients - Méthodes »	86
11.3.3	Tableau « Coefficients – Lissage ».....	87
11.3.4	Tableau « Coefficients – Récapitulatif »	88
11.3.5	Application de l'inflation future	89
11.3.6	Tableau « Résultats »	89
11.4	FORMULES MATHEMATIQUES DES METHODES DU COUT MOYEN.....	90
11.4.1	Tableau « Méthode directe ».....	90
11.4.2	Tableau « Lissage »	91
11.4.3	Tableau « Résultats »	92
11.5	FORMULES MATHEMATIQUES DES METHODES DES REGLEMENTS PAR SINISTRE SURVENU.....	93
11.5.1	Tableau « Règlements par sinistre actualisés ».....	93
11.5.2	Tableau « Coûts moyens »	94
11.5.3	Tableau « Résultats »	95
11.6	FORMULES MATHEMATIQUES DES METHODES BORNHUEFTER FERGUSON	96
11.6.1	Loss ratios / Burning Cost.....	96
11.6.2	Loss ratios ajustés	96
11.6.3	Triangle complété	96
11.6.4	Tableau « Résultats »	97
11.7	FORMULES MATHEMATIQUES DE LA METHODE DU LOSS RATIO	98
11.8	FORMULES MATHEMATIQUES POUR LES METHODES DE VYLDER	98
11.8.1	Triangle complété	98
11.8.2	Tableau « Résultats »	99
11.9	FORMULES MATHEMATIQUES UTILISEES POUR LES RESULTATS	100
11.9.1	Actualisation d'un triangle complété par les « Taux financiers »	100
11.9.2	Tableaux « Flux futurs actualisés » et « Duration des flux futurs »	101
11.9.3	Résultats détaillés : Tableau « Autres résultats ».....	101
11.9.4	Projections.....	102
11.9.5	BootStrap	102
11.10	FORMULES MATHEMATIQUES DE CONSOLIDATION	104
11.10.1	Triangles consolidés.....	104
11.10.2	BootStrap consolidé	105
11.11	AVANTAGES ET INCONVENIENTS DES METHODES DE CALCUL PROPOSEES	106
11.11.1	Généralités sur les méthodes statistiques utilisées.....	106
11.11.2	La méthode Chain Ladder.....	107
11.11.3	La méthode des Règlements par sinistre survenu	108
11.11.4	Méthodes du Loss Ratio et de Bornhuetter Ferguson	109
12	QUESTIONS FREQUENTES (FAQ)	110



1 PRESENTATION GENERALE D'IBNRS™

1.1 Qu'est-ce que le logiciel IBNRS™ ?

Le logiciel **IBNRS™** est un logiciel actuariel d'utilisation simple et intuitive, issu d'une structure de programmation « objet » évolutive, permettant le **calcul et le suivi des provisions d'assurance non-vie**. Il est notamment utilisé en vue d'accélérer et de fiabiliser les procédures d'inventaire technique.

Le logiciel **IBNRS™** offre les fonctionnalités suivantes :

- **création du fichier de données** d'une étude simplifiée, guidée « pas à pas » en quatre étapes, avec possibilité d'importer les données numériques à partir d'un tableau ;
- **création automatisée des études** à partir d'un fichier modèle ;
- **visualisation** sous forme de **tableaux ou de graphiques** des données (cumulées ou non, calendaires ou non) des triangles d'entrée et **calculs d'indicateurs** permettant le suivi des données d'entrée ;
- **évaluation des règlements, nombres de sinistres et primes ultimes** ainsi que des **provisions IBNR** d'un ou plusieurs organisme(s) assureur(s) par branche/segment selon différentes méthodes, avec possibilité pour l'utilisateur d'effectuer une comparaison rapide des résultats obtenus à partir de ces différentes méthodes ;
- possibilités de **paramétrages avancés** des différentes méthodologies (ex. : exclusion de points de développement, procédures de lissage, historique, taux d'inflation...) ;
- détermination des **queues de distribution** ;
- possibilité de **paramétrage d'impressions ou d'exportations** ;
- **automatisation de la création de rapports**



Il permet de plus :

- la **visualisation en temps réel** de l'impact des exclusions / lissages effectués par l'utilisateur ;
- la **détermination des points clés de développement** (c'est à dire ceux qui ont le plus d'impact sur les résultats de l'étude) (fonction « sensibilité ») ;
- ceci, avec simplicité et un minimum d'intervention de la part de l'utilisateur.

1.2 Généralités sur les méthodes de calcul utilisées

Le logiciel IBNRSTM propose les principales méthodes de calcul utilisées pour l'évaluation des provisions non-vie :

- Méthodes de Chain-Ladder (avec notamment estimation des queues de distribution par des lissages paramétriques) ;
- Méthodes des Coûts moyens et des Règlements par sinistre survenu ;
- Méthodes de Bornhuetter Ferguson ;
- Méthode de Loss Ratio ;
- Méthodes de De Vylder ;
- Méthode paramétrique ;
- Méthode de Thomas Mack.

Pour plus d'information concernant les différentes méthodes ci-dessus, se reporter à la documentation technique (Partie : « Annexe Technique – Méthodes de calcul »).



2 ELEMENTS PRATIQUES DE MISE EN ROUTE ET D'UTILISATION DU LOGICIEL IBNRS™

2.1 Configuration minimale requise

Pour l'utilisation du logiciel IBNRS™, la configuration minimale est la suivante :

- Système d'exploitation Windows XP, 2000, Me, 98, 95 ou Windows NT 4.0
- Microprocesseur de fréquence supérieure à 300 Mhz
- 64 Mo de RAM
- 10 Mo d'espace disponible sur le disque dur
- Résolution de l'écran minimale SVGA (800 × 600)

Pour une utilisation optimale du logiciel IBNRS™, ACTUARIS recommande un processeur de 600 Mhz, 128 Mo de RAM et 50 Mo d'espace disque disponible.

2.2 Installation du logiciel IBNRS™

La procédure d'installation du logiciel IBNRS™ est la suivante :

- Cliquer sur le fichier **Install_IBNRS.exe** ;
- Cliquer sur Entrée.



L'installation est alors semi-guidée par une succession de feuilles d'écran :

- Feuille « Bienvenue » : cliquer sur **Suivant** ;
- Feuille « Choisir dossier de destination » : par défaut, le dossier est installé à l'adresse C:\Program Files\IBNRS : si cette destination convient, cliquer sur **Suivant** ;
- Feuille « Type d'installation » : par défaut, le type d'installation est « **Full** » : cliquer sur **Suivant** ;
- Feuille « Sélectionner le dossier du programme » : par défaut, les raccourcis seront créés dans le menu démarrer dans le dossier IBNRS (recommandé) : cliquer sur **Suivant** ;
- Feuille « Démarrer la copie de fichier » : cliquer sur **Suivant** ;
- Feuille « Installation complète » : cliquer sur **Terminer** (l'option « Lancer IBNRST™ » étant cochée) ;
- Feuille « Licences » : renseigner les paramètres de l'étape 1 « Informations concernant l'utilisateur » puis transmettre le code d'identification (étape 2) à ACTUARIS qui, en retour, indiquera le numéro de licence à utiliser dans l'étape 3. Lorsque tous les champs sont remplis, cliquer sur **Valider** (FIG.1) ;

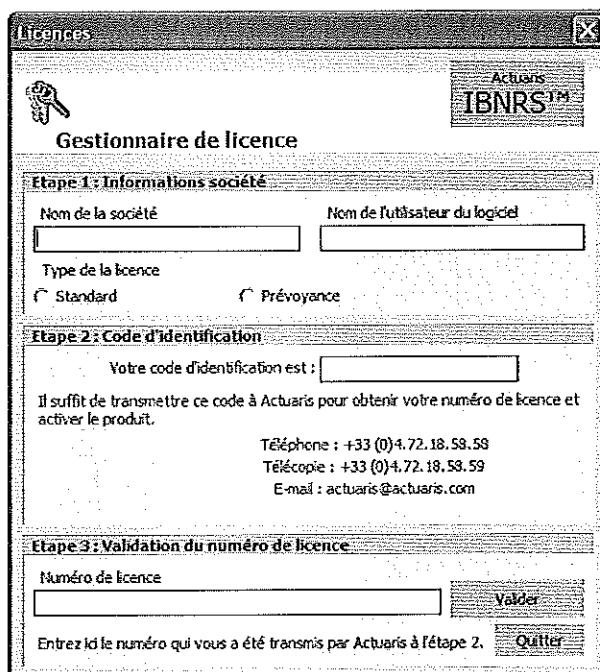


FIGURE 1 : Feuille « Gestionnaire de licence »



- Feuille « IBNRST™ » : cliquer sur **OK**.

2.3 Lancement du logiciel IBNRST™

Le lancement du logiciel IBNRST™ peut être effectué de deux manières :

- à partir du menu « Démarrer », en suivant le chemin :
Démarrer \ Programmes \ IBNRS\ IBNRS™ ;
- à partir de l'explorateur Windows, en double-cliquant sur le fichier exécutable du logiciel (en général, ce fichier est situé à l'adresse **C:\Program Files\IBNRS\IBNReportedSystem.exe**).

2.4 Fermeture du logiciel IBNRST™ / Sauvegarde des données

2.4.1 Arrêt du logiciel

Il est possible de quitter le logiciel IBNRST™ à tout moment de son utilisation. La **fermeture de l'application** peut être effectuée de deux façons :

- à partir du menu principal, en suivant les instructions : **Fichier \ Quitter** ;
- en cliquant sur le **bouton de fermeture** du logiciel situé en haut à droite de la feuille principale (FIG.2).



FIGURE 2 : Bouton de fermeture d'IBNRST™

2.4.2 Sauvegarde des données

La **sauvegarde des modifications** sur IBNRST™ peut également être effectuée à tout moment. Pour ce faire, deux possibilités s'offrent à l'utilisateur :



- utiliser le menu principal, avec les instructions **Fichier \ Enregistrer Sous** (cas de la première sauvegarde : choix obligatoire de la destination du fichier) ou **Fichier \ Enregistrer** (cas des sauvegardes suivantes) ;
- cliquer sur l'icône de **sauvegarde des modifications** (FIG.3).



FIGURE 3 : Icône de sauvegarde des modifications d'IBNRSTM

2.4.3 Remarques diverses

Remarque n°1 :

Il est à noter que si l'utilisateur évolue dans les feuilles de création de données au moment où il désire quitter IBNRSTM, il lui faudra d'abord quitter l'écran de « Crédit / Modification des données d'entrée » en cours.

Remarque n°2 :

Dans le cas où l'utilisateur essaie de quitter l'application sans avoir, au préalable, sauvegardé les modifications, la boîte de dialogue suivante apparaît à l'écran (FIG.4) :

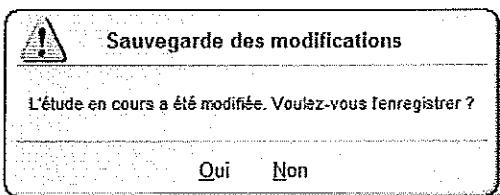


FIGURE 4 : Boîte de dialogue : Sauvegarde des modifications

L'utilisateur doit alors indiquer s'il veut, ou non, enregistrer les modifications de l'étude en cours.

Remarque n°3 :

Lorsqu'aucune modification n'a été effectuée depuis la sauvegarde précédente, l'icône est grisée et la sauvegarde des modifications désactivée, et ce jusqu'à ce qu'une nouvelle modification soit effectuée.



3 ARCHITECTURE DU LOGICIEL IBNRS™

3.1 Présentation des interfaces du logiciel IBNRS™

Le logiciel IBNRSTM est composé de 2 interfaces :

- une feuille principale: la feuille « IBNRS™ », partagée en 4 fenêtres, qui régissent elles-mêmes des fonctions bien distinctes :
 - les **barres de menus et d'outils** avec, en plus des fonctions dites « standard », des fonctions supplémentaires spécifiques au logiciel IBNRSTM (importation automatisée, export Excel avancé,..) ;
 - le **gestionnaire des « fichiers récents »**, permettant à l'utilisateur d'accéder directement aux études les plus récentes ;
 - l'**arborescence des « actions »** qui, en réponse à la sélection effectuée par l'utilisateur, commande et gère en temps réel l'affichage des éléments choisis (tableaux, méthodes de calcul, résultats, projections...). Elle permet par ailleurs la sélection des tableaux (et des graphiques) à imprimer/exporter ainsi que le lancement des impressions/exportations ;
 - la **fenêtre d'affichage et de calculs**, assurant notamment la fonction de visualisation des tableaux (et des graphiques) de façon dynamique (mise à jour automatique des calculs). Elle permet aussi la saisie / sélection des paramètres numériques et techniques laissés à l'initiative de l'utilisateur.
- les **feuilles « Crédit / Modification des données d'entrée »**, permettant à l'utilisateur de renseigner en 4 étapes (une feuille par étape) les paramètres constituant les données de l'étude en cours de création.



3.2 Diagramme fonctionnel du logiciel IBNRS™

Le diagramme ci-après présente l'architecture du logiciel IBNRS™ (FIG.5). Les liens existants entre les différentes fenêtres et interfaces ont été mis en évidence.

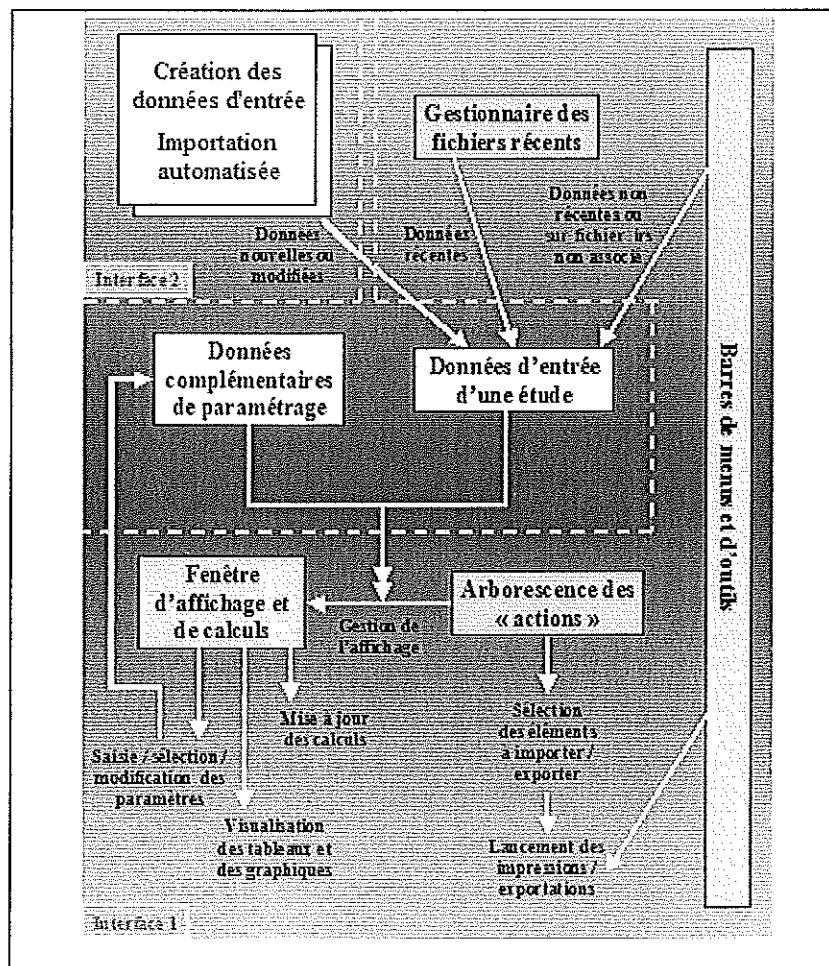
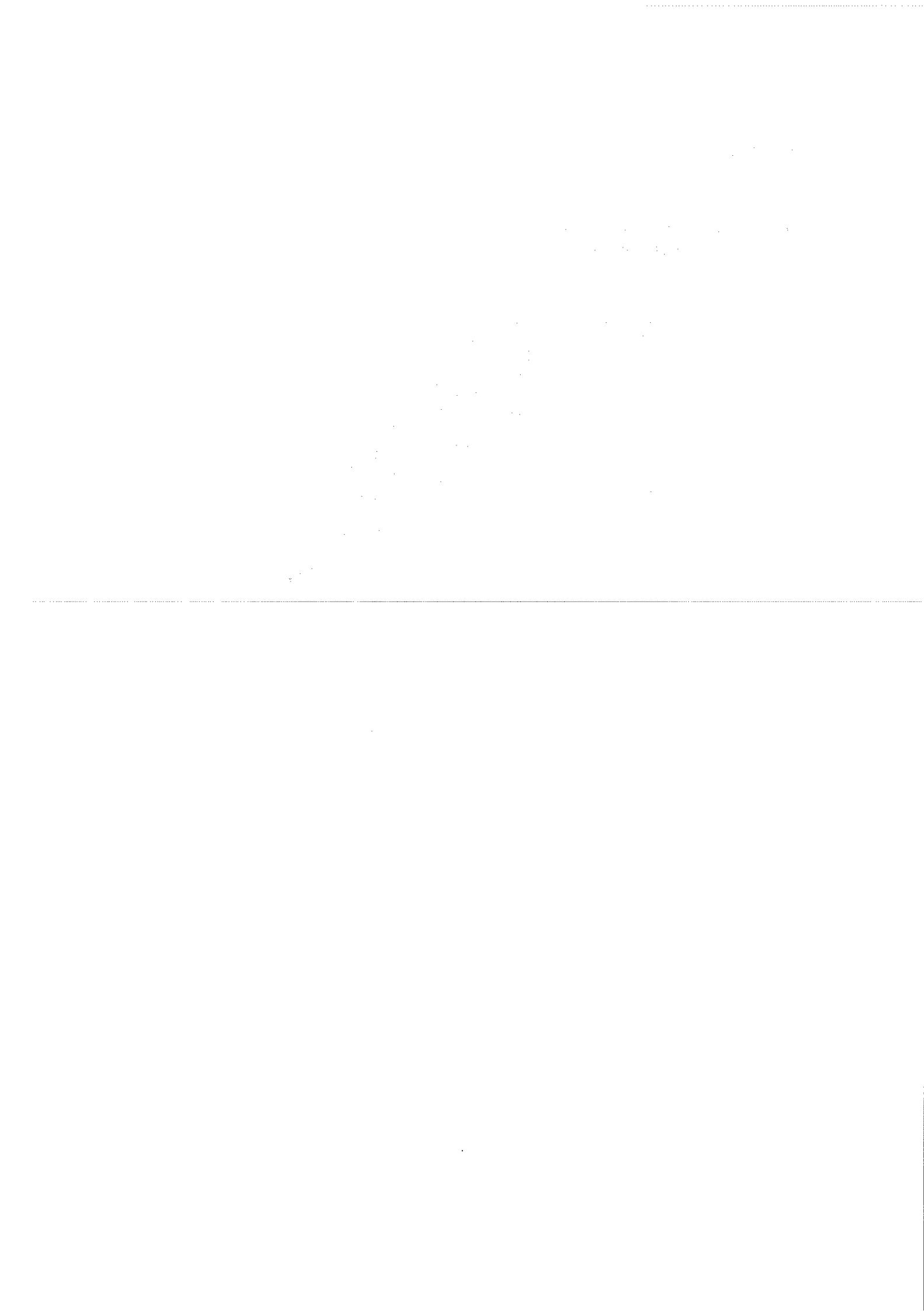


FIGURE 5 : Diagramme fonctionnel du logiciel IBNRS™

3.3 Présentation de la feuille principale et des différentes « fenêtres »

La feuille principale du logiciel ou feuille « IBNRS » se présente sous la forme suivante (FIG.6) :



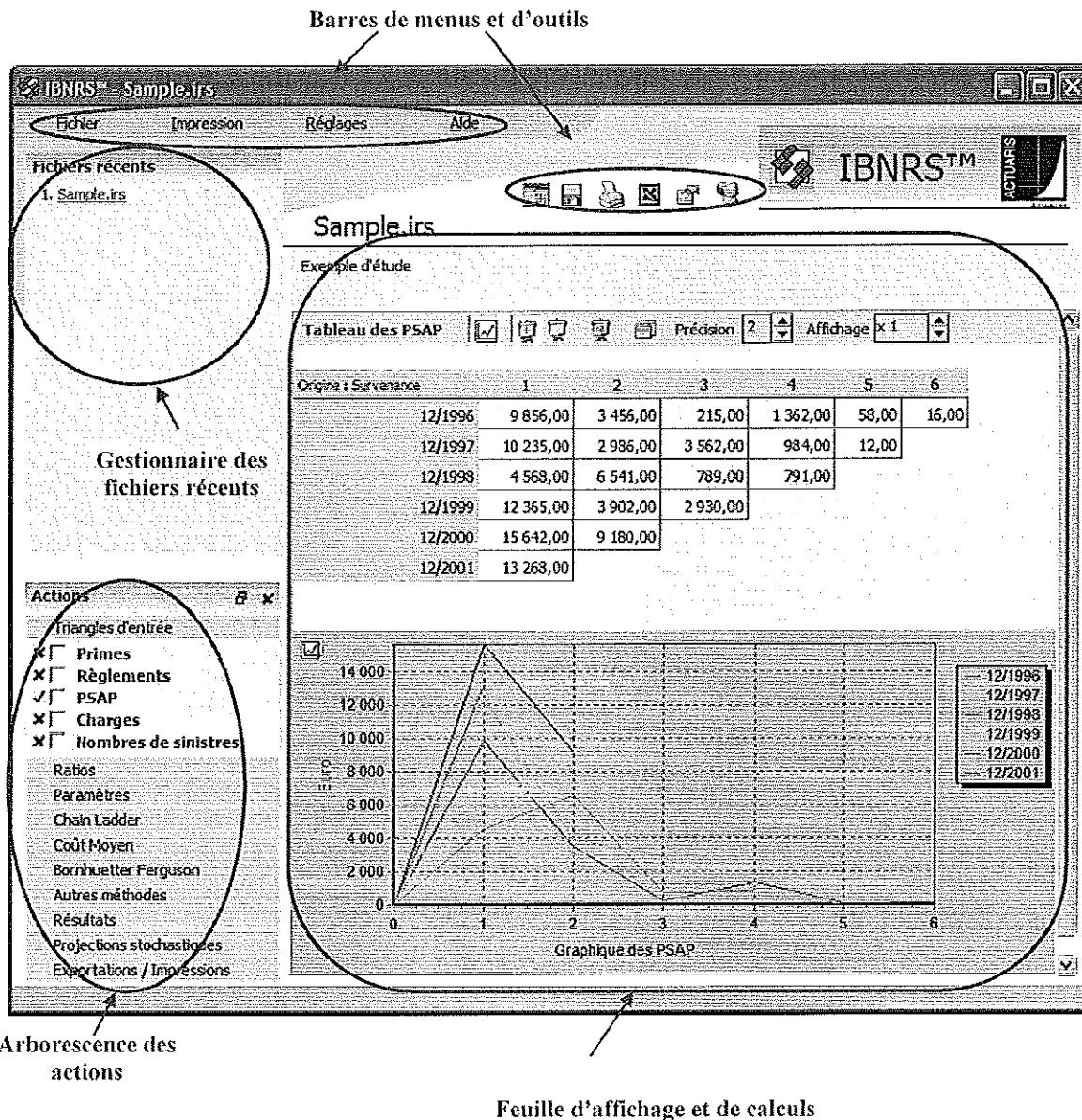


FIGURE 6 : Organisation de la feuille « principale » du logiciel IBNRSTM

A l'exception de la création/modification des données d'entrée de l'étude et de la phase de consolidation de plusieurs études, c'est dans cette interface que l'utilisateur évolue.

Le fonctionnement et l'utilisation de chacun des éléments seront précisés ultérieurement.



4 DONNEES D'ENTREE D'UNE ETUDE

4.1 Quelles sont les données d'entrée nécessaires à une étude ?

Les données d'entrée d'une étude regroupent les éléments suivants :

- Les paramètres généraux : identité de la « **Mutuelle / Compagnie / Filiale** », « **Branche** » et « **Segment** » de l'étude, « **Monnaie** » utilisée, « **Caractéristiques de l'étude** ». Ils constituent les informations de base nécessaires à l'identification de l'étude ;
- Les paramètres des triangles : « **Type d'origine** », « **Périodicité de l'origine** », « **Première année et Premier mois d'origine** », « **Dernier mois et Dernière année d'origine** », « **Périodicité du développement** », « **Année et Mois limite des données** ». Ils définissent la provenance des données et leurs caractéristiques : la géométrie des triangles d'entrée découle directement de ces paramètres ;
- Les données des triangles : il s'agit des données numériques correspondant aux « **Primes** », « **Règlements** », « **PSAP** », « **Charges** », « **Nombres de sinistres** », rattachées aux périodicités de l'origine et du développement. Elles constituent les sources nécessaires aux calculs du logiciel. L'utilisateur peut également importer d'autres triangles.
- Les données complémentaires : par exemple, des données de marché, telles que des « **Données d'exposition** » et des « **Coefficients utilisateurs de chain ladders** » peuvent être introduites : c'est à ce niveau que de telles données seront renseignées afin de permettre une comparaison facile à l'utilisateur.

Avant toute création d'étude, il est important que l'utilisateur ait à sa disposition la totalité des informations concernant les « paramètres des triangles » ainsi que les données numériques d'au moins un des triangles cités. Les informations concernant les « paramètres généraux » servent uniquement à identifier l'étude.

4.2 Création des donnees d'entrée d'une étude

La procure de **création des donnees d'entrée** d'une étude est lancée à partir de la barre de menus de l'interface « principale » du logiciel IBNRSTTM (**Fichier \ Nouveau**).

4.2.1 Présentation des feuilles de création des donnees

A partir de l'interface « Création / Modification des donnees d'entrée », la création des donnees d'entrée s'effectue « pas à pas », en **3 étapes principales** intitulées : « 1- Paramètres généraux », « 2- Paramètres des triangles », « 3- Données des triangles », suivies éventuellement d'une **4me étape** « 4- Données complémentaires ».

Les **4 feuilles** constituant l'interface présentent une organisation commune :

- En haut à gauche, un encadré « **Etapes** » illustrant ltat d'avancement de la création : le nom de ltape en cours est indiqué en caractères gras et son numéro d'ordre (X) selon le modèle « X / 4 » (FIG.7) ;

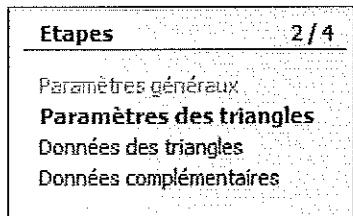


FIGURE 7 : Aperçu de l'encadré « Etapes »

- Au centre à gauche, un encadré « **Aide** » commente ltape en cours (FIG.8) ;

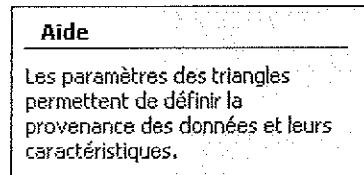


FIGURE 8 : Aperçu de l'encadré « Aide »

- En bas à gauche, un encadré « **Informations générales** » rappelle une partie des paramètres généraux indiqués par l'utilisateur lors de ltape 1 (FIG.9) ;



Informations générales	
Mutuelle / Compagnie / Filiale	
Mutuelle X	
Branche	
A	
Segment	
n°1	
Monnaie	
Euro	

FIGURE 9 : Aperçu de l'encadré « Informations générales »

- En bas à droite, la barre de menus : les boutons << et >> permettent à l'utilisateur de passer d'une étape à la suivante, ou de revenir en arrière s'il le souhaite ; l'instruction « Annuler » permet à l'utilisateur d'annuler la création ou la modification de données en cours (impliquant la suppression de l'ensemble des données déjà saisies, dans le cas d'une création) ; l'instruction « Terminer » valide la fin de la procédure de création des données : elle débouche sur leur enregistrement sous un fichier d'extension *.irs (FIG.10). Elle est activée (= non grise) uniquement lors de l'étape 3, ou lors de l'étape 4 si on procède à la définition de données complémentaires.



FIGURE 10 : Aperçu de la barre de menus

Il est à noter qu'une étude existe dès qu'au moins un élément (quelconque) des données d'entrée a été enregistré, c'est-à-dire qu'elle peut exister sans que les calculs n'aient été effectués. Elle pourra aussi être complétée ou modifiée ultérieurement.

4.2.2 Etape de création 1 / 4 : Paramètres généraux de l'étude

4.2.2.1 Présentation de la feuille 1 / 4

La feuille correspondant à l'étape de création 1 / 4 est présentée en FIG.11 :



Intitulé du champ	Zone de saisie
1. Paramètres généraux de l'étude	
Mutuelle / Compagnie / Filière	<input type="text"/>
Branche	<input type="text"/>
Segment	<input type="text"/>
Monnaie	<input type="text"/>
Caractéristiques de l'étude	
<input type="text"/>	
<input type="button" value=""/> >>> Annuler Entrée	

Création / modification des données d'entrée

Etapes 1 / 4

Paramètres généraux

- Paramètres des triangles
- Données des triangles
- Données complémentaires

Aide

Les paramètres généraux de l'étude fournissent les informations de base pour identifier l'étude.

Informations générales

Mutuelle / Compagnie / Filière **[Non renseigné]**

Branche **[Non renseigné]**

Segment **[Non renseigné]**

Monnaie **[Non renseigné]**

FIGURE 11 : Feuille de l'étape de création 1 / 4 : « Paramètres généraux de l'étude »

4.2.2.2 *Procédure de saisie*

Pour chacun des 5 champs, la **procédure de saisie** s'effectue de la façon suivante :

- cliquer dans la zone de saisie à renseigner (ou à modifier) : le curseur apparaît à gauche du cadre ;
- saisir, à l'aide du clavier, les données correspondant au champ sélectionné.

Il est à noter que l'encadré « Informations générales » met automatiquement à jour l'affichage des données déjà saisies.

4.2.2.3 *Remarques quant au devenir des données*

L'unité de « **Monnaie** » est utilisée par le logiciel notamment pour les légendes des graphiques de résultats. Elle est également utile dans le module de consolidation dans le cas d'une consolidation d'études ayant des devises différentes.



Les autres champs renseignés fournissent les informations de base pour identifier l'étude. Ces paramètres sont considérés comme facultatifs pour les calculs du logiciel. Toutefois, il est recommandé à l'utilisateur de les renseigner le plus précisément possible : ils apparaîtront en effet sur la page de garde des impressions et faciliteront la gestion des études.

Par défaut, IBNRSTM nommera l'étude avec la terminologie : Compagnie_Branche.irs.

4.2.3 Etape de création 2 / 4 : Paramètres des triangles

4.2.3.1 Présentation de la feuille 2/4

La feuille correspondant à l'étape de création 2 / 4 est divisée en 3 parties. Elle est présentée en FIG.12.

L'utilisateur doit renseigner 2 types de données : les **données d'origine** (fenêtre supérieure) et les **données de développement** (fenêtre centrale).

Une fois ces éléments renseignés, un **aperçu dynamique de la géométrie des triangles** d'entrée est visible dans la fenêtre inférieure de la feuille.

Liste à choix multiples

Origine : Surveillance	1	2	3	4	5	6
12/1996						
12/1997						
12/1998						
12/1999						

FIGURE 12 : Feuille de l'étape de création 2 / 4 : « Paramètres des triangles »



4.2.3.2 *Données de l'origine (référentiel date)*

Les montants de primes, de règlements, de sinistres... sont ventilés selon leur **origine**, c'est à dire selon la **date de l'évènement auquel ils sont rattachés** (souscription d'une police, déclaration d'un sinistre, ...). Les données de l'origine conditionnent le nombre de lignes des triangles d'entrée.

Le logiciel IBNRSTTM supporte 3 types d'origine (FIG.13) :

- la « **survenance** », c'est à dire la prise en compte de la date à laquelle l'événement considéré s'est produit ;
- la « **souscription** », c'est à dire la prise en compte de la date de signature du contrat auquel est rattaché l'événement considéré ;
- la « **déclaration** », c'est à dire la prise en compte de la date à laquelle la mutuelle / compagnie / filiale a été tenue informée de l'événement considéré.

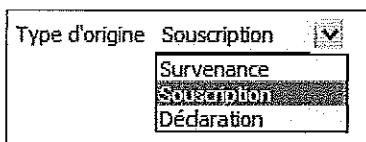


FIGURE 13 : Liste des types d'origine

La périodicité de l'origine peut également être paramétrée selon 4 valeurs (FIG.14) : « **annuelle** », « **semestrielle** », « **trimestrielle** » et « **mensuelle** ».

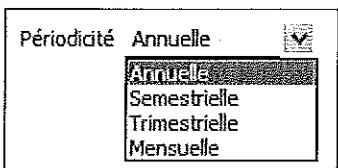


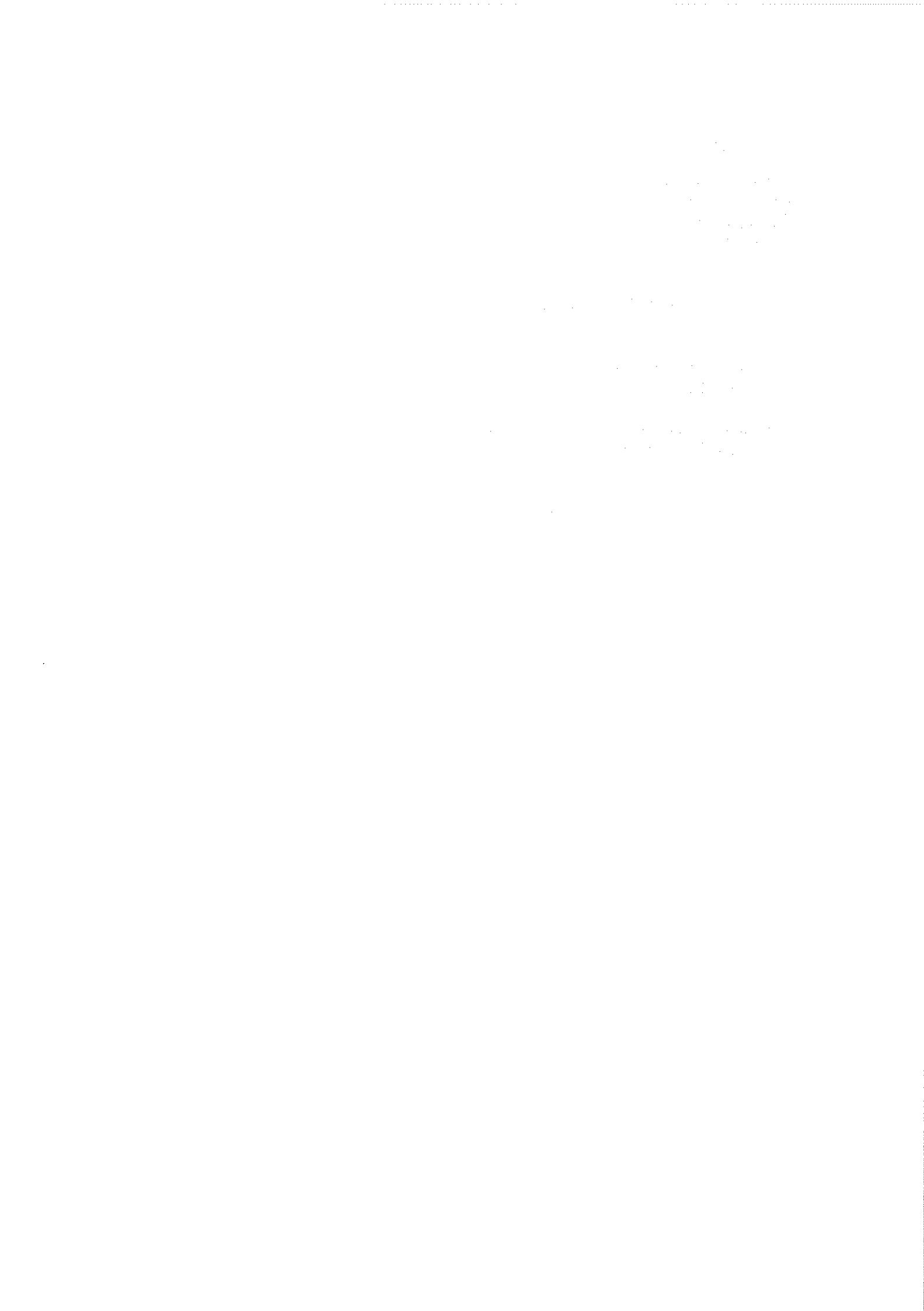
FIGURE 14 : Liste des périodicités

Les années d'origine doivent être renseignées sous la forme « **aaaa** » (ex : 1998) et les mois d'origine sous la forme « **mm** » (ex. : 03 pour « mars »).

Les choix de la première année ($aaaa_1$) et du premier mois (mm_1) d'origine sont laissés libres à l'utilisateur, par contre la dernière année ($aaaa_n$) et le dernier mois (mm_n) doivent respecter la formule suivante :

$$(mm/aaaa)_n = (mm/aaaa)_1 + k \times (\text{périodicité de l'origine})$$

avec k : nombre entier strictement positif quelconque



Remarque :

- L'écart entre la première et la dernière année ne peut pas dépasser 100 ans ;
- Suivant la puissance de l'ordinateur, il est recommandé de définir des triangles n'excédant pas 100 à 120 lignes ou colonnes.

4.2.3.3 *Données du développement (référentiel délai)*

Pour une même période d'origine, les montants de primes, de règlements, de sinistres... sont répartis par **période de développement**, c'est-à-dire selon le **délai qui s'est écoulé** entre l'origine de l'évènement rattaché au montant et son règlement effectif. Les données du développement déterminent le nombre de colonnes des triangles d'entrée.

La **périodicité du développement** peut être : « **annuelle** », « **semestrielle** », « **trimestrielle** » ou « **mensuelle** ». Cependant, le logiciel IBNRSTTM impose que la périodicité de développement soit identique ou plus courte que la périodicité d'origine.

Exemple : un triangle dont la périodicité d'origine est semestrielle admet seulement une périodicité de développement semestrielle, trimestrielle ou mensuelle.

L'année et le mois limite des données doivent être renseignés sous les formes « **mm** » et « **aaaa** » et doivent former une date au moins égale à la date de la dernière année d'origine.

Avertissement :

Il est à noter que dans le cas où l'utilisateur saisit des données incompatibles, le logiciel IBNRSTTM corrige de façon automatique les paramètres erronés, et ceci sans notification particulière. Il est par conséquent recommandé de toujours bien vérifier que le triangle présenté dans l'aperçu correspond bien à la structure des données détenues par l'utilisateur.

4.2.3.4 *Saisie des paramètres des triangles*

En pratique, l'utilisateur doit renseigner les paramètres « **type de l'origine** » et « **périodicité** » à partir des **listes à choix multiples** présentées en FIG.13 et 14 :

- accès à la liste des items par un clic sur le bouton  ;
- mise en surbrillance de la sélection.

Les autres champs sont à renseigner au clavier, par la même procédure que celle décrite pour l'étape 1 / 4.



4.2.4 Etape de création 3 / 4 : Données des triangles

4.2.4.1 Présentation de la feuille 3/4

La feuille correspondant à l'étape de création 3 / 4 est présentée en FIG.15.

Elle permet :

- l'importation (ou la saisie) des données numériques des triangles d'entrée (fenêtre supérieure) ;
- l'activation des triangles à prendre en compte pour les calculs de l'étude (fenêtre inférieure).

Zone d'activation des triangles	Barre d'outils à utiliser pour l'importation

FIGURE 15 : Feuille de l'étape de création 3 / 4 : « Données des triangles »

La liste des triangles pouvant être renseignés et activés est la suivante :

- Triangle des « Primes » ;
- Triangle des « Règlements » ;
- Triangle des « PSAP » ou « Provisions pour Sinistres à Payer » ;



- Triangle des « Charges » ;
- Triangle des « Nombres de sinistres ».

Le logiciel IBNRSTM permet également à l'utilisateur la saisie d'autres triangles. Un clic droit dans la zone d'activation des triangles fait apparaître un menu contextuel. Les différentes options disponibles sont :

- ajouter un triangle ;
- supprimer le triangle sélectionné ;
- renommer le triangle sélectionné.

L'ajout d'un nouveau triangle fait apparaître une fenêtre intitulée « Saisie du nom du triangle » (voir FIG.16) où doivent être spécifiés le nom et le type du triangle (primes, règlements,...). Ceci permettra notamment que l'affichage des résultats de la méthode Chain Ladder Personnalisée soit conforme aux types des données saisies.

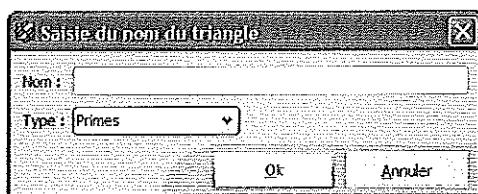


FIGURE 16 : Fenêtre de saisie du nom du triangle

4.2.4.2 Procédure de remplissage des triangles

Pour créer les 5 triangles cités ci-dessus, l'utilisateur doit procéder en 4 étapes :

- cliquer sur l'intitulé correspondant au triangle choisi (fenêtre inférieure) : un triangle, rempli uniquement avec des zéros et de géométrie identique à celui défini dans l'étape 2 / 4, s'affiche à l'écran avec son intitulé ;
- dans la barre d'outils, sélectionner le format des données qui seront importées, à savoir : « **données cumulées** » (FIG.17) ou « **données non cumulées** » (FIG.18) et « **données calendaires** » (FIG.19) ou non.



FIGURE 17 : Bouton de format des données « cumulées »



FIGURE 18 : Bouton de format des données « non cumulées »



FIGURE 19 : Bouton de format des données « calendaires »



Remarques importantes :

- Bien qu'elles ne soient pas nécessairement croissantes au cours du temps (notamment les PSAP), les données numériques des triangles de « Charges » et de « PSAP » se trouvent en général au format « cumulées » lors de leur importation.
- Les données d'un triangle de « PSAP » au format « non cumulées » correspondent à des variations de la Provision pour Sinistres à Payer ; les données du même triangle mis au format « cumulées » correspondent au montant réel de la PSAP.

De même, les données d'un triangle de « Charges » au format « non cumulées » correspondent aux variations de la charge totale estimée ; les données du même triangle mis au format « cumulées » correspondent au montant réel de charge totale estimée.

- **sur le tableur**, sélectionner les données numériques du triangle à importer (FIG.20) et les copier (stockage dans le presse-papier) ;

	I	J	K	L	M	N	O	P	
1	PRIMES	1ère année	2ème année	3ème année	4ème année	5ème année	6 ème année		
2	Contrats 96	293378	96090	8529	5067	2688	801		
3	Contrats 97	342890	122572	16736	2916	887			
4	Contrats 98	198397	207093	20596	2940				
5	Contrats 99	376480	170904	9856					
6	Contrats 00	511508	241808						
7	Contrats 01	471050							
8									
9									
10	Valeurs cumulées primes								
11		1ère année	2ème année	3ème année	4ème année	5ème année	6 ème année		
12	Contrats 96	293378	389468	397997	403064	405752	406553		
13	Contrats 97	342890	465462	482198	485114	486001			
14	Contrats 98	198397	405490	426066	429026				
15	Contrats 99	376480	547384	557240					
16	Contrats 00	511508	753316						
17	Contrats 01	471050							
18									
19									

FIGURE 20 : Sélection des données numériques sur le tableur

- à partir de la barre d'outils d'importation (création / modification des données d'entrée – étape 3/4), cliquer sur le bouton « Coller » (FIG.21).



FIGURE 21 : Bouton « Coller »

Dans le cas où l'utilisateur ne détiendrait pas les données numériques sur un tableur, il est toujours possible de remplir les triangles d'entrée par **saisie manuelle**. Pour ce faire, à la place des 2 dernières étapes présentées ci-dessus, l'utilisateur peut cliquer sur chaque case du tableau et saisir au clavier les nombres correspondants. En plus de la souris, le déplacement d'une case à l'autre est permis par les flèches du clavier ainsi que par la touche « Entrée ».



Remarque importante :

Un triangle au format « cumulé » ne doit jamais contenir de valeurs nulles, sauf si pour une même période de survenance ces valeurs succèdent les unes aux autres et si cette série débute dès la première période de développement.

4.2.4.3 Activation des triangles sélectionnés pour les calculs

N.B. : Seules les données numériques d'un triangle qui a été activé vont être prises en compte et intégrées dans les calculs du logiciel IBNRSTM.

L'activation d'un triangle s'effectue en cochant la case située à gauche de l'intitulé du triangle (fenêtre inférieure) : le symbole indique que l'activation est effective (FIG.22).

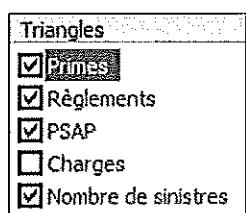


FIGURE 22 : Exemple d'activation des triangles « Primes »,
« Règlements », « PSAP » et « Nombre de sinistres » ;
Le triangle « Charges » n'est pas activé.

Pour la réalisation d'une étude, l'utilisateur doit au **minimum** renseigner et activer 1 des 5 triangles.

Par ailleurs, l'utilisateur ne peut remplir au **maximum** que 2 triangles parmi ceux de « Règlements », « Charges » et « PSAP ». Le logiciel IBNRSTM déduit en effet automatiquement les données du troisième triangle selon la formule :

$$\text{Charges } (i, j) = \text{Règlement } (i, j) + \text{PSAP } (i, j)$$

avec i : l'indice de l'origine et j : l'indice de développement
et les données des trois triangles étant au format « cumulées »

Lorsque toutes les importations et activations ont été effectuées, deux possibilités sont offertes :

- Soit l'étape de création/modification des données d'entrée est finie, auquel cas il faut cliquer sur « **Terminer** » ;



- Soit on veut spécifier des données complémentaires : il faut cocher la case « Définition de données complémentaires » située sous la zone d'activation des triangles, puis passer à l'étape suivante.

4.2.5 Etape de création 4 / 4 : Données complémentaires

4.2.5.1 Présentation de la feuille 4/4

La feuille correspondant à l'étape de création 4 / 4 est présentée en FIG.23.

Données d'exposition					
	12/1996	12/1997	12/1998	12/1999	12/2000
Vecteur expositions 1	300 000,00	400 000,00	450 000,00	500 000,00	430 0

Coefficients utilisateur des chain ladders					
Méthodes :	1	2	3	4	5
Chain ladder sur primes	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Chain ladder sur règlements	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Chain ladder sur charges	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Chain ladder sur nombres de sinistres	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00

FIGURE 23 : Feuille de l'étape de création 4 / 4 : « Données complémentaires »

Elle permet d'effectuer les tâches suivantes:

- ajouter un vecteur d'exposition

Un click sur le bouton représenté à gauche de la figure FIG.24 permet à l'utilisateur d'ajouter un vecteur d'exposition. Une fenêtre intitulée « Saisie du nom du vecteur » (FIG.25) apparaît, dans laquelle le nom du vecteur ainsi que le type de données qu'il



contient (primes, nombres de sinistres ou autres) doivent être indiqués. Par défaut, ses valeurs sont nulles : l'utilisateur peut les modifier soit par **saisie manuelle** soit en utilisant le bouton « **coller un tableau Excel** » après avoir copié le tableau désiré sous Excel.



FIGURE 24 : Boutons d'ajout/suppression d'un vecteur d'exposition

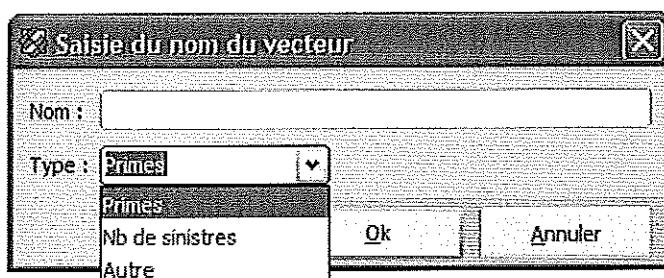


FIGURE 25 : Fenêtre de saisie du nom du vecteur

■ supprimer un vecteur d'exposition

Pour supprimer un vecteur d'exposition, on utilise le bouton représenté à droite de la FIG.24 : il supprime le vecteur sur lequel se situe le focus au moment du clic ; pour mettre le focus sur un vecteur particulier, il suffit de cliquer sur le nom du vecteur en question.

■ spécifier les coefficients utilisateurs des Chain Ladders

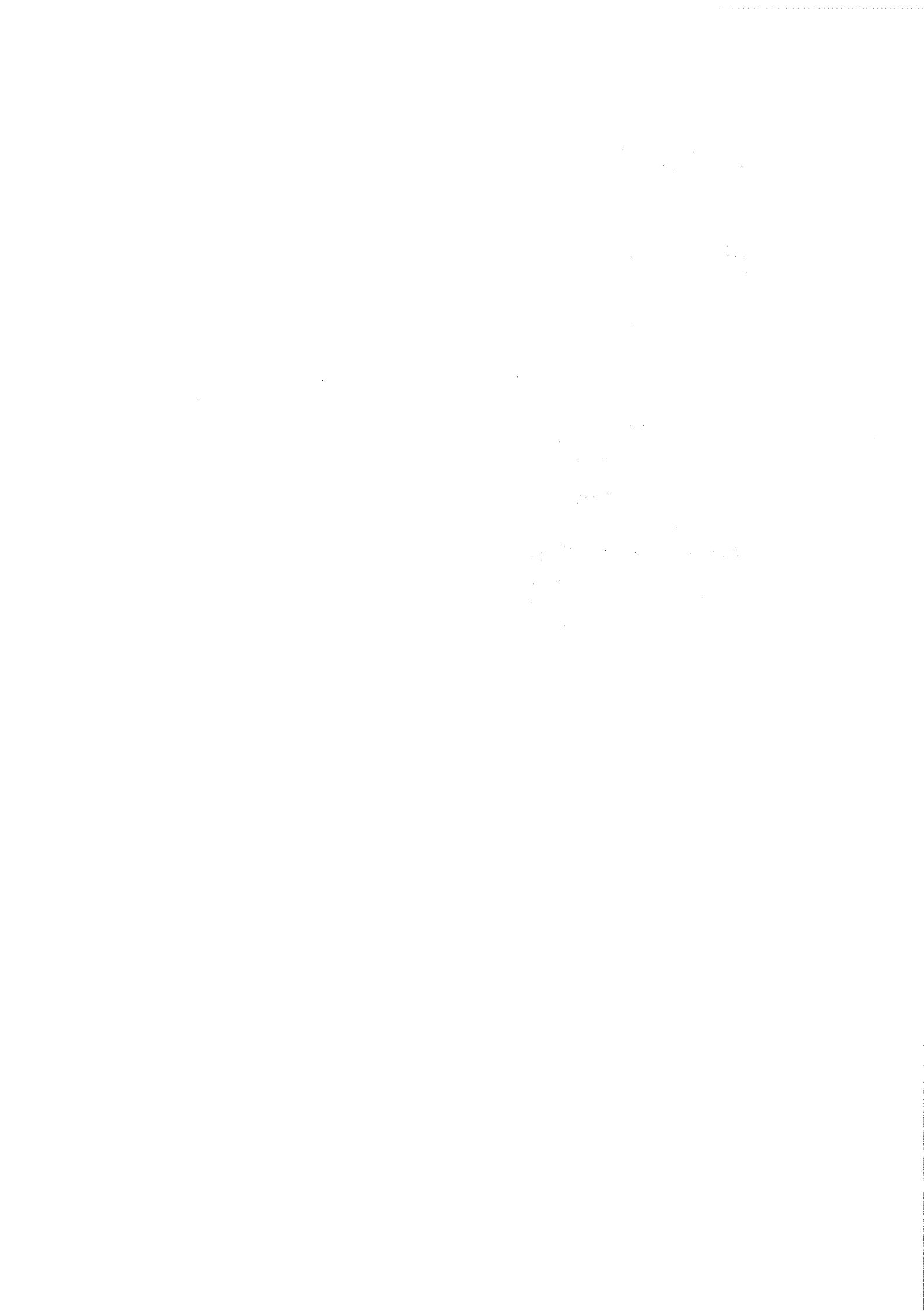
Pour tous les triangles disponibles après l'étape 3 / 4 - à l'exception du triangle des « PSAP » - on peut spécifier les coefficients de développements qui apparaîtront lors de l'utilisation de la méthode Chain-ladder (voir §5.6).

On peut renseigner les vecteurs disponibles par **saisie manuelle** ou à l'aide du bouton « **coller un tableau Excel** » après avoir copié le tableau désiré sous Excel.

Lorsque toutes les importations, activations et saisies manuelles ont été effectuées, cliquer sur « **Terminer** ». Une fenêtre intitulée « **Sauvegarde des modifications** » s'ouvre et propose de sauvegarder l'étude nouvellement créée. Si l'utilisateur clique sur « **Oui** », il doit alors assigner une destination à l'étude.

Remarques :

- ✓ Si l'utilisateur décide de ne pas sauvegarder l'étude nouvellement créée, il devra néanmoins effectuer cette démarche ultérieurement s'il veut pouvoir modifier les données d'entrée de l'étude.
- ✓ Les études sont enregistrées sous forme de fichier texte avec une extension « *.irs »



4.3 Importation automatisée des études

Le logiciel IBNRSTM permet de créer un modèle d'importation, afin d'automatiser l'importation d'études provenant de fichiers Excel.

Cette procédure est lancée à partir de la barre de menus de l'interface « principale » (**Fichier \ Importation automatisée des études**).

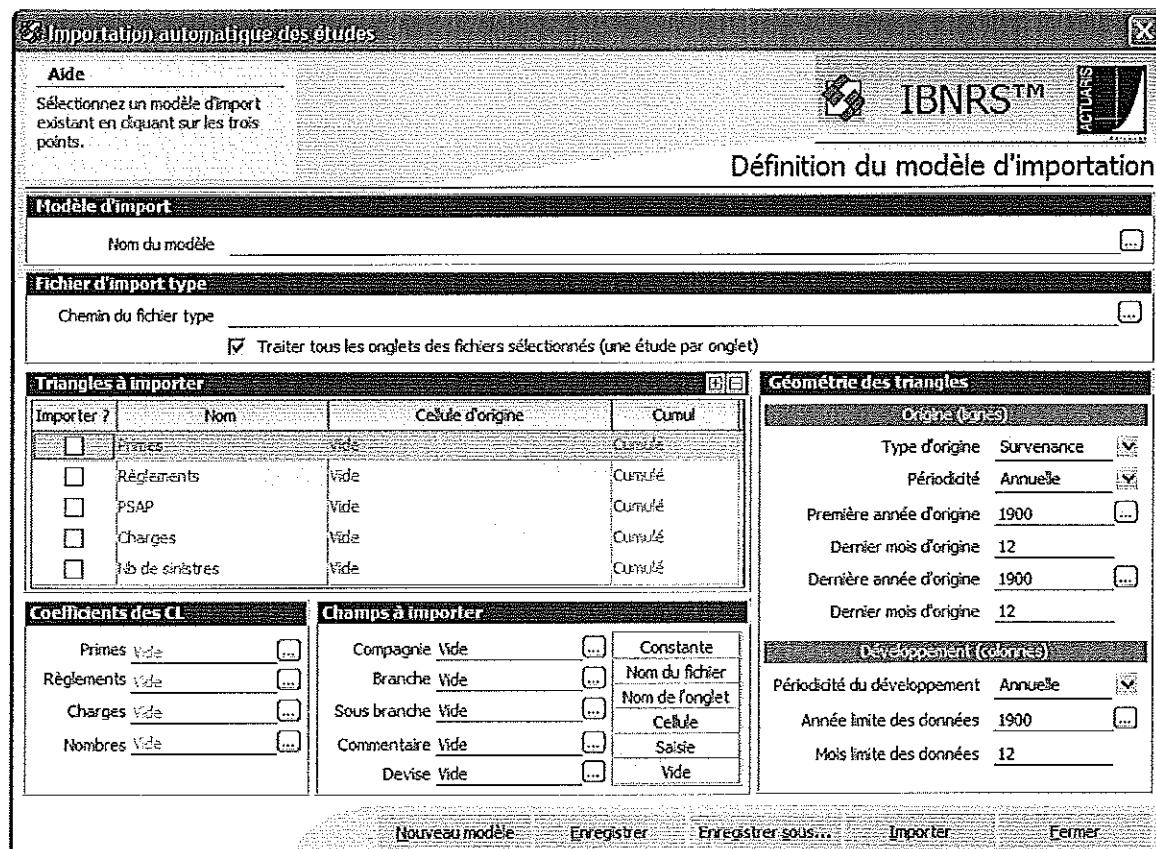


FIGURE 26 : Organisation de la feuille d'importation automatique d'étude

4.3.1 Crédation d'un nouveau modèle d'importation

La création d'un nouveau modèle d'importation s'effectue à partir de la feuille représentée en FIG.26.

La procédure de saisie s'effectue de la façon suivante :



- Dans le cadre « **Fichier d'import type** », l'utilisateur doit renseigner le chemin d'un fichier Excel type permettant de définir le modèle d'importation en cliquant sur le bouton .

Si le fichier type est un classeur Excel dont chaque feuille contient une étude à importer, il est possible de créer une étude pour chacun des onglets du fichier ; pour cela, il suffit de cocher la case « **Traiter tous les onglets des fichiers sélectionnés (une étude par onglet)** ».

Remarques :

- ✓ Le fichier d'import type peut être un des fichiers Excel dont on veut importer les données ;
- ✓ Le fichier d'import type n'est pas créé lors de la définition du modèle d'importation automatique, mais doit avoir été créé préalablement.

- Dans la fenêtre « **Triangles à importer** », l'utilisateur sélectionne les différents triangles qu'il souhaite importer en cochant les cases situées à gauche des intitulés, puis le format des données, à savoir : « **données cumulées** » ou « **données non cumulées** ». La définition des triangles est complète lorsque les coordonnées de la première cellule de chacun d'entre eux ont été définies ; pour cela, il suffit de cliquer sur le bouton  et de sélectionner la cellule sous Excel. Par ailleurs, l'utilisateur peut importer des triangles supplémentaires ; pour cela, il suffit d'ajouter un triangle grâce au bouton  situé en haut à droite de la fenêtre. On peut supprimer un triangle préalablement rajouté en cliquant sur le bouton .
- Dans la fenêtre « **Géométrie des triangles** », l'utilisateur doit renseigner 2 types de données : les données d'origine et les données de développement. Un aperçu dynamique de la géométrie du triangle à importer est alors visible.

N.B. : la première et la dernière année d'origine ainsi que l'année limite des données peuvent être renseignées en assignant une cellule du fichier d'import type, mais aussi par saisie manuelle.

- Dans la fenêtre « **Champs à importer** », l'utilisateur doit indiquer l'emplacement des paramètres généraux de l'étude en effectuant des opérations de « glisser-déposer » à partir de la liste des 6 options disponibles située à droite de la fenêtre.

Une fois la saisie terminée, le modèle peut être sauvegardé à l'aide du bouton « **Enregistrer sous...** ». L'extension des modèles d'importation automatisée est « *.mie ».



4.3.2 Effectuer une importation automatisée à l'aide d'un modèle préexistant

Dans le cadre « Modèle d'import », il suffit de spécifier le chemin du modèle d'importation automatisée à partir de l'icône de recherche  . L'écran se remplit alors avec les caractéristiques du modèle sélectionné.

Cliquer sur le bouton « Importer » : la fenêtre « Sélection des paramètres à importer » apparaît.

L'utilisateur est invité à sélectionner le répertoire dans lequel il souhaite importer l'étude, ainsi que les fichiers Excel à importer. Pour cela, il dispose de l'arborescence située dans le premier cadre à gauche de l'écran, qui lui permet de faire sa sélection, ainsi que des boutons représentant des flèches (FIG.27), afin de valider son choix.



**FIGURE 27 : Boutons «Sélectionner ce répertoire» et
«Ajouter les fichiers sélectionnés»**

Les éléments sélectionnés s'affichent alors dans les cadres situés à droite de l'écran. La suppression de fichiers à importer est rendue possible grâce au bouton suivant (FIG.28) :



FIGURE 28 : Bouton «Effacer les fichiers sélectionnés»

Le cadre des « Paramètres d'importation » situé en haut à droite de la fenêtre permet de spécifier le chemin où les études issues de l'import automatisé seront stockées et de spécifier les paramètres de remplacement des études existantes.

N.B. : Par défaut, la procédure d'importation ne remplace pas les études déjà existantes et demande confirmation à l'utilisateur ; ce paramètre peut être modifié, de façon à toujours remplacer ou à ne jamais remplacer les études.

L'importation de l'étude est alors achevée par un clic sur l'instruction « Importer ».

N.B. : une fois ce modèle créé, il est possible de créer facilement d'autres études ultérieurement. Par exemple, des données mises à jour mensuellement peuvent être importées dans IBNRSTTM avec un minimum d'intervention de la part de l'utilisateur.



4.4 Ouvrir une étude déjà créée et sauvegardée

4.4.1 Cas où l'application IBNRS™ est en cours d'utilisation

Lorsque le logiciel IBNRS™ est activé, l'utilisateur peut à tout moment ouvrir une étude déjà créée.

4.4.1.1 Utilisation du gestionnaire de « fichiers récents »

Le **gestionnaire de « fichiers récents »** présente la liste des études les plus « récentes » classées par ordre chronologique de leur dernière utilisation. Un clic simple sur l'intitulé d'une étude permet d'ouvrir directement le fichier correspondant.

Il est à noter que l'utilisateur a la possibilité d'effacer l'ensemble des « fichiers récents » en sélectionnant l'option **Effacer l'historique** du menu contextuel.

4.4.1.2 Méthode classique d'ouverture d'un fichier Etude (*.irs)

Pour ouvrir une étude, il suffit de sélectionner les instructions **Fichier \ Ouvrir** du menu principal et de sélectionner l'étude souhaitée.

Il est à noter que les fichiers de type **Etude (*.irs)** sont associés à l'icône du logiciel présentée en FIG.29.



FIGURE 29 : Icône des fichiers type Etude (*.irs)

4.4.2 Cas où l'application IBNRS™ est inactive

Il est possible de paramétriser les fichiers du type **Etude (*.irs)** afin que leur activation (double clic sur l'intitulé de l'étude à partir de l'explorateur Windows) déclenche en même temps le lancement du logiciel IBNRS™.

Pour ce faire, l'utilisateur doit avoir au préalable choisi l'option d'association des fichiers, à partir du menu principal en utilisant les instructions : **Fichier\ Associer les fichiers IRS**. Au moment où l'option est validée, la boîte de dialogue suivante s'affiche à l'écran (FIG.30) :



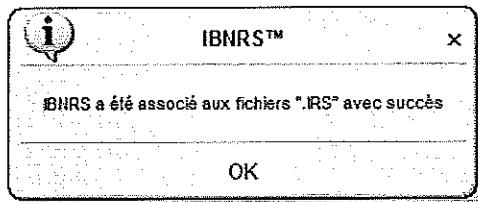


FIGURE 30 : Boîte de dialogue d'association des fichiers type Etude (*.irs)

4.5 Modifier / Consulter les données d'entrée d'une étude déjà créée

La modification et/ou la consultation des données d'entrée d'une étude s'effectue lorsque cette étude est ouverte sous l'application IBNRS™.

En activant le bouton « **Modifier les données d'entrée** » (FIG.31) de la barre d'outils de la feuille principale, ou en utilisant les instructions **Réglages / Modifier les données d'entrée** de la barre de menus, l'utilisateur accède à la feuille 1/4 de l'interface « **Création / modification des données d'entrée** ».



FIGURE 31 : Bouton « Modifier les données d'entrée »

L'utilisateur a alors la possibilité d'évoluer au sein des 4 feuilles (voir § 4.2.1) : il peut ainsi consulter ou modifier les données d'entrée de l'étude.

Remarques :

- ✓ Pour pouvoir accéder à l'interface « **Création / modification des données d'entrée** », il faut que l'étude en cours d'utilisation ait été préalablement sauvegardée. Si des modifications ont eu lieu depuis la dernière sauvegarde de l'étude, leur sauvegarde est proposée à l'utilisateur préalablement à l'accès à l'interface.
- ✓ Si vous désirez accéder à l'interface « **Création / modification des données d'entrée** » sans pour autant enregistrer les modifications intervenues depuis la dernière sauvegarde, vous pouvez temporairement enregistrer l'étude modifiée dans un fichier *.irs, qui pourra être détruit par la suite.

L'utilisateur peut quitter les feuilles de création / modification des données d'entrée de deux façons :

- en cliquant sur le bouton « **Terminer** » de la feuille 3 / 4 (ou 4 / 4 si on a défini des « **Données complémentaires** ») : dans ce cas, la sauvegarde des modifications est proposée à l'utilisateur ;



- en cliquant sur le bouton « Annuler » de la feuille en cours d'utilisation (ou en fermant cette dernière à partir du bouton); la boîte de dialogue de la FIG.32 s'affiche et la fermeture des feuilles de données devient effective si l'option « Oui » est validée ; ceci correspond au cas où l'utilisateur n'a fait que consulter l'étude.

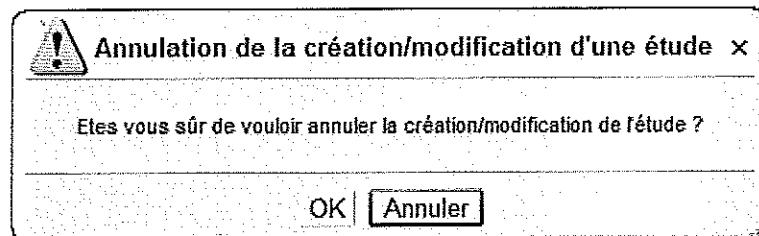


FIGURE 32 : Boîte de dialogue : « Annulation de la création / modification d'une étude »



5 PARAMETRAGES « TECHNIQUES » DE L'ETUDE

5.1 Utilisation de l'arborescence des « actions »

5.1.1 Présentation des « actions »

L'arborescence des « actions » se présente de la façon suivante (FIG.33) :

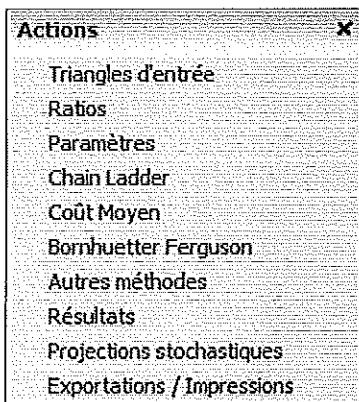


FIGURE 33 : Arborescence des « actions »

Les « actions » correspondant aux différents intitulés proposés sont, par ordre d'affichage :

- la visualisation des **Triangles d'entrée** ;
- la visualisation des **Ratios** ;
- la saisie ou la modification des **Paramètres** ;
- le paramétrage des méthodes **Chain Ladder**, **Coût moyen**, **Bornhuetter-Ferguson** et **Autres méthodes** ;
- la visualisation des **Résultats** ;
- la visualisation des **Projections stochastiques** ;
- le paramétrage et / ou le lancement des **Exportations / Impressions**.

Lorsque l'utilisateur clique sur le libellé d'une « action », l'arborescence devient active et affiche la liste des éléments correspondants à « l'action » choisie (FIG.34).



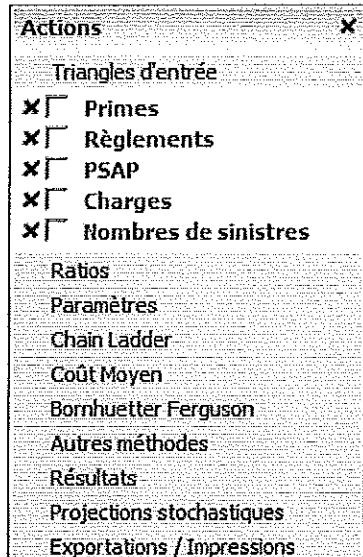


FIGURE 34 : Aperçu de la liste de choix s'affichant suite à un clic sur l'action « Triangles d'entrée »

5.1.2 Gestion de l'affichage des données dans la fenêtre de visualisation

L'activation de l'affichage des données (dans la fenêtre de visualisation) s'effectue au niveau de l'arborescence des « actions ».

Pour chacune des « actions » (sauf Exportations/Impressions), la liste des choix proposés présente la structure suivante (FIG.35) :

- une zone A (symboles) illustrant l'état d'affichage des éléments considérés ;
- une zone B (check-boxes) permettant la sélection des éléments qui seront imprimés ou exportés ;
- une zone C (liens texte actifs) permettant d'activer ou de désactiver l'affichage des éléments considérés.

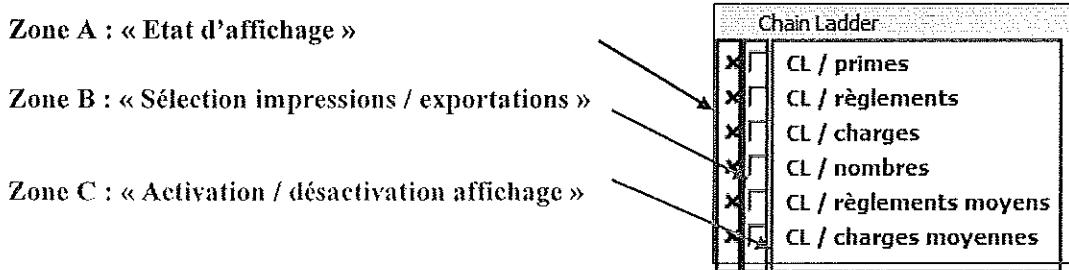


FIGURE 35 : Structure des listes de choix de l'arborescence



Pour activer (ou désactiver) l'affichage d'un élément dans la fenêtre de visualisation, l'utilisateur doit cliquer sur le libellé de la zone **C** associé à l'élément de son choix.

Dans la zone **A**, le symbole : « » précédant un intitulé indique que l'affichage des éléments correspondants est effectif ; le symbole « », quant à lui, indique que l'affichage des mêmes éléments est désactivé.

Il est à noter que l'utilisateur a la possibilité d'activer l'affichage en simultané de la totalité des éléments disponibles pour une « action » donnée, ceci étant également valable pour l'affichage d'éléments issus « d'actions » différentes. Il n'est en revanche possible d'activer que les méthodes pour lesquelles les données d'entrée nécessaires aux calculs existent (c'est à dire que ces données ont soit été créées, soit pu être calculées, soit été fixées par défaut).

5.1.3 Sélection des données retenues pour l'impression et/ou l'exportation

La sélection des données retenues pour une impression et/ou exportation ultérieure s'effectue au niveau de la zone **B** de la liste des choix de l'arborescence (FIG.35).

La sélection (ou désélection) est réalisée, élément par élément, en cliquant sur les check-boxes correspondants au libellé choisi. De même que pour l'affichage, le nombre d'éléments pouvant être activés n'est pas limité.

Au niveau d'une check-box, le symbole de cochage : « » précédant un intitulé indique que les éléments associés sont sélectionnés pour être imprimés et/ou exportés ; l'absence de cochage : « », quant à lui, indique que ces mêmes éléments ne sont pas placés dans le buffer d'impression / exportation.

5.2 Fonctions complémentaires associées aux feuilles de visualisation

5.2.1 Fonctions accessibles à partir de la barre de menus de la feuille principale

5.2.1.1 Paramétrages des graphiques

Le paramétrage des graphiques du logiciel IBNRSTTM est effectué à partir des instructions : Réglages \ Paramètres des graphiques...



En renseignant la feuille qui s'affiche à l'écran (FIG.36), l'utilisateur a la possibilité de choisir la **couleur de fond**, la **position** et la **couleur de la légende** qui seront adoptées pour l'ensemble des graphiques.

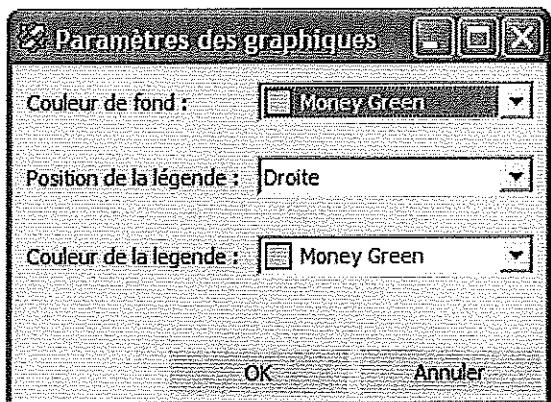


FIGURE 36 : Feuille de « Paramètres des graphiques »

5.2.1.2 Rubriques d'aide

L'utilisateur peut accéder à la rubrique d'aide générale du logiciel IBNRSTM en validant les instructions : **Aide \ Sommaire de l'aide...**

La feuille « Aide » contient en fait la documentation du logiciel IBNRSTM. Il est à noter que l'accès à une rubrique particulière est facilité par la présence d'un **sommaire** organisé sous la forme d'onglets activables (partie gauche de la feuille).

5.2.1.3 A propos du logiciel IBNRSTM

Pour consulter le numéro de **version** du logiciel IBNRSTM installé, ou se reporter aux notifications d'attribution et d'expiration de la **licence**, l'utilisateur doit suivre le chemin : **Aide \ A propos...** (FIG.37).

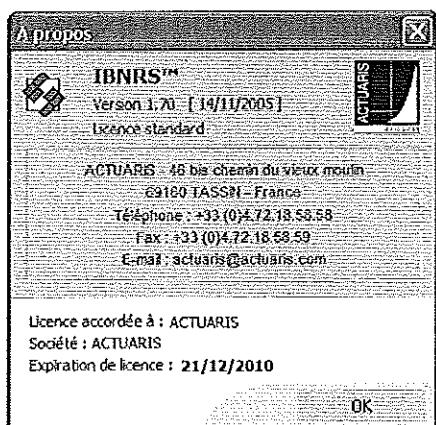


FIGURE 37 :
Aperçu de la feuille « A propos »



5.2.2 Fonctions spécifiques de la feuille de visualisation

5.2.2.1 Activation de l'affichage des graphiques « facultatifs »

Chaque fois que l'utilisateur constate la présence du bouton « Montrer le graphique... » (FIG.38) il a la possibilité, en l'activant, de faire afficher l'illustration graphique associée.



FIGURE 38 : Aperçu du bouton « Montrer le graphique »

5.2.2.2 Précision de l'affichage des valeurs numériques

La **précision**, c'est à dire le nombre de décimales des valeurs numériques des tableaux, est paramétrée au niveau de la **zone de liste « Précision »** (FIG.39). La valeur maximale de la précision est égale à 12 et sa valeur minimale est égale à 0.



FIGURE 39 : Zone de liste permettant le choix de la précision

5.2.2.3 Copier les données d'un tableau dans le presse-papier

A partir du bouton « **Copier les données du tableau dans le presse-papier** » (FIG.40), placé au niveau de l'intitulé d'un tableau, l'utilisateur peut exporter les données numériques souhaitées, ceci de façon simple et indépendante pour chaque élément.



FIGURE 40 : Bouton « Copier le tableau »

5.2.2.4 Copier un graphique dans le presse-papier

Le bouton « **Copier graphique** » permet d'exporter les graphiques affichés par IBNRST™ sous forme d'image pour les exploiter sous un éditeur de texte ou sous un tableur par exemple.



FIGURE 41 : Bouton « Copier graphique »



5.3 Triangles d'entrée

Lors de la **visualisation d'un triangle d'entrée** (choisi dans l'arborescence des « actions » parmi ceux de primes, règlements, charges, PSAP, nombres de sinistres ou autres), l'écran d'affichage se présente de la façon suivante (FIG.42) :

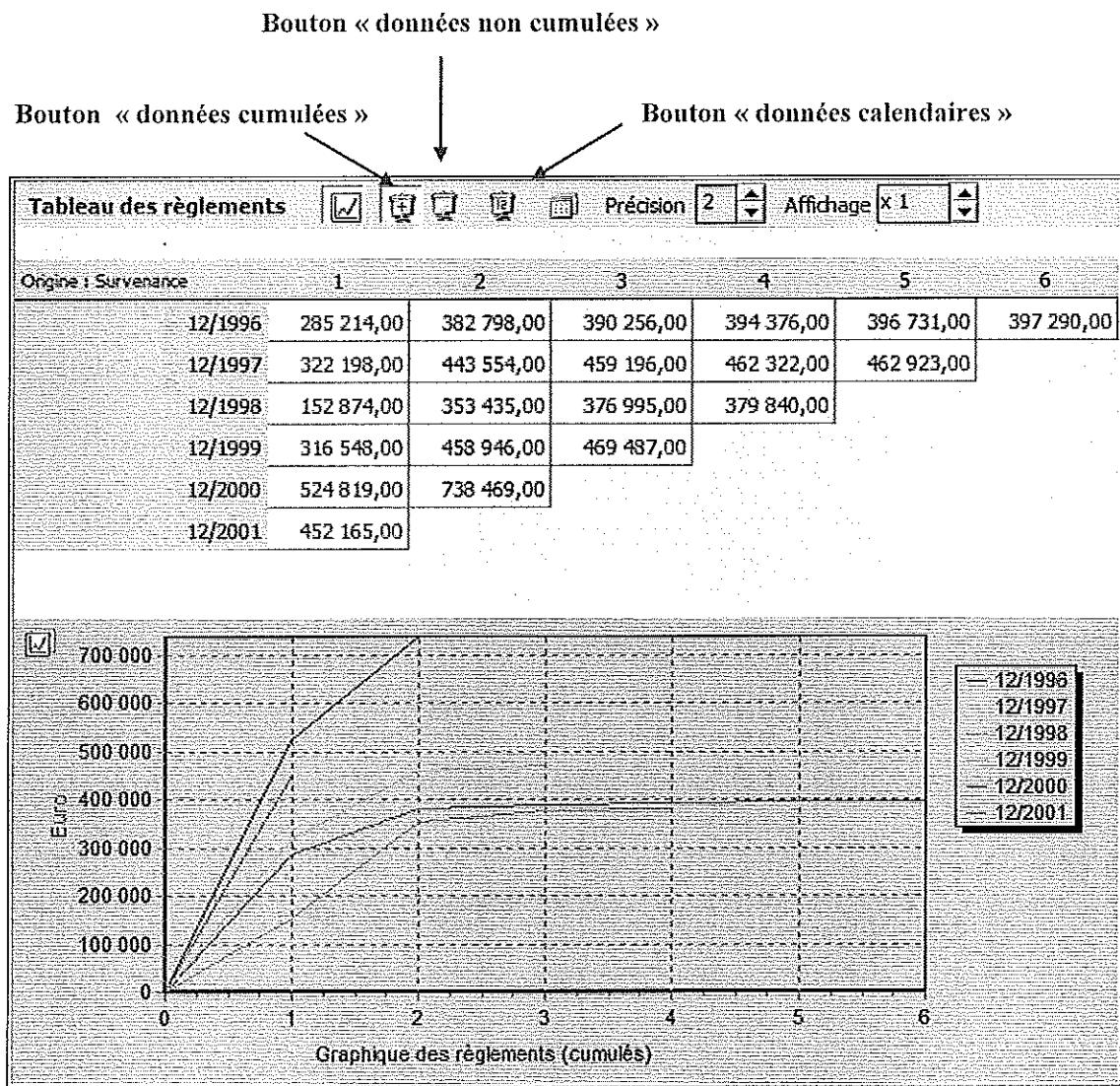


FIGURE 42 : Organisation de l'écran de visualisation des triangles d'entrée : cas où les options « Format de données cumulées » et « Montrer le graphique du triangle d'entrée » ont été activées



La feuille de visualisation d'un triangle d'entrée est organisée, au maximum, en 3 parties :

- la barre d'outils, comportant les boutons : « Montrer le graphique », « Données cumulées », « Données non cumulées », « Données calendaires », « Copier les données du tableau dans le presse papier » ainsi que les zones de liste « Précision » et « Affichage » ;
- le triangle d'entrée, dont les données numériques peuvent être exprimées aux formats suivants : données cumulées ou non, données calendaires ou non, en fonction des boutons qui ont été activés ;
- un graphique « facultatif » qui (lorsqu'il est activé) présente pour chaque période d'origine, l'évolution de la valeur des données « cumulées » du triangle d'entrée en fonction des développements.

5.4 Ratios

5.4.1 Ratios standard

Par défaut, le logiciel IBNRSTTM propose la visualisation de 5 tableaux de ratios : Règlements/Primes, Charges/Primes, Règlements/Charges, Règlements moyens et Charges moyennes. Chaque tableau de ratios donne accès à un écran d'affichage du type suivant (FIG.43) :

Charges/Primes (en %)						
Origine 1	1	2	3	4	5	6
12/1996	100,58	99,17	98,11	98,18	97,79	97,73
12/1997	96,95	95,93	95,97	95,50	95,25	
12/1998	79,36	88,78	88,66	88,72		
12/1999	87,37	84,56	84,78			
12/2000	105,66	99,25				
12/2001	98,81					

FIGURE 43 : Organisation de l'écran de visualisation d'un tableau de ratios

Au tableau des ratios sélectionné s'ajoute la barre d'outils associée contenant le bouton « Copier les données du tableau dans le presse papier » ainsi que la zone de liste « Précision ».



5.4.2 Ratio personnalisé

Il est également possible pour l'utilisateur de définir lui-même le ratio qu'il souhaite afficher. Ce ratio sera de la forme $(a \times \text{Tableau1} + b \times \text{Tableau2}) / (c \times \text{Tableau3} + d \times \text{Tableau4})$. Le choix des valeurs a, b, c et d ainsi que des tableaux à utiliser est effectué dans la fiche « Ratio personnalisé » (voir FIG.44) :

Origine : Survenance	1	2	3	4	5	6
12/1996	1,0058	0,9917	0,9811	0,9818	0,9779	0,9773
12/1997	0,9695	0,9593	0,9597	0,9550	0,9525	
12/1998	0,7936	0,8878	0,8866	0,8872		
12/1999	0,8737	0,8456	0,8478			
12/2000	1,0566	0,9925				
12/2001	0,9881					

FIGURE 44 : Tableau « Ratio personnalisé »

Attention : Les valeurs disponibles ici ne sont pas affichées en pourcentage. Ainsi, les valeurs affichées par le tableau des Charges / Primes et le ratio personnalisé « 1 × Charges / 1 × Primes » diffèrent d'un facteur 100.

5.5 Paramètres

5.5.1 Organisation générale de la feuille « Paramètres additionnels »

L'onglet Paramètres additionnels permet à l'utilisateur de fixer les paramètres suivant :

- **Taux financiers** ;
- **Taux d'inflation** ;
- **Données d'exposition** ;
- **Coefficients de projection**.



5.5.2 Modes de saisie

Tous les taux sont déjà des pourcentages. L'utilisateur doit faire attention à bien entrer le chiffre 3 s'il souhaite un taux de trois pourcents (et pas 0,03).

Les valeurs des vecteurs peuvent être entrées une à une, le déplacement étant permis par la touche « Entrée » et par les flèches directionnelles du clavier. Elles peuvent également être copiées dans un tableur (par « Ctrl+C ») puis collées dans le vecteur de destination (par « Ctrl+V »).

5.5.3 Taux financiers

Les taux financiers correspondent à des taux d'escompte futurs. Ils permettent à IBNRSTM d'actualiser les montants monétaires futurs.

5.5.4 Taux d'inflation

L'utilisateur peut entrer autant de vecteurs d'inflation qu'il le souhaite. Pour cela, il lui suffit de cliquer sur le bouton « Ajouter un vecteur d'inflation ». Il faut alors saisir un nom dans l'emplacement prévu à cet effet (FIG.45).



FIGURE 45 : fenêtre d'ajout d'un vecteur

Vecteurs d'inflation							
Vecteurs d'inflation	12/1996	12/1997	12/1998	12/1999	12/2000	12/2001	Future
Inflation 1 (%)	4,0	4,0	3,5	3,0	2,5	2,5	2,1

FIGURE 46 : Tableau « Vecteurs d'inflation »

Il est possible de supprimer un vecteur ajouté par erreur. Il faut pour cela cliquer sur une des cases du vecteur puis sur le bouton « Supprimer le vecteur sélectionné ».

L'utilisateur pourra ensuite utiliser ces vecteurs comme paramètres dans les différentes méthodes et ainsi tester aisément l'effet de plusieurs scénarios d'évolution de l'inflation sur ses provisions.



5.5.5 Données d'exposition

Il est possible de proposer plusieurs vecteurs d'exposition à IBNRSTM, qui pourront être utilisés dans différentes méthodes. Ils sont considérés comme des données d'entrée de l'étude et peuvent donc être ajoutés soit lors de la création de l'étude, soit par une modification des données.

N.B. : Il faut noter que les primes ultimes sont considérées comme des données d'exposition. Il n'est donc pas nécessaire de les ajouter.

5.5.6 Coefficients de projection

Dans certains cas, les données des sinistres, des primes et des provisions de la dernière période comptable ne sont que partiellement connues car toutes les données comptables ne sont pas reçues. Afin d'inclure cette particularité dans le calcul de PANE et d'IBNR, la dernière diagonale des triangles initiaux de Primes, de Règlements, de Charges et de PSAP peut être ramenée à une période complète par IBNRS grâce aux coefficients de projection. Pour cela, on utilise le « ratio de projection », qui représente la part des comptes non reçus.

Par exemple, si on dispose de données comptables arrêtées le 31/12 de chaque année, mais que pour la dernière année comptable on dispose des comptes arrêtés au 30/09 seulement, on estime qu'environ 25% des comptes de la dernière année comptable ne figurent pas dans les données. On renseigne donc le ratio de projection avec la valeur 25%.

N.B. : Afin d'intégrer la projection au processus de déroulement propre aux méthodes Chain ladder, il est recommandé de copier les coefficients sélectionnés des Chain ladders dans le tableau « coefficients de projections » en cliquant sur la flèche bleue située au dessus. Il est important de noter que la projection n'est active pour une période de développement particulière que lorsque le coefficient de projection correspondant est différent de 1.



5.6 Méthodes Chain Ladder

5.6.1 Principe

La méthode chain ladder suppose l'existence de coefficients multiplicatifs pour passer d'une colonne à une autre dans les tableaux d'entrée, indépendants des périodes d'origine. L'évaluation des flux futurs se fait donc à partir de ces coefficients, qu'il faut alors estimer le plus justement possible.

IBNRS™ permet à l'utilisateur de choisir au mieux les coefficients qu'il souhaite sélectionner et propose un ajustement de la méthode chain ladder sur les taux d'inflations observés.

5.6.2 Organisation générale des feuilles « Chain ladder »

Les feuilles de paramétrage des méthodes « Chain ladder » sont organisées en 3 parties :

- la partie « **Ratios** » : elle présente le tableau des ratios d'accroissement, et offre les fonctionnalités de lissage / exclusion de points, choix de l'historique, ainsi que l'étude de la « sensibilité » ;
- la partie « **Coefficients** » : elle présente le tableau des méthodes de calcul des coefficients à partir des ratios. Elle permet à l'utilisateur de sélectionner les coefficients souhaités, de lisser des coefficients sélectionnés, et de visualiser un récapitulatif de ses choix sous la forme d'un tableau (coefficients choisis, coefficients à l'ultime, coefficients de développement) et d'un graphique ;
- la partie « **Résultats** » : elle présente les résultats obtenus par la méthode Chain ladder sous la forme d'un tableau et d'un graphique.



5.6.3 Paramétrage de l'inflation

La méthode Chain ladder permet de prendre en compte les effets de l'inflation. L'utilisateur peut choisir, parmi tous les vecteurs d'inflation entrés dans les paramètres additionnels, celui qu'il souhaite sélectionner (FIG.47). Par défaut, aucune inflation n'est appliquée.

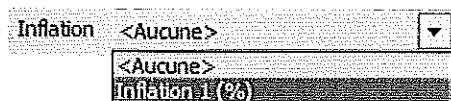


FIGURE 47 :

Ajout d'inflation dans la méthode « Chain ladder »

5.6.4 Exclusion de points

Afin d'en supprimer l'influence dans les calculs, l'utilisateur peut choisir d'exclure un ou plusieurs ratios.

L'exclusion d'un ratio est réalisée au niveau du tableau associé, en double-cliquant sur la case contenant le ratio à exclure. Les ratios dont l'exclusion est effective sont affichés sur un fond rouge (FIG.48).

Chain ladder sur charges							Précision	4	↑ ↓	Prise en compte de l'inflation détaillée	
Inflation	<aucune>										
Ratios	Ratio	Graphique	Tableau	Calendrier				Lissages			
Origine / Survivance	1	2	3	4	5	6					
12/1996	1,3090	1,0109	1,0135	1,0027	1,0013						
12/1997	1,3432	1,0363	1,0012	0,9992							
12/1998	2,2864	1,0495	1,0075								
12/1999	1,4072	1,0207									
12/2000	1,3834										
12/2001											

FIGURE 48 : Exclusion du ratio « 2.2864 » correspondant à l'origine 12/1998

La désélection des ratios « exclus », quant à elle, est exécutée en double-cliquant à nouveau sur la case associée au ratio à réintégrer.

L'utilisateur peut aussi exclure (ou inclure) en une fois une diagonale complète du triangle, ceci, à partir d'un clic droit sur une des cases du tableau, suivi du choix de l'option: Exclure la diagonale (ou Inclure la diagonale).



5.6.5 Lissage de ratios

Le logiciel IBNRSTM laisse à l'utilisateur la possibilité de lisser plusieurs ratios, c'est à dire de remplacer chacun des ratios appartenant à un groupe à lisser, par la moyenne géométrique des valeurs individuelles des ratios de ce groupe ou par un lissage exponentiel.

Pour ce faire, il faut **sélectionner** le groupe des ratios à lisser (maintenir le clic gauche de la souris enfoncé) puis cliquer sur le bouton « **Lisser les ratios sélectionnés** » (FIG.49). Les listes des ratios lissés s'affiche, par ordre chronologique de création, au niveau de l'encadré « **Lissages** ».

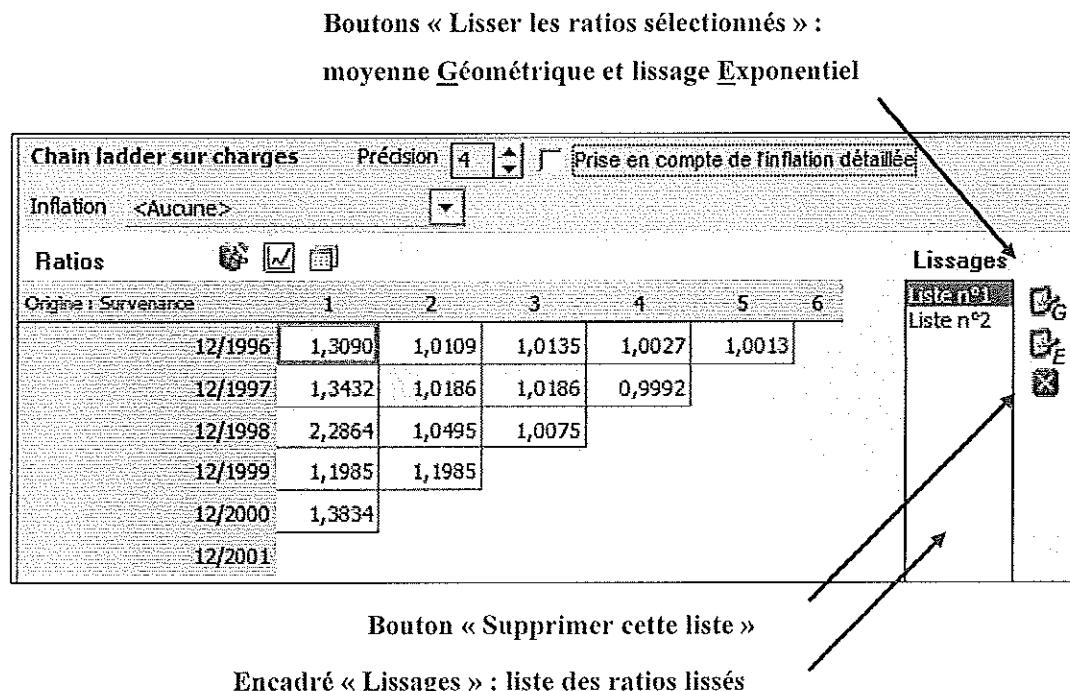


FIGURE 49 : Lissage des ratios « 1.0363 » et « 1.0012 » (liste n°1)(origine : 12/1997) prenant tous deux la valeur lissée « 1.0186 » ; encadré « Lissages » et outils associés

Les ratios dont le lissage est effectif sont mis en évidence par un **fond jaune** qui apparaît au moment du lissage, et lors de la sélection de l'intitulé (liste n°X) auquel ils correspondent. La suppression du lissage, quant à elle, est effectuée en sélectionnant la liste correspondante dans l'encadré « **Lissages** » et en cliquant sur le bouton « **Supprimer cette liste** ».

N.B. : Par ailleurs, il est à noter que l'exclusion d'un ratio lissé a un impact différent selon le type de lissage effectué. Pour un lissage « moyenne géométrique », l'exclusion du ratio entraîne le recalcul du lissage ; en revanche, l'exclusion d'un ratio dans le cas d'un lissage « fonction exponentielle » n'a aucun effet sur le lissage.



5.6.6 Etude de la « sensibilité »

Etudier la « sensibilité » consiste à déterminer les points-clés d'un triangle d'entrée, c'est à dire les points dont l'exclusion a un impact important sur le résultat de l'analyse.

Lorsqu'il est maintenu enfoncé, le bouton « Sensibilité » permet de remplacer chacun des ratios du triangle (sans modifier les calculs) par la variation (en pourcentage) obtenue en comparant les valeurs du total des données ultimes calculées « avec » et « sans » exclusion des ratios leur étant associés (FIG.50).

Les points de valeur absolue supérieure à 5 % sont mis en évidence par un fond vert.

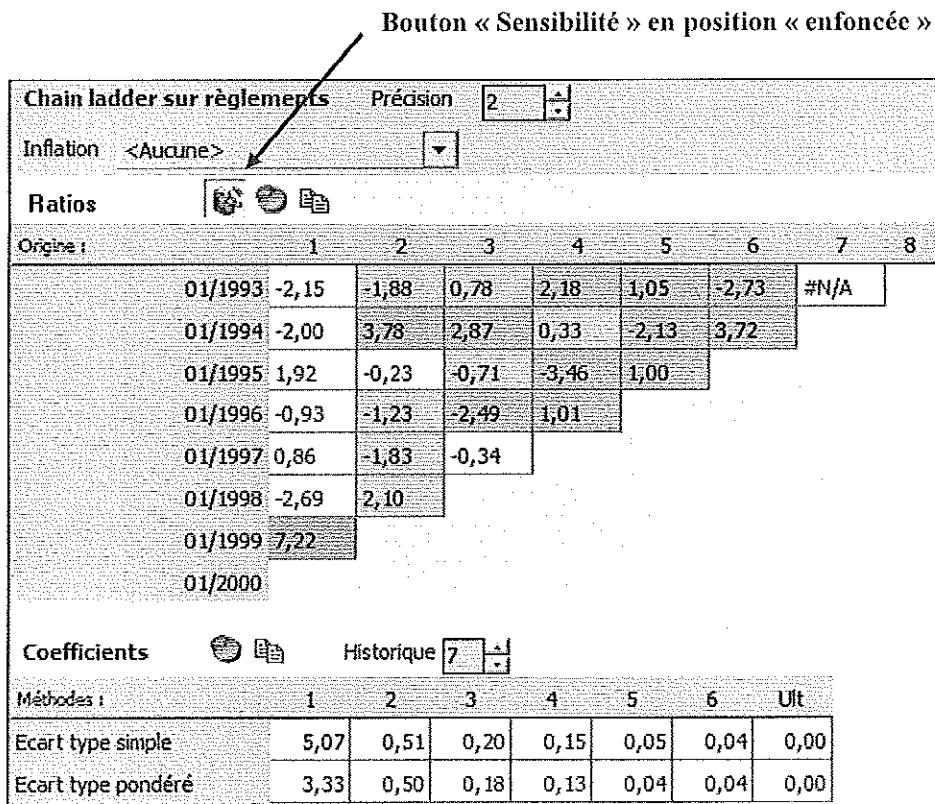


FIGURE 50 : Aperçu du bouton « Sensibilité » ; mise en évidence d'un point-clé (origine 01/1999) (écart de 7.22 % entre les Règlements ultimes calculés « avec » et « sans » exclusion du ratio associé à ce point) ; tableau des écarts types

L'appui sur le bouton « Sensibilité » permet également de rendre compte, pour chaque coefficient moyen calculé, de son **écart-type**. Ainsi l'écart-type de chaque moyenne calculée s'affiche à la place de la valeur des moyennes calculées dans le tableau des coefficients. Une coloration des ratios est également effectuée selon l'amplitude de l'écart par rapport à leur moyenne. Cette couleur est d'un bleu d'autant plus foncé que l'amplitude est grande.



5.6.7 Paramétrage de l'historique

L'**historique « h »** (entier positif) définit l'**amplitude de la période** qui sera prise en compte dans les calculs de l'étude. Par exemple, le choix d'un historique de « 2 » implique que seuls les 2 derniers ratios de chaque colonne du tableau (correspondant aux 2 derniers exercices de survenance disponibles pour le développement considéré) seront retenus. La valeur de l'historique conditionne ainsi le calcul des coefficients.

Le **paramétrage de l'historique** est effectué à partir de la barre d'outils du tableau des ratios, au niveau de la **zone de liste « Historique »** : la flèche supérieure permet l'augmentation de l'historique et la flèche inférieure sa diminution (FIG.51).

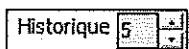


FIGURE 51 : Zone de liste permettant le choix de l'historique

La valeur maximale de l'historique est égale au nombre de lignes du tableau –1 (étude sur l'ensemble des données des triangles) et la valeur minimale de l'historique est égale à 1.

5.6.8 Sélection des coefficients de l'étude

Afin d'assister l'utilisateur dans son choix des valeurs des coefficients de l'étude, le logiciel IBNRSTM propose, pour chaque colonne du tableau, les 9 valeurs suivantes :

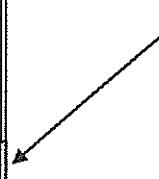
- la **moyenne simple** des ratios ;
- la **moyenne simple des h derniers ratios** ;
- la **moyenne pondérée** des ratios ;
- la **moyenne pondérée des h derniers ratios** ;
- la **moyenne pondérée des ratios en excluant le dernier** ;
- la **moyenne pondérée des ratios en excluant le ratio minimal et le ratio maximal** ;
- le **ratio minimal** ;
- le **ratio maximal** ;
- le **coefficient utilisateur**.

Il est à noter que les 8 premières valeurs mentionnées sont calculées (et mises à jour à chaque modification) en tenant compte du choix de l'historique et des exclusions ou lissages de points effectués. Elles constituent ainsi des **indices numériques** significatifs des paramétrages en cours auxquels il convient de prêter attention.

Dans le tableau des coefficients, les cases correspondant aux « **coefficients utilisateur** » sont mises à zéro par défaut (sauf pour la queue de distribution). Dans cette ligne, l'utilisateur a la



possibilité de saisir les coefficients souhaités, ceci selon la procédure habituelle de saisie (cliquer sur une case de son choix puis rentrer au clavier la valeur numérique associée). (FIG.52).



Zone de saisie des coefficients utilisateur

Coefficients	Historique	5				
Méthodes :	1	2	3	4	5	Ult
Moyenne simple 5 dern.	1,578	1,036	1,008	1,004	1,001	
Moyenne simple (tous)	1,578	1,036	1,008	1,004	1,001	
Moyenne pondérée 5 dern.	1,484	1,035	1,008	1,003	1,001	
Moyenne pondérée (tous)	1,484	1,035	1,008	1,003	1,001	
Minimum	1,342	1,019	1,007	1,001	1,001	
Maximum	2,312	1,067	1,011	1,006	1,001	
Dernière diagonale exclue	1,522	1,040	1,009	1,006		
Min et max exclus	1,410	1,029	1,008			
Coefficients utilisateur	0,000	0,000	1,010	0,000	0,000	1,000
Coefficients sélectionnés	1,484	1,036	1,010	1,003	1,001	1,000

FIGURE 52 : Saisie du coefficient utilisateur « 1.010 » dans la colonne 3 ; sélection (volontaire ou par défaut) des coefficients « 1.484 », « 1.036 », « 1.010 », « 1.003 », « 1.001 » et « 1.000 »

En double-cliquant sur les cases correspondant aux coefficients de son choix, l'utilisateur peut sélectionner, pour chacune des colonnes, les coefficients issus de la méthode retenue.

Un double-clic sur l'intitulé d'une méthode permet à l'utilisateur de sélectionner en une fois l'ensemble des coefficients de la ligne (mis à part celui de la dernière colonne qui sera toujours le coefficient utilisateur).

Les cellules correspondant aux coefficients sélectionnés sont présentées sur un fond bleu et leurs valeurs se mettent à jour automatiquement dans la ligne « coefficients sélectionnés » (FIG.52).

N.B. : les coefficients sélectionnés par défaut sont ceux issus de la méthode **moyenne pondérée (tous)** ; cette méthode correspond à la méthode **Chain-ladder usuelle**.



5.6.9 Lissage des coefficients sélectionnés

Le logiciel IBNRSTM propose quatre familles de courbes pour ses lissages :

- la famille puissance inverse ;
- la famille exponentielle ;
- la famille puissance ;
- la famille Weibull.

Le lissage doit permettre à l'utilisateur de structurer les coefficients et/ou d'estimer le coefficient ultime (facteur de queue).

Remarque importante :

Lorsque le coefficient ultime sélectionné est un coefficient lissé, IBNRSTM ne considère plus que les paiements ultimes sont réglés lors de la dernière période. Ils sont étalés dans le temps jusqu'à la période ultime saisie par l'utilisateur. Ceci permet une évaluation plus fine des valeurs actuelles et des durées calculées dans les « Résultats détaillés ».

Les paramètres optimaux et la valeur du R^2 sont disponibles en cliquant sur le bouton « Voir les paramètres de lissage » (voir FIG.53).

Bouton « Montrer le graphique des ratios/coefficients »

Bouton « Voir les paramètres de lissage »

Bouton « Afficher/masquer les pondérations »

Coeff. lissés

	1	2	3	4	5	Ult	Formules	a	b	R^2
Origine : Survenance	1,474	1,040	1,009	1,003	1,001	1,001	$1 + a/x^b$	0,474	3,583	0,999
Puissance inverse	1,096	1,033	1,011	1,004	1,001	1,000	$1 + a.e^{(b.x)}$	0,283	1,079	0,994
Exponentielle	1,088	1,030	1,011	1,004	1,001	1,000	$a^{(b^x)}$	1,268	0,355	0,993
Puissance	1,381	1,069	1,014	1,003	1,001	1,000	$1 / (1 - e^{(-a.x^b)})$	1,287	1,088	0,958
Weibull										

Formules

	1	2	3	4	5	Ult
Puissance inverse	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00
Exponentielle	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00
Puissance	0,00	1,00	2,00	3,00	4,00	0,00
Weibull	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00

Pondération

	1	2	3	4	5	Ult
Puissance inverse	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00
Exponentielle	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00
Puissance	0,00	1,00	2,00	3,00	4,00	0,00
Weibull	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00

Tableau « Pondération »

FIGURE 53 : Bouton contrôlant l'affichage des paramètres de lissage



Par défaut, tous les coefficients sélectionnés sont utilisés pour ajuster les lissages. Leur pondération par défaut vaut 1, sauf celle du coefficient ultime qui vaut 0. Pour chaque lissage, l'utilisateur peut modifier la pondération affectée à un coefficient particulier ; pour cela, il faut saisir une nouvelle pondération dans le tableau « Pondération » que l'on affiche ou masque en cliquant sur le bouton « Afficher/masquer les pondérations » (voir FIG.50).

Lorsqu'une pondération n'est plus égale à sa valeur par défaut, la case contenant la pondération et celle contenant la valeur lissée correspondante apparaissent en orange. Ce code de couleur a pour but de rappeler à l'utilisateur qu'un traitement spécial a été appliqué dans le lissage des coefficients sélectionnés.

Par ailleurs, il suffit de mettre une pondération nulle pour exclure un point de l'ajustement des lissages.

Un graphique détaillé permet d'évaluer la pertinence du lissage effectué. Il est affiché ou caché en cliquant sur le bouton « Montrer le graphique des ratios/coefficients » (voir FIG.50). La fenêtre du graphique peut être agrandie et l'utilisateur peut également effectuer un zoom en sélectionnant la zone qui l'intéresse. Un clic droit suffit pour revenir en taille réelle.

N.B. : La procédure de lissage choisie impose que seuls les coefficients sélectionnés strictement supérieurs à 1 servent effectivement à ajuster les lissages ; tous les autres sont ignorés.

Points clé :

- Exclusion ou lissage des valeurs extrêmes dans le triangle des ratios ;
- Choix de coefficients appropriés, avec lissage si nécessaire.

5.7 Méthodes du coût moyen

5.7.1 Saisie du mode de calcul

Le choix du mode de calcul permet à l'utilisateur de décider s'il souhaite baser son estimation sur la méthode Chain ladder sur règlements moyens (ou sur charges moyennes) ou sur la méthode Chain ladder sur règlements (ou sur charges). Par défaut, la méthode Chain ladder sur règlements moyens (ou sur charges moyennes) est utilisée.

5.7.2 Organisation générale des feuilles « Coût moyen »

Les feuilles de paramétrage des méthodes « Coût moyen » sont organisées en 3 parties :



- la partie « **Méthode directe** » : elle présente le tableau des nombres, sinistres et coûts moyens ultimes calculés à partir des méthodes Chain Ladder.

On peut obtenir les montants ultimes de deux façon : soit directement par la méthode Chain Ladder appropriée (choix « Sinistres ultimes CL »), soit à partir de la méthode Chain Ladder sur coûts moyens et du nombre ultime de sinistres calculé par la méthode « CL / nombres » (choix « Coûts moyens CL »).

L'utilisateur choisit entre les deux possibilités grâce au menu déroulant situé dans la barre d'outils.

- la partie « **Lissage** » : elle effectue un lissage des coûts moyens et attribue un poids de confiance à la méthode directe pour proposer une valeur ajustée ;
- la partie « **Résultats** » : elle présente les résultats obtenus par la méthode Coût moyen sous la forme d'un tableau et d'un graphique.

5.7.3 Paramétrage du lissage

IBNRSTTM effectue un lissage exponentiel des coûts moyens obtenus par la méthode directe. L'utilisateur a la possibilité de choisir la période de début de lissage (c'est-à-dire d'exclure les années de survenance trop anciennes qui ne reflètent plus la réalité) ainsi que la période de fin (pour ne pas tenir compte des projections effectuées par la méthode Chain Ladder sur les années les plus récentes qui ne sont pas suffisamment développées). (FIG.54).

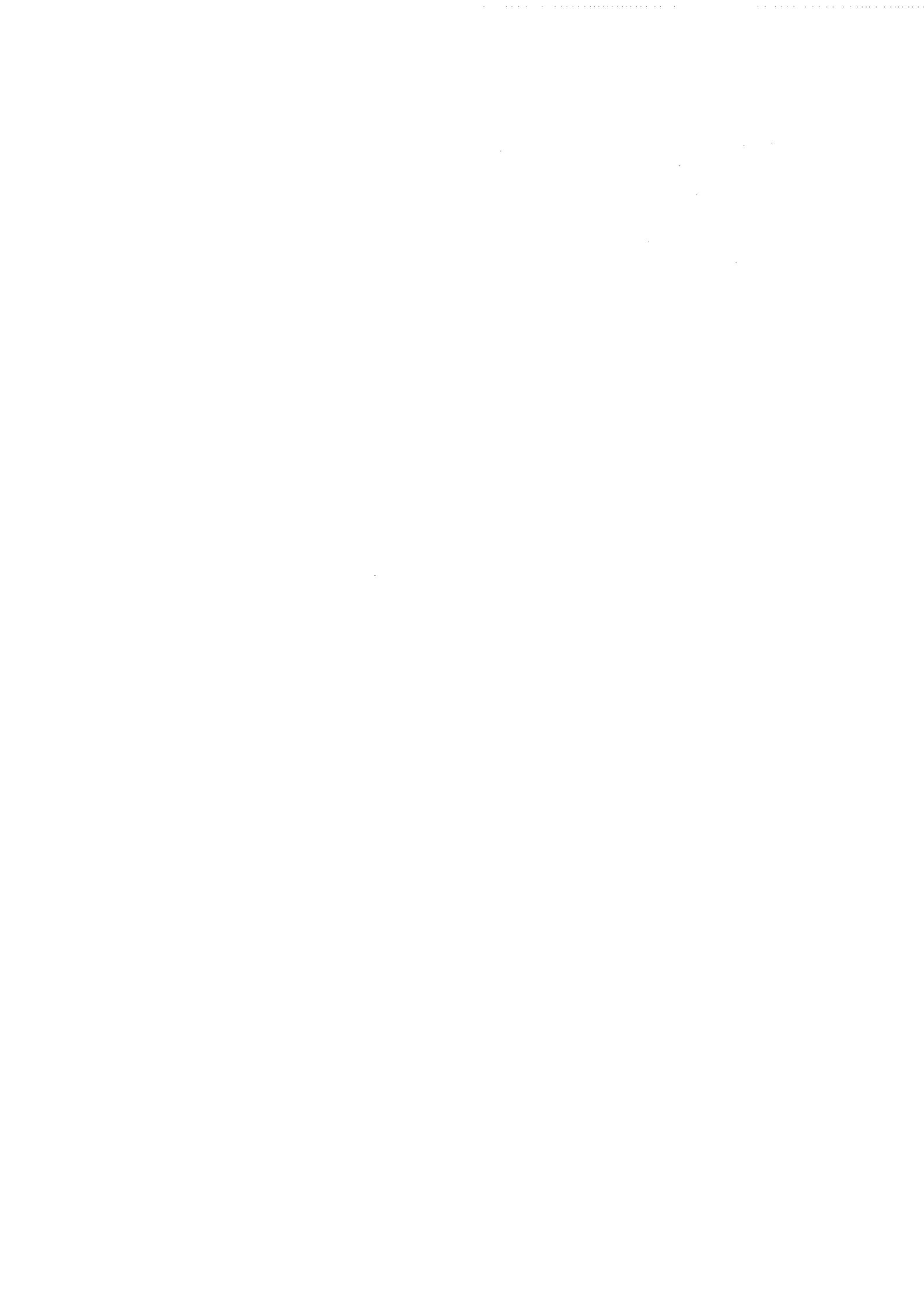
Lissage	Période de début	<input type="text" value="2"/> 
	Période de fin	<input type="text" value="4"/> 

FIGURE 54 : Zones de liste permettant le choix des périodes sur lesquelles effectuer le lissage

La période de début doit bien entendu être au minimum égale à 1 et au maximum à la période de fin. La période de fin ne peut quant à elle dépasser le nombre de lignes des triangles d'entrée.

Points clé :

- Vérification du paramétrage des méthodes « Chain Ladder » sur lesquelles est basée la méthode du « Coût moyen » ;
- Choix de l'historique de lissage le plus approprié.



5.8 Méthodes de Règlements par sinistre survenu (RPSS)

5.8.1 Organisation générale de la feuille « Règlements par sinistre survenu »

La feuille de paramétrage des méthodes « Règlements par sinistre survenu » est organisée en 4 parties :

- la partie « **Règlements par sinistre actualisés** » : elle présente le tableau ((Règlements / Sinistres survenus) actualisés) et offre les fonctionnalités d'exclusion de points et de choix de l'historique ;
- la partie « **Coûts moyens** » : elle présente le tableau des méthodes de calcul des coûts moyens, permet à l'utilisateur de sélectionner les coûts moyens souhaités, et effectue un récapitulatif de ses choix sous la forme d'un tableau (coûts moyens choisis) ;
- la partie « **Triangle des règlements complété** » : elle présente le triangle des « Règlements » complété à partir de la méthode des « Règlements par sinistre survenu » ainsi que des paramétrages de l'utilisateur ;
- la partie « **Résultats** » : elle présente les résultats issus de la méthode « Règlements par sinistre survenu » sous la forme d'un tableau et d'un graphique (facultatif).

5.8.2 Paramétrage de l'inflation

La méthode des « Règlements par sinistre survenu » permet de prendre en compte les chiffres concernant **l'inflation**. Tous les vecteurs ayant été entrés dans les paramètres additionnels peuvent être sélectionnés.

5.8.3 Paramétrage de l'historique

En procédant de manière similaire à celle employée pour le paramétrage des méthodes de Chain Ladder (utilisation de la zone de liste « **Historique** » : voir § 5.6.7), l'utilisateur peut fixer la valeur prise par l'historique de l'étude.



5.8.4 Exclusion de points

Afin d'en supprimer l'influence dans le calcul des coûts moyens, l'utilisateur peut choisir d'exclure une ou plusieurs données du tableau des Règlements par sinistre actualisés.

L'exclusion d'une valeur « Règlements par sinistre actualisés » est réalisée de la même façon que celle décrite dans le paramétrage des méthodes Chain Ladder (voir § 5.6.4). De même, les données numériques dont l'exclusion est effective sont affichées sur un fond rouge (FIG.55).

Origine : Survenance	Règlements par sinistre actualisés					
	1	2	3	4	5	6
12/1996	6,880	2,354	0,180	0,099	0,057	0,013
12/1997	5,691	2,144	0,276	0,055	0,011	
12/1998	4,184	5,489	0,645	0,078		
12/1999	5,400	2,429	0,180			
12/2000	5,273	2,147				
12/2001	5,233					

FIGURE 55 : Exclusion des valeurs « 5.489 » et « 0.645 » correspondant à l'origine 12/1998

5.8.5 Saisie des coûts moyens utilisateur

Afin d'assister l'utilisateur dans son choix des valeurs des coûts moyens, le logiciel IBNRST™ propose, pour chacune des colonnes du tableau, les 5 valeurs suivantes : les **moyennes simple et pondérée**, de même que les **minimum** et **maximum** des « Règlements par sinistre actualisés », ainsi que les **coûts moyens utilisateur**.

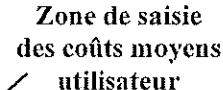
Il est à noter que ces données numériques sont analogues aux coefficients des méthodes Chain Ladder, sauf qu'elles représentent ici des montants. Les 4 premières valeurs mentionnées sont calculées (et mises à jour à chaque modification) selon les mêmes principes d'historiques et d'exclusion de points que dans les méthodes Chain Ladder. Par ailleurs, les calculs de pondération sont effectués d'après les « Nombres de sinistres ultimes » estimés par la méthode Chain Ladder sur Nombres de sinistres ; quant aux résultats : S/P Ultimes, ils dépendent des valeurs « Primes ultimes » issues de la méthode Chain ladder sur Primes.

L'utilisateur a la possibilité de saisir les valeurs correspondant aux « **coûts moyens utilisateur** » dans la dernière ligne du tableau de la FIG.53 : les cases associées sont mises à zéro par défaut. A noter qu'il peut aussi renseigner un coefficient supplémentaire (correspondant à la « queue de distribution ») et mis par défaut à 1. La procédure de saisie est identique à celle décrite en partie §5.6.8.

5.8.6 Sélection des coûts moyens de l'étude

Dans chacune des colonnes, l'utilisateur peut sélectionner les coûts moyens issus de la méthode retenue.

Les différentes modalités de cette sélection (procédure, outils, affichage...) sont analogues à celles expliquées au §5.6.8, et sont illustrées à la FIG.56.



Coûts moyens						
Méthodes :	1	2	3	4	5	Ult
Moyenne simple	5,444	2,268	0,212	0,077	0,034	0,013
Moyenne pondérée	5,417	2,244	0,215	0,075	0,030	0,013
Minimum	4,184	2,144	0,180	0,055	0,011	0,013
Maximum	6,880	2,429	0,276	0,099	0,057	0,013
Coûts moyens utilisateur	0,000	2,250	0,200	0,000	0,000	1,000

Récapitulatif :						
Coûts moyens sélectionnés	1	2	3	4	5	Ult
5,417	2,250	0,200	0,075	0,030	0,013	1,000

FIGURE 56 : Saisie des coûts moyens utilisateur « 2.250 » et « 0.200 » (colonnes 2 et 3) ; sélection (volontaire ou par défaut) des coûts « 5.417 », « 2.250 », « 0.200 », « 0.075 », « 0.030 », « 0.013 » et « 1.000 ».

Points clé :

- Exclusion des valeurs extrêmes des « Règlements par sinistre actualisés » ;
- Choix de coûts moyens adaptés.



5.9 Méthodes Bornhuetter-Ferguson

5.9.1 Principe

La méthode de Bornhuetter-Ferguson estime en premier lieu une sinistralité ultime à l'aide de l'exposition et de l'exposure ratio. Un triangle de liquidation est ensuite recomposé à l'aide des coefficients estimés dans la méthode « Chain ladder ».

Les flux futurs ainsi calculés donnent une évaluation des provisions.

5.9.2 Organisation générale des feuilles « Bornhuetter Ferguson »

La feuille de paramétrage de la méthode « Bornhuetter Ferguson » est organisée en 3 parties :

- la partie « **Données à saisir** » : elle présente le tableau de saisie des loss ratios (ou ratios de perte) correspondant à chaque période d'origine ;
- la partie « **Triangle complété** » : elle présente le triangle des sinistres complété à partir de la méthode « Bornhuetter Ferguson » ;
- la partie « **Résultats** » : elle présente les résultats de la méthode « Bornhuetter Ferguson » sous la forme d'un tableau et d'un graphique (facultatif).

5.9.3 Paramétrage

IBNRSTTM prévoit par défaut l'utilisation des « Primes ultimes » calculées dans la méthode Chain Ladder sur primes comme vecteur d'exposition par défaut. L'utilisateur peut s'il le souhaite choisir tout autre vecteur d'exposition défini dans les paramètres additionnels. Si d'autres triangles de type « Prime » ont été ajoutés dans les données d'entrée, les ultimes évalués par la méthode chain ladder sont également disponibles.

5.9.4 Saisie des « Loss ratio »

Par défaut, les valeurs des cases « Loss ratios » sont fixées à 100. Le paramétrage des données de ratios de perte est effectué selon la procédure habituelle de saisie.

Lorsque le vecteur d'exposition sélectionné est un vecteur de « Primes ultimes » ou une exposition de type « Prime », la saisie doit être faite en pourcentage (entrer 100 pour un loss ratio de 100 %).

Si un vecteur d'exposition de type « Nombre de sinistres » ou « Autre » est sélectionné, le vecteur à saisir n'est plus nommé « Loss Ratios (%) » mais « Burning cost » et la saisie ne s'effectue plus en pourcentage (entrer 100 pour un burning cost de 100%).



5.9.5 Evaluation des « Loss ratio »

L'utilisateur peut choisir le nombre de loss ratios qu'il souhaite estimer directement (par la méthode chain ladder ou s'il le souhaite entrer ses propres estimations)

Les « Loss ratios ajustés » sont ensuite évalués à partir du dernier loss ratio connu auquel on applique un taux d'accroissement basé sur les inflations des sinistres et des primes.

Le « Triangle complété » affiché par IBNRS (FIG.57) se met à jour automatiquement au fur et à mesure de la saisie.

Nombre de loss ratios à saisir		Zone de saisie des loss ratios						Bouton de copie des loss ratios chain ladder
Bornhuetter Ferguson surcharges		Précision	2	Affichage	X 1			
Vecteur d'exposition	Primes ultimes							
Données à saisir	Copier les	4	premiers loss ratios depuis le chain ladder					
		12/1996	12/1997	12/1998	12/1999	12/2000	12/2001	
Loss Ratios (%)		95,00	85,00	90,00	90,00			
Inflation charges (%)						0,00	0,00	
Inflation Primes ultimes (%)						0,00	0,00	
Loss Ratios ajustés (%)		95,00	85,00	90,00	90,00	90,00	90,00	
Triangle des charges complété		Zone du tableau qui se complète						
Origine : Survenance	1	2	3	4	5	6	Ult	
12/1996	295 070,00	91 184,00	4 217,00	5 267,00	1 051,00	517,00	0,00	
12/1997	332 433,00	114 107,00	16 218,00	548,00	-371,00	538,61	0,00	
12/1998	157 442,00	202 534,00	17 808,00	2 847,00	306,84	505,47	0,00	
12/1999	328 913,00	133 935,00	9 569,00	6 787,64	401,87	662,01	0,00	
12/2000	540 461,00	207 188,00	44 692,26	9 458,82	560,02	922,54	0,00	
12/2001	465 433,00	176 982,11	41 548,40	8 793,44	520,63	857,64	0,00	

FIGURE 57 : Tableau de paramétrage de la méthode « Bornhuetter Ferguson » montrant la zone de saisie des loss ratios ainsi que la zone du tableau qui se complète

Points clé :

- Penser à vérifier la qualité des coefficients calculés dans les méthodes « Chain Ladder » ;
- S'assurer d'avoir choisi un vecteur d'exposition adéquat.



5.10 Méthode du « Loss Ratio »

5.10.1 Organisation générale de la feuille « Loss Ratio »

La feuille de paramétrage de la méthode du Loss Ratio se présente sous la forme d'un tableau unique, constitué de 3 lignes : « Primes ultimes » - « Loss Ratios » (données à saisir) - « Sinistres ultimes » (résultats) (FIG.55), ainsi que d'un graphique (facultatif).

Il est à noter que les valeurs des « Primes ultimes » affichées correspondent aux résultats obtenus par la méthode Chain ladder sur Primes. Par ailleurs, les valeurs des cases « Loss Ratios » ou « ratios de perte » sont mises à 100 (%) par défaut.

5.10.2 Saisie des « ratios de perte »

L'utilisateur a la possibilité de renseigner les valeurs des loss ratios (en %) dans la seconde ligne du tableau. Ceci est effectué selon la procédure habituelle de saisie (cliquer sur une case de son choix puis saisir au clavier la valeur numérique correspondante).

Au fur et à mesure de la saisie, les montants des « Sinistres ultimes » sont calculés et s'affichent, avec une mise à jour automatique, dans la dernière ligne du tableau (FIG.58).

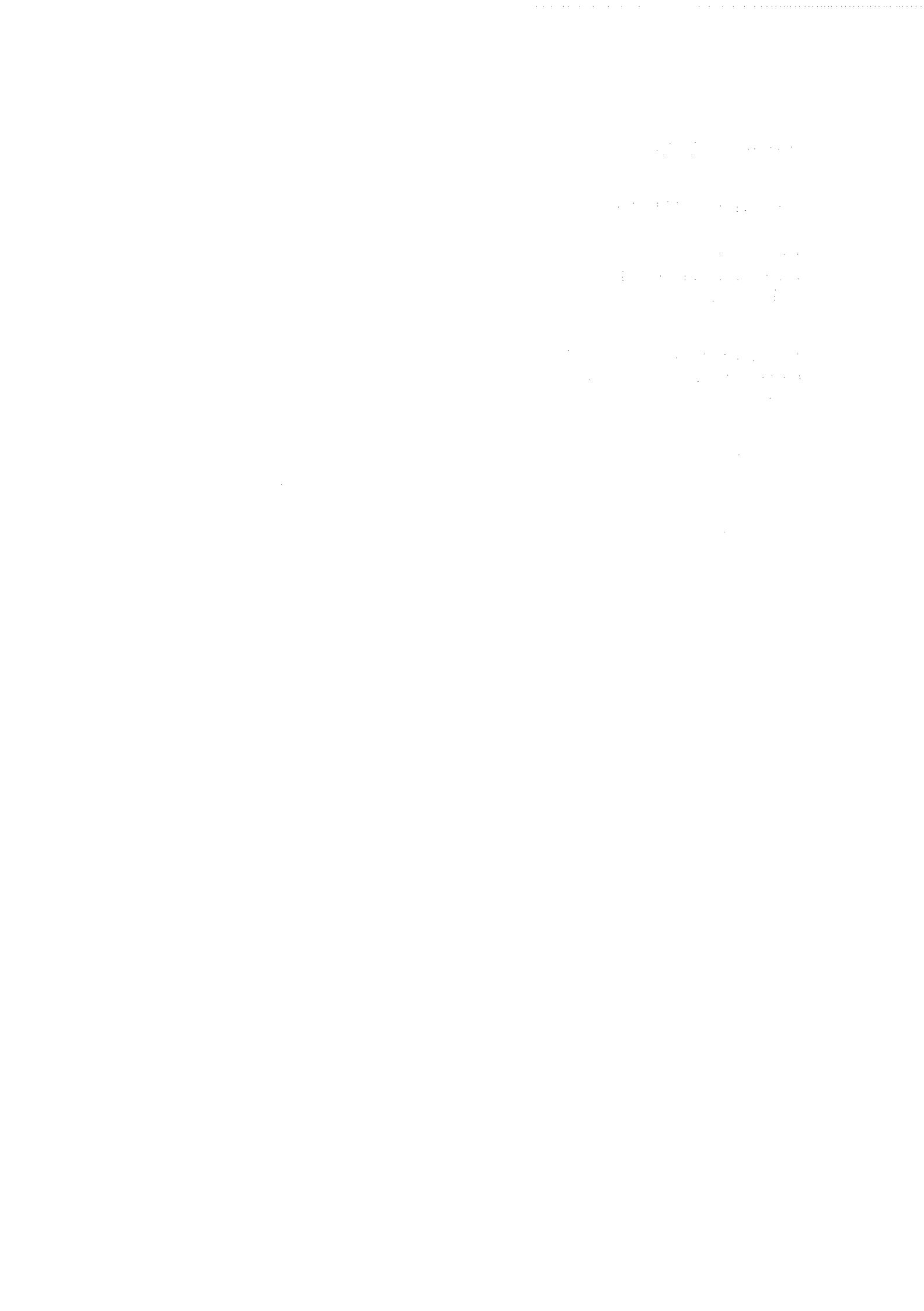
Zone de saisie des loss ratios						
Loss Ratio	Précision	0	Affichage	x 1		
	12/1996	12/1997	12/1998	12/1999	12/2000	12/2001 Total
Primes ultimes	406 553	486 960	431 603	565 275	787 730	732 318 3 410 440
Loss Ratios (%)	90	100	95	100	98	99
Règlements ultimes	365 698	486 960	410 023	565 275	771 976	724 995 3 325 127

FIGURE 58 : Tableau de paramétrage de la méthode du Loss Ratio

5.11 Méthodes de « De Vylder »

5.11.1 Principe

La méthode de « De Vylder » suppose l'existence de coefficients multiplicatifs entre deux colonnes d'un triangle d'entrée en données non cumulées. Chaque valeur du triangle non



cumulé est alors vue comme une proportion de la valeur ultime. L'évaluation des données manquantes se fait sur un principe des moindres carrés.

5.11.2 Organisation générale des feuilles « De Vylder »

La feuille de paramétrage de la méthode « De Vylder » est organisée en 2 parties :

- la partie « **Triangle complété** » : elle présente le triangle des sinistres complété à partir de la méthode « De Vylder » ;
- la partie « **Résultats** » : elle présente les résultats de la méthode « De Vylder » sous la forme d'un tableau et d'un graphique (facultatif).



6 VISUALISATION DES RESULTATS

6.1 Résultats détaillés

6.1.1 Présentation générale des éléments constituant les résultats détaillés

La feuille de visualisation des **résultats détaillés** est organisée en 5 parties au maximum :

- le **tableau des données d'origine** résumées, qui présente pour chaque triangle d'entrée existant, les montants (ou nombres) correspondant à la dernière diagonale ;
- les **tableaux des résultats ultimes** estimés avec les différentes méthodes du logiciel. Le tableau central permet par ailleurs la sélection de la sinistralité ultime issue de la (ou des) méthode(s) choisie(s) (FIG.59), ainsi que la saisie de valeurs par l'utilisateur;
- le **tableau des flux futurs actualisés** aux taux financiers choisis dans les « Paramètres additionnels », où est calculée, pour chaque année d'origine (et pour chaque méthode), la valeur des montants futurs actualisés ;
- le **tableau des durations** qui sont évaluées par année d'origine et par méthode ;
- le **tableau des « Autres résultats »** de l'étude, présentant notamment les résultats en termes de provisions. Un aperçu des intitulés des lignes de ce tableau est présenté en FIG.59 :

Autres résultats	
12/1996	
Provisions Totales	16,00
Provisions IBNR	0,00
Provisions totales nettes de PANÉ	16,00
Provisions IGNÉ nettes de PANÉ	0,00
Coûts moyens ultimes	9,58
LR ult. sélect. / Primes ultimes (%)	97,73
LR ult. sélect. / Expo[t=prime] (%)	132,44
Burning cost / Expo[t=nomb]	9,93
Burning cost / Expo[t=autre]	0,75

FIGURE 59 : Aperçu des intitulés correspondant aux lignes du tableau : « Autres résultats »



Remarque importante :

Lors du calcul des flux futurs actualisés et des durations relatif aux méthodes Chain-ladder, on considère que les paiements sont étalés dans le temps jusqu'à la période ultime saisie par l'utilisateur, si le coefficient ultime sélectionné est un coefficient lissé.

6.1.2 Procédure de sélection des sinistres ultimes

La sélection de la méthode de détermination de la sinistralité ultime est **obligatoire** pour la suite de l'étude (aucune méthode n'étant sélectionnée par défaut).

L'utilisateur peut sélectionner autant de méthodes par colonne qu'il le souhaite en **double-cliquant** sur les différentes cases du tableau. Il peut également sélectionner ou désélectionner une ligne entière en double-cliquant directement sur l'intitulé de la ligne ou à l'aide du menu contextuel.

Les cellules contenant les valeurs numériques sélectionnées s'affichent sur un **fond bleu**. Les valeurs numériques qui seront prises en compte dans la suite des calculs sont affichées dans la ligne « **Sin. ultimes sélectionnés** » et se mettent à jour automatiquement : celles-ci correspondent, par colonne, aux moyennes simples des éléments sélectionnés (FIG.60).

Résultats - Sinistres ultimes		12/1996	12/1997	12/1998	12/1999	12/2000	12/2001	Total
Méthodes :								
CL / Règlements		397 290,00	463 575,27	381 687,67	476 488,45	776 533,55	705 703,96	3 201 278,90
CL / Charges		397 306,00	463 538,19	381 428,64	479 822,12	811 314,89	712 760,08	3 246 169,91
Coût moyen / Règlements		397 290,00	463 631,92	381 373,30	474 344,83	790 817,86	730 804,83	3 238 262,74
Coût moyen / Charges		397 306,00	463 606,66	381 240,10	475 433,38	791 535,69	711 358,30	3 220 530,13
RPSS / Règlements		438 746,00	520 298,38	417 975,80	535 053,50	869 699,69	760 499,23	3 542 272,59
RPSS / Charges		438 762,00	520 253,02	417 881,71	535 941,50	880 134,17	801 497,12	3 594 469,51
BF / Règlements		397 290,00	463 575,27	381 687,67	476 979,37	773 299,66	689 491,02	3 182 322,98
BF / Charges		397 306,00	463 473,61	381 433,31	480 268,53	803 282,61	694 135,22	3 219 909,32
Loss Ratio		365 897,70	466 960,42	410 023,06	565 275,01	771 975,85	724 994,60	3 325 126,64
DeVylder / Règlements		397 290,00	463 563,49	381 228,97	475 620,28	773 221,07	635 456,83	3 176 380,63
DeVylder / Charges		397 306,00	463 525,46	381 205,78	476 576,76	775 549,85	684 239,27	3 178 403,12
Sin. ultimes utilisateur		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sin. ultimes sélectionnés		397 306,00	463 505,90	381 435,97	480 045,33	807 298,77	703 447,65	3 233 039,62

FIGURE 57 : Tableau de sélection des sinistres ultimes : cas où les ultimes issus des méthodes « Chain Ladder sur Charges » et « Bornhuetter Ferguson sur charges » ont été sélectionnés simultanément

L'utilisateur peut également, en appuyant sur le bouton « Afficher/masquer les pondérations », accorder un poids différent à chaque valeur sélectionnée (FIG.61). Ces pondérations sont également répercutées dans le calcul des « Flux futurs actualisés » et des « Durations ».





FIGURE 61 : Bouton contrôlant l'affichage des pondérations

6.1.3 Prise en compte des vecteurs d'exposition

Dans le tableau des « Nombres de sinistres ultimes », un vecteur de « Fréquences moyennes » est ajouté pour chaque vecteur d'exposition de type « Nombre de sinistre ». Il est défini comme le rapport entre les nombres de sinistres ultimes évalués par la méthode « Chain ladder sur nombres » et le vecteur d'exposition considéré.

Dans le tableau « Autres résultats », chaque exposition de type « Prime » entraîne le calcul d'un vecteur de « Loss Ratio » (affiché en pourcentage) alors qu'une exposition de type « Nombre de sinistres » ou « Autre » permet de calculer un vecteur de « Burning cost » (défini de la même manière qu'un loss ratio, mais qui n'est pas affiché en pourcentage).

6.2 Synthèse

La feuille de visualisation de la synthèse des résultats est constituée au maximum de 3 parties :

- la barre d'outils, comportant les boutons « Montrer le graphique des ultimes » et « Copier les données du tableau dans le presse papier », ainsi que la zone de liste « Précision » ;
- le tableau de synthèse des résultats, avec les données numériques correspondant aux intitulés présentés en FIG.62 ;

Synthèse		Precision	1	Affichage	x 1	<input checked="" type="checkbox"/>
Tableau de synthèse						
Résultats :			12/1996	12/1997	12/1998	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Primes ultimes			406 553,0	486 960,4	431 603,2	
Sin. ultimes sélectionnés			397 306,0	463 505,9	381 436,0	
Provisions IBNR			0,0	570,9	805,0	
Nombres ultimes			41 456,0	56 612,0	36 541,6	
Coûts moyens ultimes			9,6	8,2	10,4	
LR ult. sélect. / Primes ultimes (%)			97,7	95,2	88,4	
LR ult. sélect. / Expot[t=prime] (%)			132,4	115,9	84,8	

FIGURE 62 :
Aperçu des intitulés des éléments affichés dans le tableau de synthèse



- un graphique « facultatif » qui (lorsqu'il est activé) présente, en fonction de la période d'origine, les courbes d'évolution des primes et sinistres ultimes sélectionnés (FIG.63).

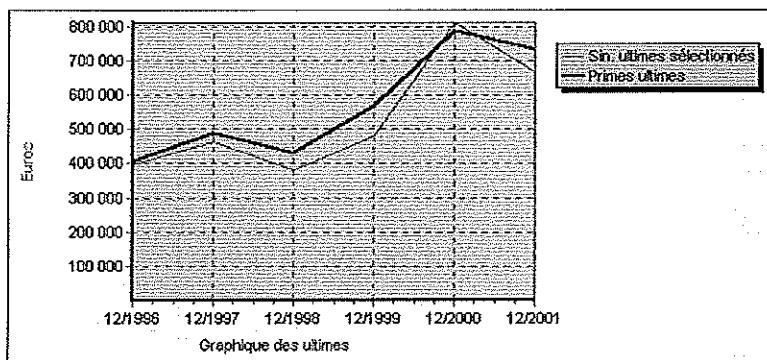


FIGURE 63 : Graphique de la « Synthèse des résultats » : primes ultimes et sinistres ultimes

6.3 Projections

Le logiciel IBNRSTM permet de visualiser les flux à venir par année calendaire, aussi bien pour les primes que pour les sinistres. Ceci permet une analyse des encaissements et des décaissements à prévoir.

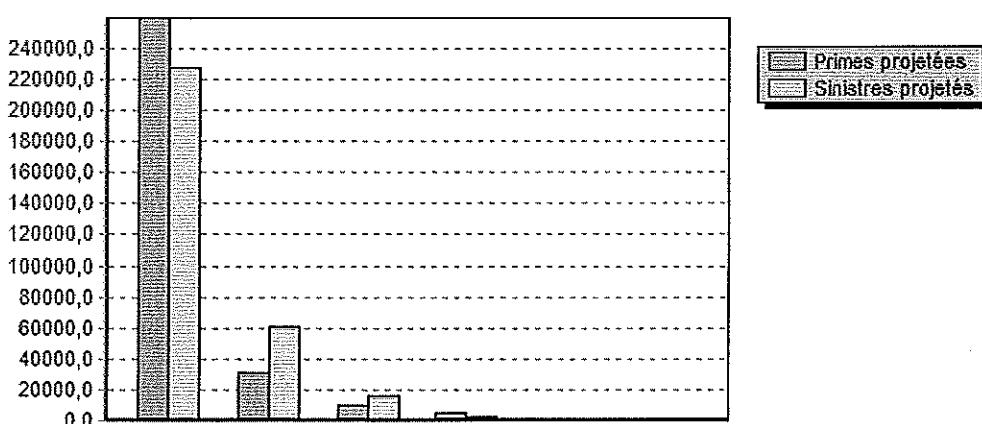
La feuille rendant compte des projections est structurée en 2 parties :

- les primes futures ;
- les sinistres futurs.

Dans le cas où toutes les primes seraient réglées dès la première période, le tableau des primes futures est bien entendu rempli de zéros.

Pour évaluer les sinistres futurs, IBNRSTM prend en compte la sélection des sinistres ultimes effectuée par l'utilisateur dans les « Résultats détaillés ».

Graphique des flux futurs



7 PROJECTIONS STOCHASTIQUES

7.1 BootStrap

7.1.1 Principe

Le BootStrap permet de décrire la **distribution empirique** du montant des **sinistres ultimes**. Cette méthode permet donc une étude plus approfondie du risque présenté par la sinistralité.

7.1.2 Organisation générale de la feuille « BootStrap »

La feuille de visualisation des **résultats du BootStrap** regroupe 4 éléments :

- la **barre d'outils** ;
- le **tableau des paiements prédis par la méthode CL** ;
- le **triangle des résidus de Pearson** ;
- le **tableau de résultats du BootStrap**, présentant les valeurs numériques des moyennes, écart-type et médiane correspondant à la prédiction du montant des règlements ultimes, ainsi qu'une « **Value at Risk** » (VaR) et une « **Tail-Value at Risk** » (Tail-VaR) pour un indice de risque spécifié par l'utilisateur.

7.1.3 « Triangle de Pearson »

7.1.3.1 Exclusion des résidus

L'utilisateur peut exclure de l'étude les résidus qui lui semblent extrêmes par un double-clic. Ces résidus apparaissent en rouge dans le « Triangle de Pearson ».

Les résidus égaux à 0 doivent être exclus (notamment ceux des coins en bas à gauche et en haut à droite du triangle, qui sont exclus par défaut).

Ces exclusions doivent permettre de considérer l'hypothèse de résidus indépendants et identiquement distribués (i.i.d) vérifiée, ce qui est nécessaire pour une projection pertinente.

7.1.3.2 Affichage des résidus extrêmes

Les résidus supérieurs (en valeur absolue) à la valeur entrée dans la zone « **Afficher les résidus supérieurs à** » apparaissent en rouge dans le triangle des résidus (FIG.64). Ceci doit permettre à l'utilisateur de détecter les résidus extrêmes.



Origine	1	2	3	4	5	6
12/1996	60,77	-73,13	-52,91	3,28	26,83	0,00
12/1997	46,19	-59,25	-2,14	-21,33	-24,83	
12/1998	-185,40	238,70	91,37	-14,93		
12/1999	20,36	-14,13	-45,46			
12/2000	38,66	-55,56				
12/2001	0,00					

FIGURE 64 :

Affichage des résidus supérieurs à 150

Si la valeur 0 est entrée, aucun résidu n'apparaît en surbrillance.

Attention : Les résidus ainsi affichés ne sont pas exclus par défaut. L'utilisateur peut appuyer sur le bouton « Exclure les résidus en surbrillance » s'il le souhaite (FIG.65).



FIGURE 65 : Bouton « Exclure les résidus en surbrillance »

7.1.3.3 Graphique des résidus de Pearson

Le « Graphique des résidus de Pearson » permet de mettre en évidence les résidus extrêmes. Les résidus affichés en surbrillance dans le triangle sont ceux qui dépassent la limite rouge, les résidus affichés en rouge sont ceux exclus (voir FIG.66)

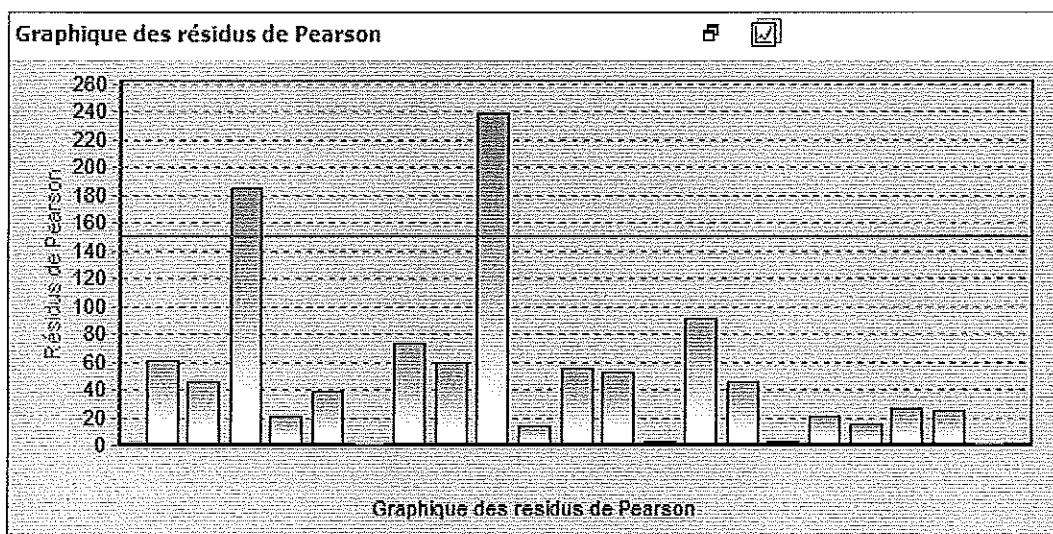


FIGURE 66 : Graphique des résidus de Pearson



7.1.3.4 Historique

La modification de l'historique h a pour effet de ne prendre en compte que les h derniers résidus de Pearson de chaque colonne (de manière identique au paramétrage de l'historique des méthodes Chain Ladder).

7.1.3.5 Limites de zone

Les limites de zone (FIG.68) peuvent être définies dans le « Triangle de Pearson » par un clic droit (FIG.67). Elles assurent que les résidus simulés à chaque itération seront pris dans la même zone du triangle des résidus. Les limites de zone doivent être définies lorsque l'hypothèse d'homoscédasticité des résidus semble être vérifiée par zone plutôt que sur le triangle entier.

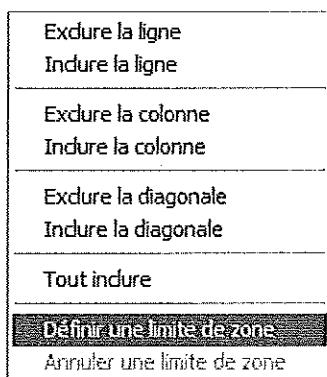


FIGURE 67 :
Définition d'une limite de zone par un clic droit

Origine	1	2	3	4	5	6
12/1996	60,77	-73,13	-52,91	3,28	26,83	0,00
12/1997	46,19	-59,25	-2,14	-21,33	-24,83	
12/1998	135,-0	233,76	91,37	-14,93		
12/1999	20,36	-14,13	-45,46			
12/2000	38,66	-55,56				
12/2001	0,00					

FIGURE 68 :
Limite de zone dans le « Triangle de Pearson »

7.1.4 Indice de risque

La VaR s'interprète de la manière suivante : la probabilité que les sinistres ultimes soient supérieurs à la VaR(X%) est égale à X% ou encore il y a X% de chances pour que les sinistres ultimes soient supérieurs à la VaR(X%). La Tail-VaR(X%), quant-à-elle, représente la valeur moyenne des sinistres ultimes qui sont supérieurs à la VaR(X%).

Pour calculer ces deux quantités, il est nécessaire de se fixer un indice de risque, c'est-à-dire une valeur pour X.



7.1.5 Nombre d'itérations

Cette valeur permet de contrôler le degré de précision auquel on souhaite parvenir. Plus elle est grande, plus le temps de calcul est important et plus la marge d'erreur sera faible.

On peut illustrer ce phénomène graphiquement (FIG.69):

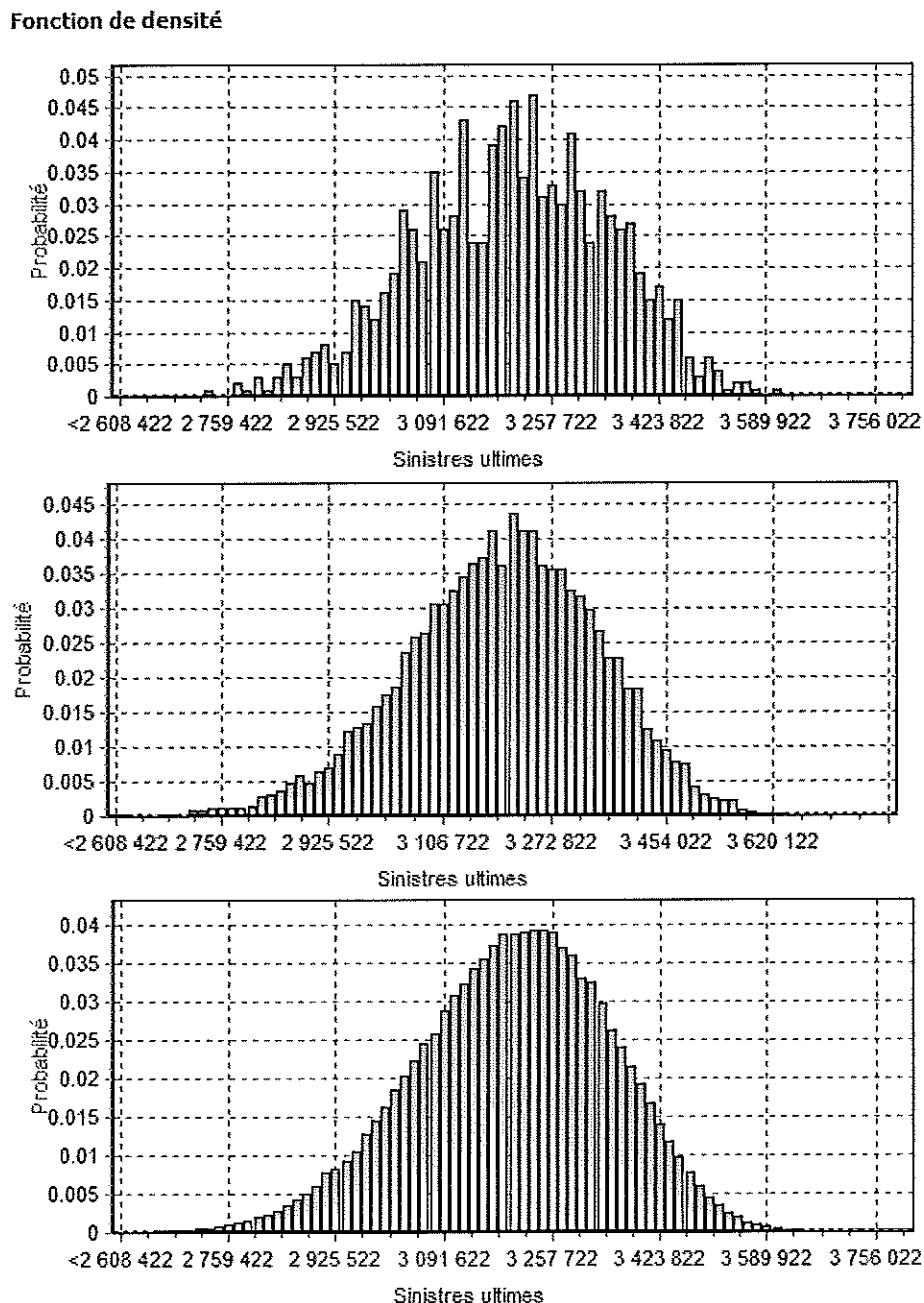


FIGURE 69 : Evolution de la densité de sinistralité après augmentation du nombre d'itérations (1 000, 10 000 puis 100 000)



7.1.6 Autres options

7.1.6.1 *Erreur de processus*

L'incorporation de l'erreur de processus permet de prendre en compte l'incertitude due à la méthode utilisée, en plus de la variabilité naturelle de la sinistralité. Pour plus de précisions, l'utilisateur peut se reporter aux articles suivants : England, P. and Verrall,R. (1998) *Standard Errors of Prediction in claims reserving : a comparison of methods*, Workshop of the 1998 General Insurance Convention and ASTIN Colloquium ; England, P. and Verrall,R (2002) *Stochastic Claims Reserving in General Insurance*, Institute of Actuaries.

N.B. : Lorsqu'un coefficient ultime est sélectionné parmi les lissages proposés dans la feuille Chain-Ladder, l'erreur de processus est appliquée sur l'intégralité du développement, y compris sur la queue de distribution ainsi définie.

7.1.6.2 *Ajustement proportionnel*

L'option « Ajustement proportionnel » permet de s'assurer que la valeur moyenne de la sinistralité ou des provisions calculée par le BootStrap sera identique à celle choisie dans les « Résultats détaillés ».

7.1.6.3 *Actualiser des flux*

Cocher l'option « Actualiser les flux » a pour effet de ramener les valeurs futures évaluées par la méthode du BootStrap à la date courante. L'actualisation est réalisée à partir des « Taux financiers » choisis dans les paramètres additionnels.

7.1.6.4 *Figer la suite aléatoire*

Cette option permet de fixer la racine utilisée par le générateur aléatoire. Un nouvel appui sur le bouton « Calculer » ne modifiera donc pas les résultats calculés (si le nombre d'itérations n'a pas été modifié).

7.1.6.5 *Choix du générateur aléatoire*

Deux générateurs aléatoires sont proposés : « Générateur congruentiel » et « Fibonacci ». Le générateur congruentiel est basé sur une suite de nombres irrationnels générés par des nombres premiers. Le générateur Fibonacci est basé sur la suite de Fibonacci.

Points Clé :

- Choix d'un nombre d'itérations suffisant ;
- Exclusion des résidus de Pearson ;
- Comparaison de plusieurs résultats différents en relançant le calcul (bouton « Calculer »).



7.2 Lois paramétriques

7.2.1 Principe

Cette méthode permet, à partir d'une estimation de la moyenne et de l'écart-type des sinistres ultimes, d'obtenir une évaluation de la VaR et de la Tail-VaR.

7.2.2 Organisation générale de la feuille « Lois paramétriques »

La feuille de visualisation de la méthode « Lois paramétriques » regroupe 4 éléments :

- la **barre d'outils**, composée des zones de liste « Précision », « Affichage » et « Loi utilisée »;
- le **choix des paramètres**, avec une moyenne et un écart-type ;
- le **tableau de résultats**, présentant les mêmes résultats que la méthode du BootStrap (pour plus de détail, se référer à la partie précédente) ;
- le **graphique de la densité**.

7.2.3 Choix des paramètres

La valeur « Moyenne » reprend la sinistralité moyenne sélectionnée dans les « Résultats détaillés ». Une estimation de l'écart-type par la méthode de Thomas Mack est proposée. Il est toutefois possible d'entrer une valeur différente.

7.2.4 Choix de la loi utilisée

Dans cette méthode, le calcul des résultats nécessite l'utilisation d'une loi de probabilité pour les sinistres ultimes. Celle-ci peut être sélectionnée dans la zone de liste « Loi utilisée ». L'utilisateur a le choix entre une loi normale et une loi log normale.



8 IMPRESSIONS / EXPORTATIONS DE DONNEES

8.1 Impression des tableaux / graphiques sélectionnés

8.1.1 Paramétrage de l'impression

L'utilisateur accède aux feuilles de configuration de l'impression à partir du menu : **Impression \ Paramétrer l'impression.**

Il lui est alors laissé la possibilité de paramétrier les types d'imprimante et de papier, l'orientation de la feuille, ainsi que les propriétés associées à l'impression... Par ailleurs, avec certaines imprimantes, un aperçu du document avant impression peut être obtenu en validant l'option **Print Preview**.

8.1.2 Lancement de l'impression

Pour lancer directement la procédure d'impression (sans paramétrage préalable), l'utilisateur peut choisir : « Exportations/ Impressions » puis « Impression sélection » dans l'arborescence des « actions » ou les instructions : **Impression\Imprimer... (Ctrl P)** de la barre de menus principale du logiciel IBNRST™.

8.1.3 Contenu des feuilles d'impression

Tous les documents provenant du logiciel IBNRST™ sont imprimés avec une **page de garde** sur laquelle figurent les informations générales de l'étude (renseignées par l'utilisateur dans les étapes 1/4 et 2/4 de la création des études).

Les **éléments sélectionnés** pour l'impression (selon la procédure indiquée au § 5.1.3) sont imprimés dans l'ordre établi par l'arborescence des « actions » en observant un saut de page lors de chaque changement « d'action ».

L'utilisateur doit noter que les **lissages** et/ou **exclusions** de points, bien que toujours pris en compte dans les calculs, ne sont pas mis en évidence au niveau des feuilles d'impression.



8.2 Exportation de la sélection

8.2.1 Exportation des tableaux sélectionnés vers le presse-papier

Les **tableaux sélectionnés** peuvent être exportés vers le presse-papier en suivant le chemin : « Exportations/Impressions » puis « Copier sélection » (arborescence des « actions »).

Pour voir se créer effectivement les données exportées sous un format Excel, l'utilisateur doit valider l'instruction « **Coller** » au niveau d'un fichier Excel de destination qu'il aura pris soin d'ouvrir auparavant (FIG.70).

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Chain ladder sur nombres de sinistres - Ratios										
21	Onglets : Surendance	1	2	3	4	5	6			
22	déc-96	1.377	1.02	1.106	1.005	1.001				
23	déc-97	1.34	1.329	1.053	1.001					
24	déc-98	2.428	1.073	1.077						
25	déc-99	1.428	1.192							
26	déc-00	1.597								
27	déc-01									
28										
29	Chain ladder sur nombres de sinistres - Coefficients - Méthodes :									
30	Méthodes :	1	2	3	4	5	6			
31	Moyenne simple	1.634	1.153	1.079	1.003	1.001				
32	Moyenne pondérée	1.543	1.163	1.075	1.003	1.001				
33	Minimum	1.34	1.02	1.053	1.001	1.001				
34	Maximum	2.428	1.329	1.106	1.005	1.001				
35	Coefficients utilisés	0	0	0	0	0	1			
36										
37	Chain ladder sur nombres de sinistres - Coefficients - Récapitulatif :									
38	Récapitulatif :	1	2	3	4	5	6			
39	Coefficients choisis	1.543	1.163	1.075	1.003	1.001	1			
40	Coef. à l'ultime	1.936	1.255	1.079	1.004	1.001	1			
41	Coef. de développement	51.643	79.882	92.84	99.621	99.875	100			
42										
43	Chain ladder sur nombres de sinistres - Résultats									
44	Résultats :	déc-96	déc-97	déc-98	déc-99	déc-00	déc-01	Total		
45	Nb de sinistres	41456	55541	36403	54301	79302	44521	312624		
46	Coef. à l'ultime (%)	100	100.13	100.38	107.95	125.5	193.64			
47	Nombres ultimes	41456	55812.01	36541.62	56615.24	99523.39	66402.22	379150.47		
48	IBNR/Nombres	0	71.01	138.62	4314.24	20221.39	41781.22	66526.47		

FIGURE 70 : Aperçu des tableaux Chain ladder sur Nombres de sinistres exportés vers Excel

Les données de l'ensemble des tableaux sélectionnés sont exportées dans une **unique feuille Excel**, de haut en bas, selon l'ordre de l'arborescence des « actions ».

8.2.2 Exportation des tableaux sélectionnés vers des fichiers « texte »

Les données des **tableaux sélectionnés** peuvent aussi être exportées vers des fichiers « **texte** » (fichiers d'extension *.txt) à partir du choix « Exportations/Impressions » puis « Exportation fichier .txt ».



La feuille « Exportation des tableaux sélectionnés » (FIG.71) peut être renseignée de la façon suivante :

- dans la partie gauche de la feuille : ouvrir le répertoire de destination des données ;
- dans le champ de saisie « Nom de base » : saisir le nom du répertoire qui sera créé ;
- au niveau de l'encadré « Séparateur de champ » : sélectionner le type de séparateur de champ à utiliser, parmi « Tabulation », « ; » et « Autre » (à renseigner) ;
- Cliquer sur **Exporter**.

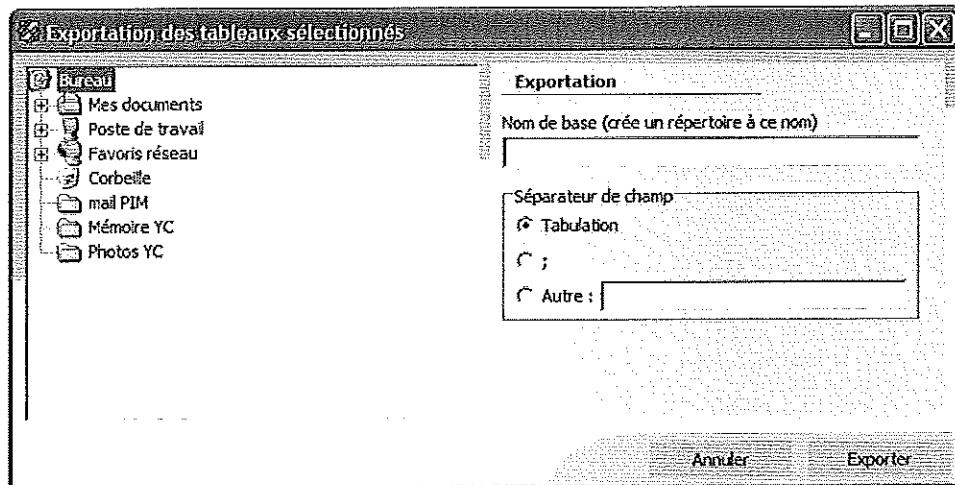


FIGURE 71 : Feuille d'exportation des tableaux sélectionnés sous le format « texte »

L'exportation conduit à la création d'un répertoire portant le nom de base indiqué et contenant l'ensemble des fichiers correspondant aux données exportées (un fichier par tableau exporté).

8.3 Export Excel avancé

Il est possible de définir un **modèle d'exportation des données**, sur le même principe qu'un modèle d'importation automatisée (voir § 4.3).

Cette fonctionnalité est accessible à partir du menu **Fichier\Export Excel Avancé...** de l'interface « principale » ou de l'icône « Export Excel avancé » située dans la barre d'outils de l'interface (voir FIG.72).





FIGURE 72 : Icône d'export Excel avancé

Sur l'écran apparaît alors la feuille représentée en FIG.73.

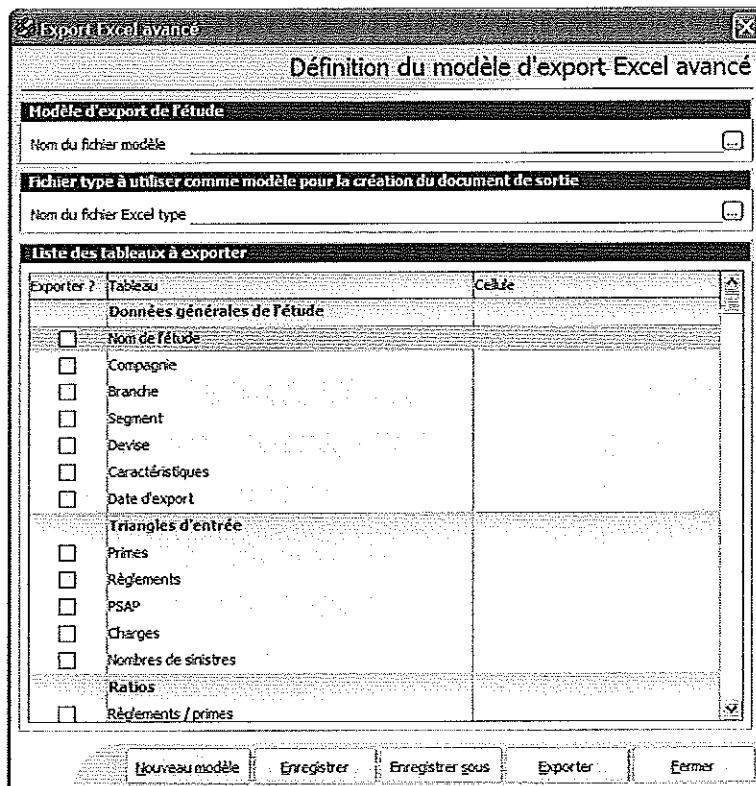


FIGURE 73 : Fenêtre « Export Excel avancé »

N.B. : l'export Excel avancé est accessible à partir de l'interface principale et de l'interface du module de consolidation (voir § 10).

8.3.1 Création d'un nouveau modèle d'export

Dans la fenêtre « Export Excel Avancé », cliquer sur le bouton « Nouveau modèle » puis effectuer les saisies comme indiqué ci-dessus :

- Dans la fenêtre « Fichier type à utiliser... », l'utilisateur doit renseigner le chemin d'un fichier Excel type permettant de définir le modèle d'exportation en cliquant sur le bouton .



- Dans la fenêtre « Liste des tableaux à exporter », l'utilisateur doit sélectionner chaque tableau/triangle à exporter en cochant la case correspondante, puis assigner à chacun une cellule correspondant à la première cellule des données en cliquant sur le bouton .

Une fois la saisie terminée, sauvegarder le modèle à l'aide du bouton « Enregistrer sous... » et spécifier un chemin et un nom au modèle d'export nouvellement créé. L'extension des modèles d'export est « *.ixp ».

8.3.2 Modifier un modèle d'export préexistant

Dans la fenêtre « Export Excel Avancé », cliquer sur le bouton  situé à droite du cadre intitulé « Modèle d'export de l'étude », puis sélectionner le modèle d'export « *.ixp » à modifier. Effectuer les modifications désirées puis cliquer sur le bouton « Enregistrer ».

8.3.3 Effectuer un export à l'aide d'un modèle préexistant

Dans la fenêtre « Export Excel Avancé », cliquer sur le bouton  situé à droite du cadre intitulé « Modèle d'export de l'étude », puis sélectionner le modèle d'export « *.ixp » désiré. Cliquer sur le bouton « Exporter ».

L'utilisateur doit alors sélectionner le fichier Excel qui servira de fichier de destination de la procédure d'export avancé.



9 PISTE D'AUDIT

Le logiciel **IBNRSTM** permet le suivi des modifications d'une étude au cours de son existence à travers la **piste d'audit**. Cette fonctionnalité est accessible à partir du bouton correspondant situé dans la barre des tâches de l'interface « principale » (voir FIG.74).



FIGURE 74 : Icône piste d'audit

La piste d'audit contient les évènements relatifs à l'étude en cours, c'est-à-dire l'ensemble des modifications apportées à l'étude depuis sa création (cas de l'utilisation d'**IBNRSTM 1.7** ou d'une version ultérieure). Toute nouvelle modification y est consignée et vient s'ajouter aux autres évènements déjà répertoriés.

N.B. : lors de la consultation d'une étude, toute modification apportée apparaît dans la piste d'audit. Cependant, les modifications non sauvegardées sont effacées et n'apparaissent pas dans la piste d'audit lors de la réouverture de l'étude.

N.B. : la piste d'audit ne peut pas être modifiée *a posteriori* ; si une modification a eu lieu et a été sauvegardée, l'évènement qui lui est relatif sera inscrit de façon immuable dans la piste d'audit.



10 MODULE DE CONSOLIDATION

10.1 Lancement du module

Le logiciel IBNRST™ offre la possibilité de consolider plusieurs études, permettant ainsi de mettre en évidence les éventuelles corrélations entre celles-ci.

Ce module est lancé à partir de la barre d'outils de l'interface « principale », en cliquant sur le bouton « Consolidation » (FIG.75)



FIGURE 75 : Bouton « Consolidation »

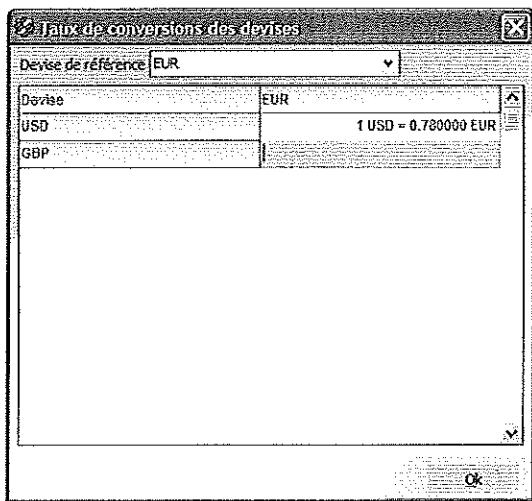
10.2 Ajout d'études

L'utilisateur peut sélectionner les études à consolider en cliquant sur le bouton « Ajouter » (FIG.76). Celles-ci apparaissent ensuite dans la « Liste des études ».



FIGURE 76 : Bouton d'ajout d'études

Les études à consolider doivent avoir les mêmes propriétés (il faut par exemple que tous les triangles aient une géométrie identique). Il est cependant possible de consolider des études ayant des monnaies différentes. Il sera alors demander à l'utilisateur d'entrer un taux de change entre ces deux monnaies (FIG.77).



Devise	EUR
USD	1 USD = 0.780000 EUR
GBP	

FIGURE 77 :
Saisie des taux de changes



Il est possible de modifier ces taux de change a posteriori en appuyant sur le bouton « Consolider les devises » (FIG.78).



FIGURE 78 : Bouton « Consolider les devises »

10.3 Organisation générale

L'utilisateur peut ensuite activer les études de son choix en cochant (par un clic de souris) la case située à gauche de l'intitulé de l'étude : le symbole √ indique que l'activation est effective.

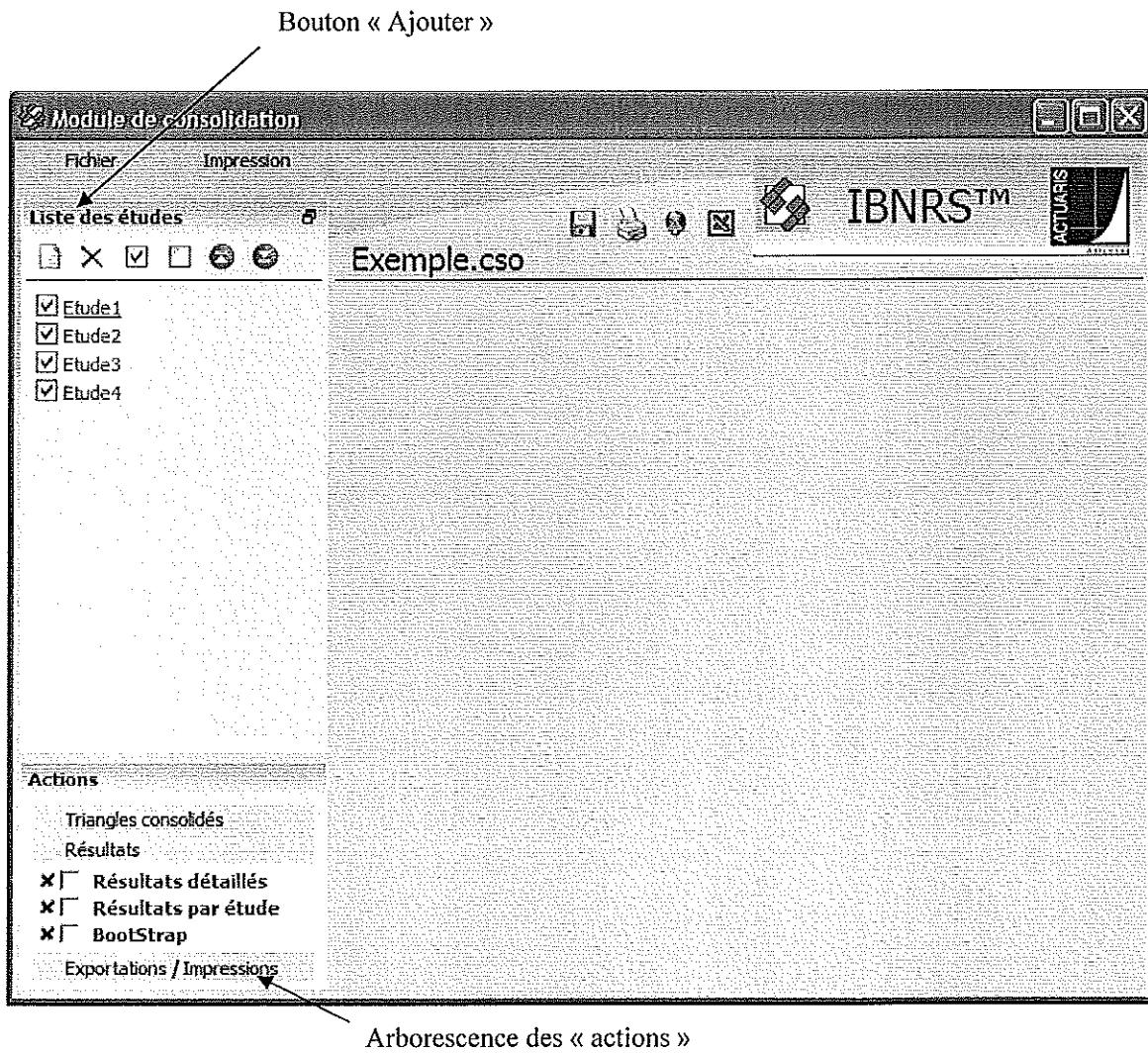


FIGURE 79 : Organisation de la feuille du module de consolidation d'études



Les « actions » correspondant aux différents intitulés proposés sont, par ordre d'affichage :

- la visualisation des **Triangles consolidés** ;
- la visualisation des **Résultats** ;
- le paramétrage et / ou le lancement des **Exportations / Impressions** ;

10.4 Triangles consolidés

Les « Triangles consolidés » construits par IBNRS™ correspondent à la somme des données des triangles définis dans chaque étude activée. Il suffit donc, pour voir l'impact de l'ajout ou de la suppression d'une étude sur les « Triangles consolidés », de cocher ou de décocher l'étude souhaitée dans la « Liste des études ». La mise à jour de l'affichage se fait de façon dynamique et les modifications sont visibles immédiatement.

10.5 Résultats

La fiche « Résultats détaillés » développe les résultats consolidés pour chaque méthode de calcul disponible.

La fiche « Résultats par étude » reprend les valeurs sélectionnées pour chaque étude et permet d'évaluer la part de chacune dans les résultats consolidés (FIG.80).

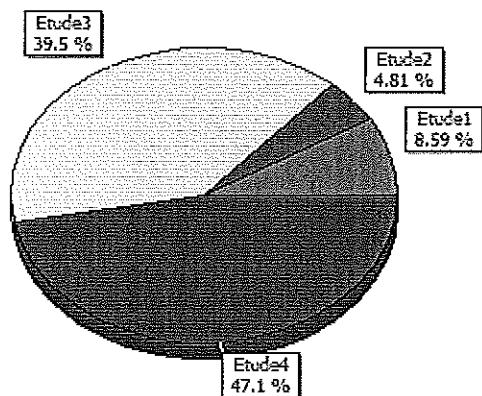
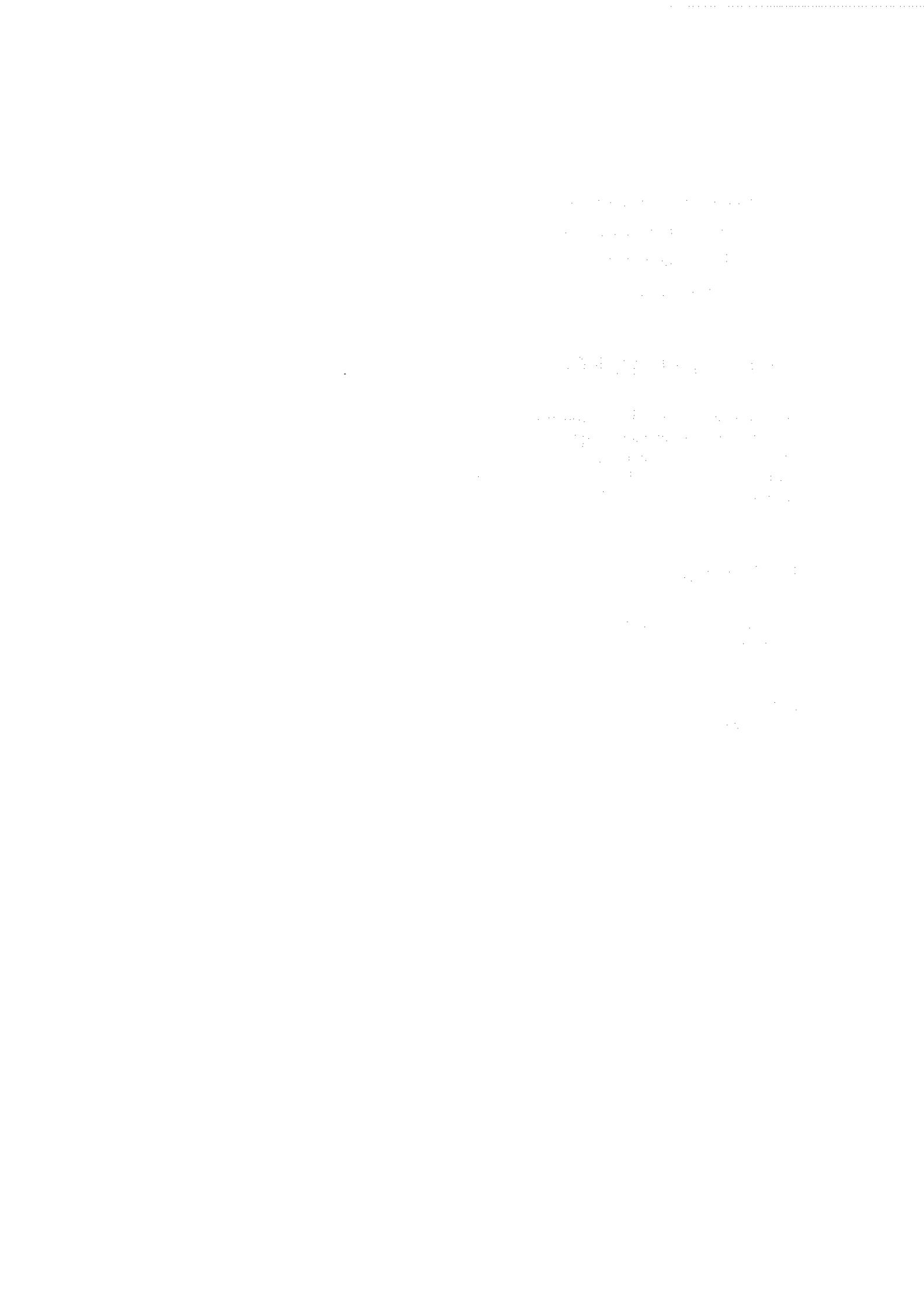


FIGURE 80 : Part de chaque étude dans la sinistralité ultime

La désactivation d'une étude est immédiatement prise en compte dans les tableaux et graphiques de résultats (de la même manière que pour les « Triangles consolidés »).



10.6 BootStrap

10.6.1 Paramétrage

Le « BootStrap consolidé » s'appuie sur le paramétrage des différentes études. Celles-ci doivent donc avoir été correctement paramétrées (exclusion des résidus de Pearson égaux à 0, choix d'une sinistralité ultime ...).

L'utilisateur a la possibilité de choisir entre une méthode prenant en compte la corrélation (conseillée) et une méthode d'indépendance (à titre indicatif). Par défaut, la méthode corrélée est sélectionnée.

Elle permet d'évaluer le besoin total en provisions par des indices de risque tels que la VaR ou la Tail-VaR (approche Solvency II).

Les calculs sont effectués à partir de toutes les études activées, mais il est possible de ne prendre en compte que quelques unes des études consolidées en les sélectionnant (FIG.81).



FIGURE 81 : Sélection des études prises en compte dans le BootStrap consolidé

10.6.2 Matrice des corrélations

Elle permet de mettre en évidence la corrélation linéaire entre les études. Les études fortement corrélées sont mises en exergue par un affichage sur fond vert, si leur coefficient de corrélation est supérieur à la limite saisie par l'utilisateur, et sur fond rouge si le coefficient est inférieur à la limite saisie.

10.6.3 Nappe des corrélations

Elle permet de détecter les corrélations non linéaires et d'évaluer l'impact de ces corrélations (Se produisent-elles pour des sinistralités faibles ou importantes, notamment).

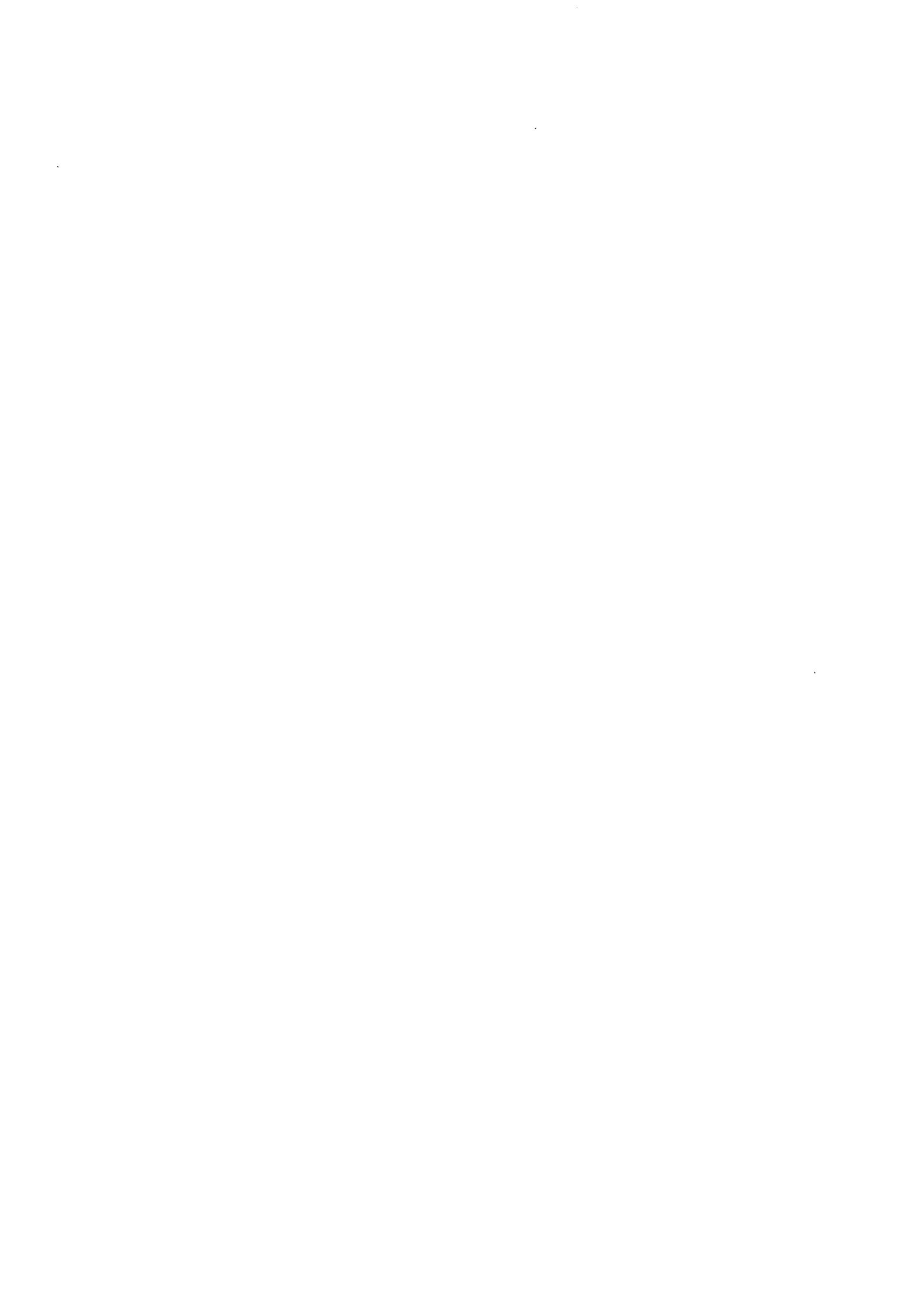


Remarque importante :

Pour que le BootStrap de l'étude consolidée soit correctement utilisé, le BootStrap doit être paramétré de façon adéquate pour chacune des études : les résidus de Pearson doivent être examinés et éventuellement retraités, et les sinistres ultimes doivent être sélectionnés pour chaque branche.

Points clé :

- Choix d'un nombre d'itérations suffisant ;
- Spécification correcte des BootStrap de chacune des études



11 ANNEXE TECHNIQUE – METHODES DE CALCUL

11.1 Notations et formules mathématiques des triangles d'entrée

Par soucis de simplicité, les formules présentées dans ce chapitre correspondent au cas où les périodicités d'origine et de développement sont identiques.

Cependant, les définitions et formules présentes dans le chapitre sont transposables au cas où les périodicités d'origine et de développement sont différentes.

11.1.1 Format des données d'entrée

$C(i, j)$ est la donnée du triangle d'entrée (Primes, Règlements, Charges, PSAP ou Nombres de sinistres) correspondant à la période d'origine i ($i \in \{0, 1, \dots, n\}$) et de développement j ($j \in \{0, 1, \dots, n\}$).

Les données $C(i, j)$ ($i + j \leq n$) sont présentées sous la forme d'un **triangle de liquidation** comportant (au 31/12/n) : (n+1) lignes et (n+1) colonnes (FIG.82).

	0	1	...	j	...	n-i	...	n-1	n
0	$C(0, 0)$	$C(0, 1)$...	$C(0, j)$...	$C(0, n-i)$...	$C(0, n-1)$	$C(0, n)$
1	$C(1, 0)$	$C(1, 1)$...	$C(1, j)$...	$C(1, n-i)$...	$C(1, n-1)$	
...	
i	$C(i, 0)$	$C(i, 1)$...	$C(i, j)$...	$C(i, n-i)$			
...				
n-j	$C(n-j, 0)$	$C(n-j, 1)$...	$C(n-i, j)$					
...					
n-1	$C(n-1, 0)$	$C(n-1, 1)$							
n	$C(n, 0)$								

FIGURE 82 : Aperçu d'un triangle d'entrée à n+1 lignes et n+1 colonnes

N.B. : Cas de données avec « année limite des données » > « dernière année d'origine » : triangle « tronqué » en bas : $C(i, j)$; $i + j \leq n$; $i < m$ avec m , nombre d'années d'origine.

N.B. : pour des triangles où les périodicités d'origine et de développement sont différentes, on définit « l'incrément ligne » par le nombre de périodes de développement contenu dans



une période d'origine. Par exemple, l'incrément ligne vaut 6 dans le cas de périodicités d'origine et de développement respectivement semestrielle et mensuelle.

11.1.2 Données cumulées / Données non cumulées

$$C_{\text{non cumulée}}(i, j+1) = C_{\text{cumulée}}(i, j+1) - C_{\text{cumulée}}(i, j)$$

avec : $\forall i \in \{0, 1, \dots, n\}$: $C_{\text{non cumulée}}(i, 0) = C_{\text{cumulée}}(i, 0)$

Par la suite, lorsqu'aucune spécification de format de données « $C(i, j)$ » ne sera faite, l'utilisateur devra considérer qu'il s'agit de données provenant des triangles **cumulés**.

11.2 Formules mathématiques des ratios d'entrée

Triangles constitués de n lignes et de n colonnes : $i \in \{0, 1, \dots, n-1\}$ et $j \in \{0, 1, \dots, n-1\}$.

11.2.1 Ratios standard

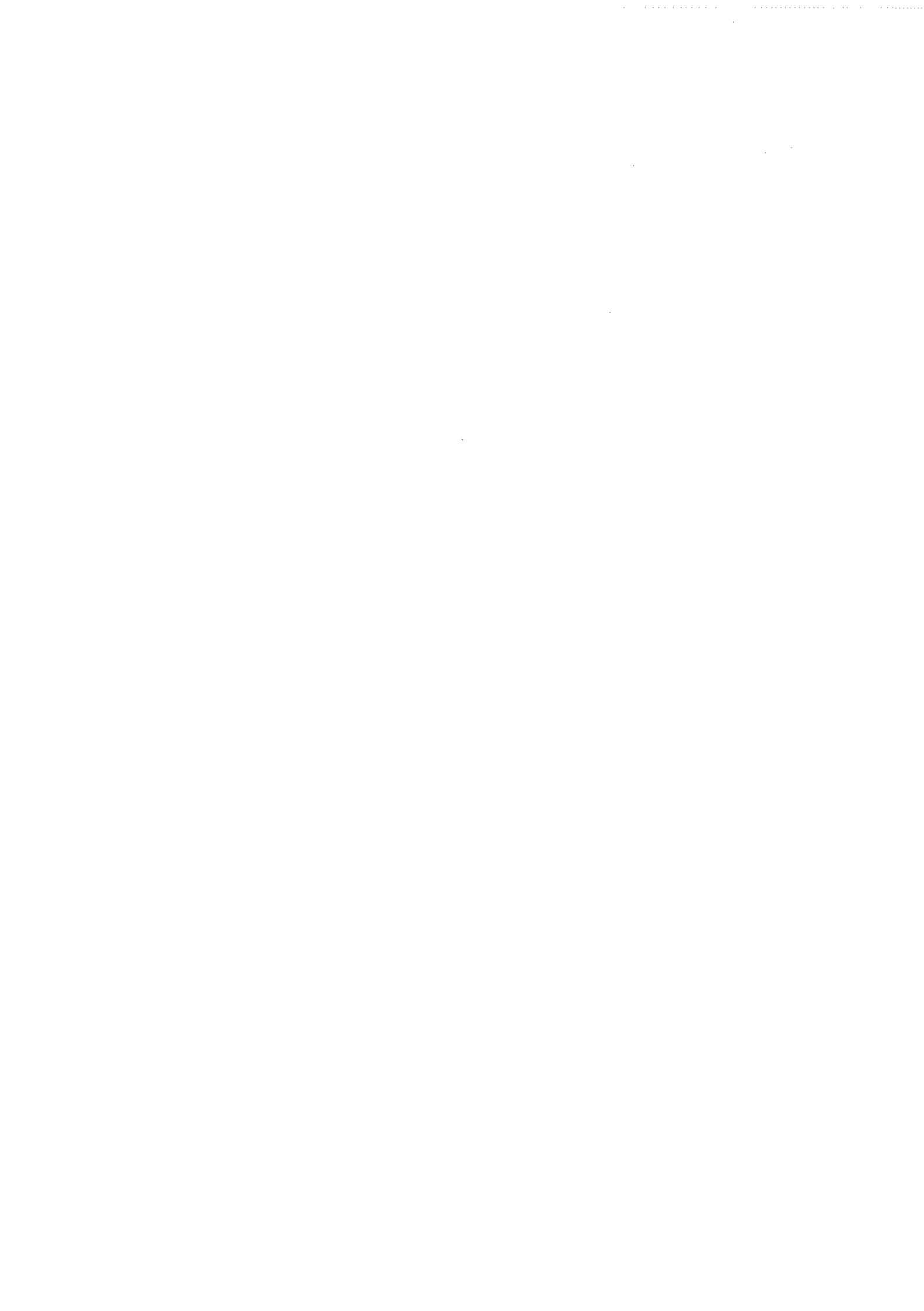
$$\text{Règlements/ Primes } (i, j) = 100 \times \frac{C_{\text{Règlements}}(i, j)}{C_{\text{Primes}}(i, j)}$$

$$\text{Charges / Primes } (i, j) = 100 \times \frac{C_{\text{Charges}}(i, j)}{C_{\text{Primes}}(i, j)}$$

$$\text{Règlements/ Charges } (i, j) = 100 \times \frac{C_{\text{Règlements}}(i, j)}{C_{\text{Charges}}(i, j)}$$

$$\text{Règlements/ Nombres de sinistres } (i, j) = \frac{C_{\text{Règlements}}(i, j)}{C_{\text{Nombres de sinistres}}(i, j)}$$

$$\text{Charges moyennes } (i, j) = \frac{C_{\text{Charges}}(i, j)}{C_{\text{Nombres de sinistres}}(i, j)}$$



11.2.2 Ratio personnalisé

L'utilisateur choisit quatre triangle d'entrée (qu'on appelle Triangle1, Triangle2, Triangle3 et Triangle4) et définit quatre constantes a, b, c et d.

Le ratio personnalisé est alors défini par :

$$\text{Ratio}(i, j) = \frac{a \times \text{Triangle1}(i, j) + b \times \text{Triangle2}(i, j)}{c \times \text{Triangle3}(i, j) + d \times \text{Triangle4}(i, j)}$$

Où les quatre triangles sont pris en valeurs cumulées.

11.3 Formules mathématiques des méthodes Chain Ladder

11.3.1 Tableau « Ratios »

Triangle constitué de n lignes et de n colonnes : $i \in \{0, 1, \dots, n-1\}$ et $j \in \{0, 1, \dots, n-1\}$

11.3.1.1 Ajustement du triangle d'entrée à l'inflation

Les données de tous les triangles d'entrée sont inflatées jusqu'à la date de la dernière diagonale, et supposées survenues en milieu de période.

Soit I, l'inflation (en %) : $\frac{I(i)}{i \in \{0, 1, \dots, n, n+1\}} = \text{Inflation}_{\text{choisie utilisateur}}(i)$

Soit Icum, l'inflation cumulée : $Icum(i) = \prod_{k=i}^{n-1} \left(1 + \frac{I(k)}{100}\right)$

Si C est le triangle ajusté et X le triangle d'entrée (tous deux en données non cumulées), le triangle C est déterminé par rapport à X de la façon suivante :

$$C(i, j) = X(i, j) \times \frac{Icum(i+j)}{\left(1 + \frac{I(i+j)}{100}\right)^{\frac{1}{2}}}$$

11.3.1.2 Prise en compte de l'inflation détaillée dans la méthode « Chain ladder sur charges »

Cette option permet de séparer l'inflation des règlements et celle des PSAP. Le mécanisme ajustant les règlements à l'inflation est celui décrit au paragraphe précédent. Les PSAP sont quant à elles modifiées en mode cumulé et supposées payées en fin de période.



Les charges sont alors déterminées comme la somme entre les règlements et les PSAP.

11.3.1.3 Prise en compte des coefficients de projection

Le coefficient de projection présenté au §5.5.6 est intégré en modifiant les données du triangle cumulé situées sur la dernière diagonale.

Soit CP le vecteur des coefficients des projections du triangle étudié (spécifié dans la feuille « Paramètres additionnels »).

Soit RP le ratio de projection (spécifié dans la feuille « Paramètres additionnels »).

Alors :

$$C_{\text{cumulé}}(i, n-i) = \left[\sum_{k=0}^{n-i} C(i, k) \right] \times \left(1 + \frac{CP(n-i)}{100} \right)^{RP}$$

11.3.1.4 Valeur de Ratio calculé

$$\text{Ratio calculé}(i, j) = \frac{C_{\text{cumulé}}(i, j+1)}{C_{\text{cumulé}}(i, j)}$$

11.3.1.5 Lissage géométrique d'un groupe de ratios

Les ratios lissés appartenant au groupe L (constitué de k éléments) ont pour valeur :

$$\text{Ratio lissé}(i, j) = \sqrt[k]{\prod_{(i, j) \in L} \text{Ratio calculé}(i, j)}$$

Lissage exponentiel d'un groupe de ratios

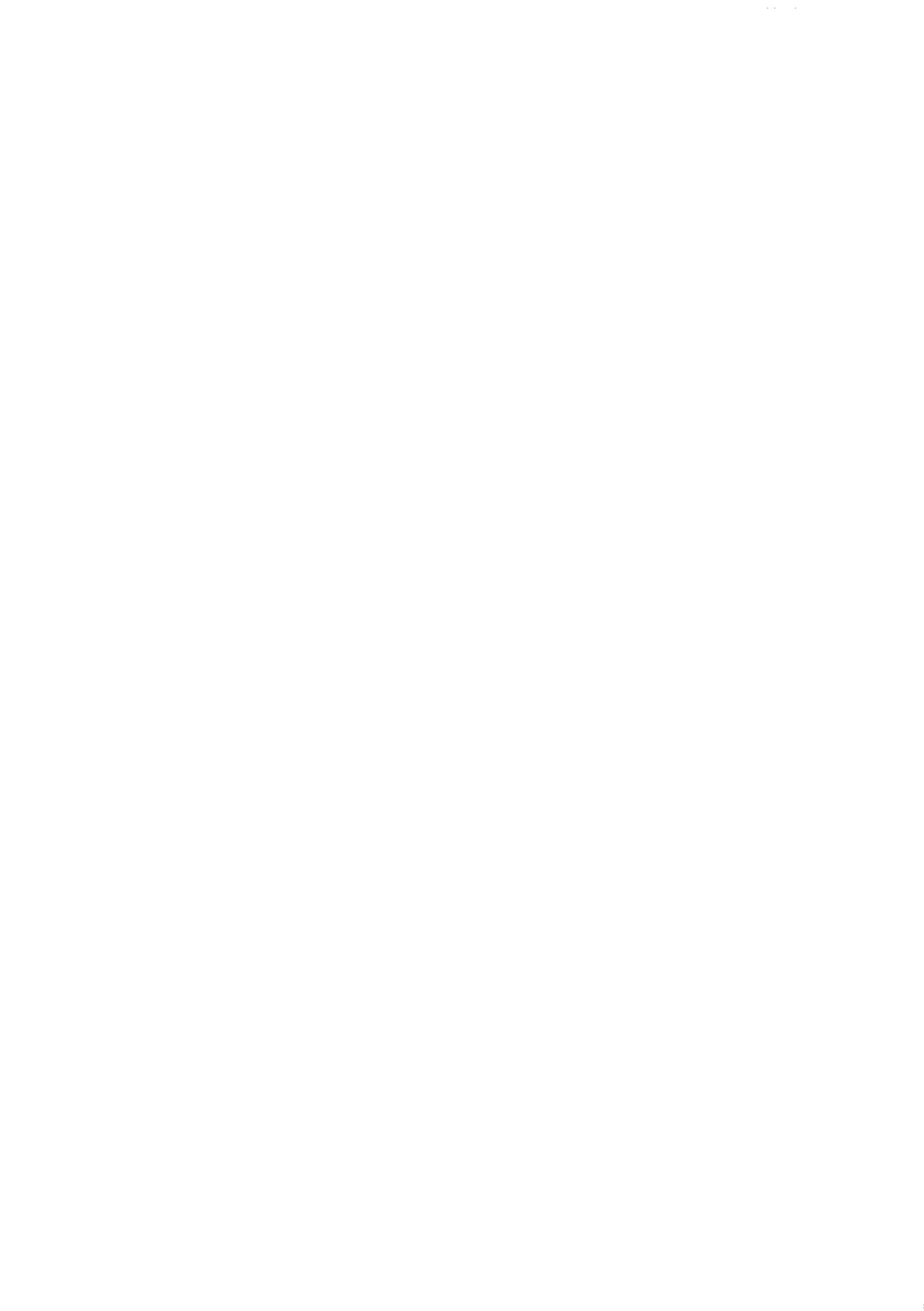
Le lissage est effectué sur un rectangle $L = [l_1, l_2] \times [c_1, c_2]$

On effectue d'abord la moyenne des ratios sur chaque colonne :

$$\text{Ratio moyen}(j) = \frac{1}{c_2 - c_1 + 1} \sum_{i=l_1}^{l_2} \text{Ratio calculé}(i, j)$$

Puis on effectue un lissage exponentiel des « Ratios moyens » calculés.

Pour plus de détails sur cette procédure, on pourra se reporter au paragraphe 11.3.3.



11.3.1.6 Triangle des données reconstituées : $C'(i, j)$ - (calculs internes)

Soit **Ratio affiché** (i, j), la valeur du ratio associé au couple (i, j) qui est affichée dans le tableau des ratios :

$$\begin{cases} \text{Si } (i, j) \notin L : \text{Ratio affiché } (i, j) = \text{Ratio calculé } (i, j) \\ \text{Si } (i, j) \in L : \text{Ratio affiché } (i, j) = \text{Ratio lissé } (i, j) \end{cases}$$

Soit $C'(i, j)$ ($i \in \{0, 1, \dots, n\}$, $j \in \{0, 1, \dots, n\}$ et $(i + j \leq n)$ la donnée reconstituée du triangle d'entrée :

$$C'(i, j) = \underset{\substack{i \in \{0, 1, \dots, n-1\} \\ j \in \{1, \dots, n\}}}{\text{Ratio affiché } (i, j-1) \times C'(i, j-1)} \text{ avec: } \forall i \in \{0, 1, \dots, n\}: C'(i, 0) = C(i, 0)$$

11.3.1.7 Indice de sensibilité par rapport à l'exclusion

Soit X , la liste d'exclusion des ratios : $X = \{(i, j) / \text{Ratio affiché } (i, j) \text{ est exclu}\}$

Soit h , la valeur de l'historique

Soit f , la fonction donnant la valeur du total des données ultimes considérées (Primes / Règlements / Charges /ou Nombres de sinistres ultimes totaux)

Soit l'ensemble I_j : $I_j = \{(i, j) / \langle i \in [0, n-j-1] \rangle \& \langle (i, j) \notin X \rangle\}$

Soit l'ensemble I : $I = \bigcup_{j \in \{0, 1, \dots, n-1\}} I_j$

Soit l'ensemble H_j : $H_j = \{(i, j) / \langle i \in [(Max(0, (n-j-h)), n-j-1)] \& \langle (i, j) \notin X \rangle\}$

Soit l'ensemble H : $H = \bigcup_{j \in \{0, 1, \dots, n-1\}} H_j$

On définit E_j par :

$$E_j = \begin{cases} H_j & \text{si le coef. choisi tient compte de l'historique} \\ I_j & \text{sinon} \end{cases}$$

et E : $E = \bigcup_{j \in \{0, 1, \dots, n-1\}} E_j$

L'ensemble E_{ij} ($i \in \{0, 1, \dots, n-1\}$, $j \in \{0, 1, \dots, n-1\}$ et $(i + j \leq n-1)$ est alors défini de la façon suivante :

$$\begin{cases} \text{Si } (i, j) \in E, E_{ij} = E - \{(i, j)\} \end{cases}$$



Si $(i, j) \notin E$, $E_{ij} = E \cup (i, j)$

$$\text{Sensibilité}_{(j \leq n-2)}(i,j) = 100 \times \left(\frac{f(E_{ij})}{f(E)} - 1 \right)$$

11.3.2 Tableau « Coefficients - Méthodes »

Tableau constitué de $n+1$ colonnes : $j \in \{0, 1, \dots, n\}$

11.3.2.1 Calcul de la moyenne simple

$$\text{Moyenne simple } (j) = \frac{\sum_{k \in E_j} \text{Ratio affiché}(k, j)}{\text{Card}(E_j)}$$

$$\text{Moyenne simple sur les } h \text{ derniers coef. } (j) = \frac{\sum_{k \in H_j} \text{Ratio affiché}(k, j)}{\text{Card}(H_j)}$$

11.3.2.2 Calcul de la moyenne pondérée

$$\text{Moyenne pondérée } (j) = \frac{\sum_{k \in E_j} [C'(k, j) \times \text{Ratio affiché}(k, j)]}{\sum_{k \in E_j} C'(k, j)}$$

$$\text{Moyenne pondérée sur les } h \text{ derniers coef. } (j) = \frac{\sum_{k \in H_j} [C'(k, j) \times \text{Ratio affiché}(k, j)]}{\sum_{k \in H_j} C'(k, j)}$$

$$\text{Moyenne pondérée sans la dernière diagonale } (j) = \frac{\sum_{k \in E_j, k < n-j-1} [C'(k, j) \times \text{Ratio affiché}(k, j)]}{\sum_{k \in E_j} C'(k, j)}$$



11.3.2.3 Détermination du minimum et du maximum

$$\text{Minimum } (j) = \underset{(j \leq n-1)}{\text{Min}} [\text{Ratio affiché } (k, j)]$$

$$\text{Maximum } (j) = \underset{(j \leq n-1)}{\text{Max}} [\text{Ratio affiché } (k, j)]$$

11.3.2.4 Calcul de l'écart type simple

$$\text{Ecart type simple } (j) = \sqrt{\frac{\sum_{\substack{k \in E_j \\ (j \leq n-1)}} [\text{Ratio affiché } (k, j) - \text{Moyenne simple } (j)]^2}{\text{Card } (E_j)}}$$

11.3.2.5 Calcul de l'écart type pondéré

$$\text{Ecart type pondéré } (j) = \sqrt{\frac{\sum_{\substack{k \in E_j \\ (j \leq n-1)}} C'(k, j) \times [\text{Ratio affiché } (k, j) - \text{Moyenne pondérée } (j)]^2}{\sum_{k \in E_j} C'(k, j)}}$$

11.3.3 Tableau « Coefficients – Lissage »

Tableau constitué de $n+1$ colonnes : $j \in \{0, 1, \dots, n\}$

11.3.3.1 Familles de courbes disponibles

Les coefficients chain ladder peuvent être ajustés sur quatre équations de courbe différentes, paramétrées par deux paramètres a et b .

$$\text{Famille puissance inverse : } f_{a,b}(x) = 1 + \frac{a}{x^b}$$

$$\text{Famille exponentielle : } f_{a,b}(x) = 1 + a \times e^{-bx}$$

$$\text{Famille puissance : } f_{a,b}(x) = a^{(b^x)}$$



Famille Weibull : $f_{a,b}(x) = 1/(1 - e^{(-ax^b)})$

11.3.3.2 Détermination des paramètres

L'estimation de a et b est basée sur l'approximation : coef. sélec(k) $\approx f_{a,b}(k+1)$ pour k=0..n.

Ce qui se ramène, pour la famille puissance inverse par exemple, à :

$$\ln(\text{coef. sélec}(k) - 1) \approx a - b \times \ln(k + 1)$$

Les paramètres a et b sont donc déterminés par la régression linéaire des $-\ln(k + 1)$ contre les $\ln(\text{coef. sélec}(k) - 1)$ (en tenant compte des pondérations choisies par l'utilisateur).

11.3.3.3 Coefficients lissés

Les n premiers coefficients lissés affichés correspondent aux $f_{a,b}(k)$ pour k=1..n.

Le coefficient ultime est déterminé, à partir de la période ultime p choisie, de la manière suivante :

$$\text{coef. ultime} = \prod_{k=n+1}^p f_{a,b}(k)$$

11.3.4 Tableau « Coefficients – Récapitulatif »

Tableau constitué de n+1 colonnes : $j \in \{0, 1, \dots, n\}$

11.3.4.1 Calcul du coefficient à l'ultime

$$\text{Coeff. à l'ultime}(j) = \prod_{k=j}^{k=n} \text{Coeff. choisi}(k)$$

11.3.4.2 Calcul du coefficient de développement

$$\text{Coeff. de dévt}(j) = \frac{100}{\text{Coeff. à l'ultime}(j)}$$



11.3.5 Application de l'inflation future

Si C' désigne le triangle complété par la méthode chain ladder (en données non cumulées), le triangle ajusté sur l'inflation s'écrit :

$$C'(i, j) = C'_{\text{complété}}(i, j) \times \left(1 + \frac{I_f}{100}\right)^{i+j-n} \quad \text{où } I_f \text{ est le taux d'inflation future } I_f = I(n+1)$$

On note alors C le triangle ajusté en données cumulées.

11.3.6 Tableau « Résultats »

Tableau de $n+1$ (+1 avec la colonne « Total ») colonnes : $i \in \{0, 1, \dots, n\}$

11.3.6.1 Données de la dernière diagonale du triangle d'entrée

Primes (i) = $C_{\text{Primes}}(i, n-i)$
Règlements (i) = $C_{\text{Règlements}}(i, n-i)$
Charges (i) = $C_{\text{Charges}}(i, n-i)$
Nombres de sinistres (i) = $C_{\text{Nombres de sinistres}}(i, n-i)$

11.3.6.2 Calcul des valeurs ultimes

Primes ultimes _{CLP} (i) = Coeff. à l'ultime _{CLP} (n - i) × Primes (i)
Règlements ultimes _{CLR} (i) = Coeff. à l'ultime _{CLR} (n - i) × Règlements(i)
Charges ultimes _{CLC} (i) = Coeff. à l'ultime _{CLC} (n - i) × Charges (i)
Nombres ultimes _{CLN} (i) = Coeff. à l'ultime _{CLN} (n - i) × Nombres de sinistres (i)

11.3.6.3 Calcul complémentaire spécifique de « Chain ladder sur Primes »

PANE (i) = Primes Acquises Non Emises (i) = Primes ultimes (i) – Primes (i)



11.3.6.4 Calculs complémentaires spécifiques de « Chain ladder sur Règlements »

$$\boxed{\text{Provisions Totales (i)} = \text{Règlements ultimes (i)} - \text{Règlements (i)}}$$

$$\boxed{\text{Dernière provision calculée (i)} = \text{PSAP (i, n - i)}}$$

$$\boxed{\text{IBNR (i)} = \text{Incurred But Not Reported (i)} = \text{Règlements ultimes (i)} - \text{Dernière prov. calculée (i)}}$$

$$\boxed{\text{S/P Ultimes}_{\text{CLR}} (\%) (i) = 100 \times \frac{\text{Règlements ultimes}_{\text{CLR}} (i)}{\text{Primes ultimes}_{\text{CLP}} (i)}}$$

11.3.6.5 Calculs complémentaires spécifiques de « Chain ladder sur Charges »

$$\boxed{\text{IBNR (i)} = \text{Charges ultimes (i)} - \text{Charges (i)}}$$

$$\boxed{\text{S/P Ultimes}_{\text{CLC}} (\%) (i) = 100 \times \frac{\text{Charges ultimes}_{\text{CLC}} (i)}{\text{Primes ultimes}_{\text{CLP}} (i)}}$$

11.3.6.6 Calcul complémentaire spécifique de « Chain ladder sur Nbres de Sinistres »

$$\boxed{\text{IBNR / Nombres (i)} = \text{Nombres de sinistres ultimes (i)} - \text{Nombre de sinistres (i)}}$$

11.4 Formules mathématiques des méthodes du coût moyen

11.4.1 Tableau « Méthode directe »

Tableau de $n+1$ (+1 avec la colonne « Total ») colonnes : $i \in \{0, 1, \dots, n\}$

11.4.1.1 Calcul à partir des « Coûts moyens CL »

$$\boxed{\text{Nombres ultimes}_{\text{CM}} (i) = \text{Nombres ultimes}_{\text{CLN}} (i)}$$

$$\boxed{\text{Coûts moyens direct (i)} = \text{Coûts moyens ultime}_{\text{CLCM}} (i)}$$



$$\boxed{\text{Sinistres ultimes direct (i)} = \text{Coûts moyens direct (i)} \times \text{Nombres ultimes}_{\text{CM}}(i)}$$

11.4.1.2 Calcul à partir des « Sinistres ultimes CL »

$$\boxed{\text{Nombres ultimes}_{\text{CM}}(i) = \text{Nombres ultimes}_{\text{CLN}}(i)}$$

$$\boxed{\text{Sinistres ultimes direct (i)} = \text{Sinistres ultimes}_{\text{CL}}(i)}$$

$$\boxed{\text{Coûts moyens direct (i)} = \frac{\text{Sinistres ultimes direct (i)}}{\text{Nombres ultimes}_{\text{CM}}(i)}}$$

11.4.2 Tableau « Lissage »

Tableau de $n+1$ (+1 avec la colonne « Total ») colonnes : $i \in \{0, 1, \dots, n\}$

11.4.2.1 Coûts moyens lissés

On note d la valeur de la période de début de lissage et f la valeur de fin.

On effectue un lissage exponentiel sur le vecteur $(\text{Coûts moyens direct (i)})_{i=d..f-1}$.

On procède de la manière suivante :

On ajuste les Coûts moyens direct sur la courbe $f_{a,b}(x) = a \times e^{-bx}$ ce qui est équivalent à chercher les paramètres a et b optimaux tels que :

$$\ln(\text{Coûts moyens direct (i)}) \approx \ln(a) - b \times \ln(i + 1)$$

On définit alors : $\boxed{\text{Coûts moyens lissés (i)} = a \times e^{-bx(i+1)}}$ pour i allant de 0 à $n-1$

$$\text{Et : } \boxed{\text{Coûts moyens lissés (n)} = \frac{\sum_{i=0}^{n-1} (\text{Coûts moyens lissés (i)} \times \text{Nombres ultimes}_{\text{CM}}(i))}{\text{Nombres ultimes}_{\text{CM}}(n)}}$$



11.4.2.2 Sinistres ultimes lissés

$$\text{Sinistres ultimes lissés (i)} = \text{Coûts moyens lissés (i)} \times \text{Nombres ultimes}_{\text{CM}}(i)$$

11.4.2.3 Pondérations

$$\text{Pondérations (i)} = \text{Coef. de développement}_{\text{CL}}(n - i - 1) \text{ pour } i \text{ allant de 0 à } n-1$$

11.4.2.4 Sinistres ultimes ajustés

$$\begin{aligned} \text{Sinistres ultimes ajustés (i)} &= \text{Sinistres ultimes directs (i)} \times \frac{\text{Pondérations (i)}}{100} \\ &+ \text{Sinistres ultimes lissés (i)} \times \left(1 - \frac{\text{Pondérations (i)}}{100}\right) \end{aligned}$$

11.4.3 Tableau « Résultats »

Tableau de $n+1$ (+1 avec la colonne « Total ») colonnes : $i \in \{0, 1, \dots, n\}$

11.4.3.1 Calculs spécifiques à la méthode sur « Règlements »

$$\text{Dernière diagonale des Règlements (i)} = C_{\text{Règlements}}(i, n - i) = \sum_{k=0}^{k=n-i} C(i, k)_{\substack{\text{Règlements} \\ \text{non cumulés}}}$$

$$\text{Règlements ultimes}_{\text{CM}}(i) = \text{Sinistres ultimes ajustés (i)}$$

$$\text{Provisions totales}_{\text{CM}}(i) = \text{Règlements ultimes}_{\text{CM}}(i) - \text{Dernière diagonale des Règlements}(i)$$

$$\text{Dernière provision calculée (i)} = \text{PSAP}(i, n - i)$$

$$\text{IBNR (i)} = \text{Règlements ultimes (i)} - \text{Dernière prov. calculée (i)}$$

$$\text{S/P Ultimes}_{\text{CM}}(\%) (i) = 100 \times \frac{\text{Règlements ultimes}_{\text{CM}}(i)}{\text{Primes ultimes}_{\text{CLP}}(i)}$$



11.4.3.2 Calculs spécifiques à la méthode sur « Charges »

$$\text{Dernière diagonale des Charges (i)} = C_{\text{Charges}}(i, n-i) = \sum_{k=0}^{k=n-i} C(i, k)_{\text{Charges non cumulées}}$$

$$\text{Charges ultimes}_{\text{CM}}(i) = \text{Sinistres ultimes ajustés}(i)$$

$$\text{IBNR}_{\text{CM}}(i) = \text{Charges ultimes}_{\text{CM}}(i) - \text{Dernière diagonale des Charges}(i)$$

$$\text{S/P Ultimes}_{\text{CM}}(\%) (i) = 100 \times \frac{\text{Charges ultimes}_{\text{CM}}(i)}{\text{Primes ultimes}_{\text{CLP}}(i)}$$

11.5 Formules mathématiques des méthodes des Règlements par sinistre survenu

11.5.1 Tableau « Règlements par sinistre actualisés »

Triangle de $n+1$ lignes et $n+1$ colonnes : $i \in \{0, 1, \dots, n\}$ et $j \in \{0, 1, \dots, n\}$.

$$\text{Soit } I, \text{ l'inflation (en \%)} : I(i) = \text{Inflation}_{\substack{\text{saisie utilisateur} \\ / \text{par défaut}}}(i) \text{ et : } I(\text{future}) = I(n+1)$$

$$\text{Soit } I_{\text{cum}}, \text{ l'inflation cumulée : } I_{\text{cum}}(i) = \prod_{k=i}^{k=n} \left(1 + \frac{I(k)}{100}\right)$$

$$\text{RPSA}(i, j) = \frac{C_{\substack{\text{Sinistres} \\ \text{non cumulés}}}(i, j)}{\text{Nombres ultimes}_{\text{CLN}}(i)} \times \frac{I_{\text{cum}}(i+j)}{\left(1 + \frac{I(i+j)}{100}\right)^{\frac{j}{2}}}$$



11.5.2 Tableau « Coûts moyens »

Tableau de $n+2$ colonnes : $j \in \{0, 1, \dots, n, n+1\}$

Soit X' , la liste d'exclusion des RPSA : $X' = \{(i, j) / \text{RPSA } (i, j) \text{ est exclu}\}$

Soit h' , la valeur de l'historique

Soit l'ensemble $E'j$: $E'j = \{i / i \in [(Max(0, (n - j - h + 1))), n - j] \text{ et } (i, j) \notin X'\}$

11.5.2.1 Calcul de la moyenne simple

$$\text{Moyenne simple } (j) = \frac{\sum_{\substack{k \in E'j \\ (j \leq n)}} \text{RPSA } (k, j)}{\text{Card } (E'j)}$$

11.5.2.2 Calcul de la moyenne pondérée

$$\text{Moyenne pondérée } (j) = \frac{\sum_{\substack{k \in E'j \\ (j \leq n)}} [\text{RPSA } (k, j) \times \text{Nombre de sinistres ultimes}_{CLN} (k)]}{\sum_{k \in E'j} \text{Nombre de sinistres ultimes}_{CLN} (k)}$$

11.5.2.3 Détermination du minimum et du maximum

$$\text{Minimum } (j) = \min_{\substack{k \in E'j \\ (j \leq n)}} [\text{RPSA } (k, j)]$$

$$\text{Maximum } (j) = \max_{\substack{k \in E'j \\ (j \leq n)}} [\text{RPSA } (k, j)]$$

11.5.2.4 Tableau « Triangle des règlements complété »

Tableau de $n+1$ lignes et $n+2$ colonnes : $i \in \{0, 1, \dots, n\}$ et $j \in \{0, 1, \dots, n, n+1\}$

11.5.2.5 Inflation cumulée ($n+k$) - Calculs internes

$$I_{cum} (n+k) = \left(1 + \frac{I(\text{future})}{100}\right)^k \quad \text{avec : } I(\text{future}) = I(n+1)$$



11.5.2.6 Calcul des données du triangle complété

$$\text{Triangle complété}_{\text{non cumulé}}(i, j) = \text{Coût moy. sélect.}(j) \times \text{Nb. sin. ultimes}_{\text{CLN}}(i) \times I_{\text{cum}}(i + j)$$

$i+j \geq n+1$
 $i \in \{0, 1, \dots, n\}$
 $j \in \{1, \dots, n, n+1\}\}$

11.5.3 Tableau « Résultats »

Tableau de $n+1$ (+1 avec la colonne « Total ») colonnes : $i \in \{0, 1, \dots, n\}$

11.5.3.1 Calculs spécifiques à la méthode sur « Règlements »

$$\text{Dernière diagonale des Règlements}(i) = C_{\text{Règlements}}(i, n - i) = \sum_{k=0}^{k=n-i} C_{\text{Règlements non cumulés}}(i, k)$$

$$\text{Règlements ultimes}_{\text{RPSS}}(i) = \sum_{k=0}^{k=n-i} C_{\text{Règlements non cumulés}}(i, k) + \sum_{k=n-i+1}^{n+1} \text{Triangle complété}_{\text{non cumulé}}(i, k)$$

$$\text{Provisions Totales}_{\text{RPSS}}(i) = \sum_{k=n-i+1}^{n+1} \text{Triangle complété}_{\text{non cumulé}}(i, k)$$

$$\text{S/P Ultimes (\%)}_{\text{RPSS}}(i) = 100 \times \frac{\text{Règlements ultimes}_{\text{RPSS}}(i)}{\text{Primes ultimes}_{\text{CLP}}(i)}$$

11.5.3.2 Calculs spécifiques à la méthode sur « Charges »

$$\text{Dernière diagonale des Charges}(i) = C_{\text{Charges}}(i, n - i) = \sum_{k=0}^{k=n-i} C_{\text{Charges non cumulés}}(i, k)$$

$$\text{Charges ultimes}_{\text{RPSS}}(i) = \sum_{k=0}^{k=n-i} C_{\text{Charges non cumulés}}(i, k) + \sum_{k=n-i+1}^{n+1} \text{Triangle complété}_{\text{non cumulé}}(i, k)$$



$$IBNR_{RPSS}(i) = \sum_{k=n-i+1}^{n+1} \text{Triangle complété non cumulé}(i, k)$$

$$S/P Ultimes (\%)_{RPSS}(i) = 100 \times \frac{\text{Charges ultimes}_{RPSS}(i)}{\text{Primes ultimes}_{CLP}(i)}$$

11.6 Formules mathématiques des méthodes Bornhuetter Ferguson

11.6.1 Loss ratios / Burning Cost

Dans la méthode Bornhuetter-Ferguson, l'utilisateur choisit un paramètre p compris entre 1 et n qui contrôle la longueur du vecteur contenant les loss ratio (si le vecteur d'exposition sélectionné est de type « Prime » ou s'il s'agit des primes ultimes) ou les burning cost (si le vecteur d'exposition est de type « Nombre de sinistres » ou « Autre »)

Appelons V le vecteur des loss ratio ou des burning cost (selon le cas).

$$\boxed{V(i)_{i \in \{0, \dots, p-1\}} = V_{\text{saisie utilisateur / par défaut}}(i)}$$

$$\text{on note : } a = \begin{cases} 1 & \text{si l'exposition sélectionnée est de type Prime} \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

Si les Loss Ratio sont évalués à partir de Chain Ladder :

$$\boxed{V(i)_{i \in \{0, \dots, p-1\}} = 100^a \times \frac{\text{Sinistres ultimes}_{CL}(i)}{\text{Exposition}(i)}}$$

11.6.2 Loss ratios ajustés

Si Inflation sinistres $(i)_{i=p, \dots, n-1}$ et Inflation expo $(i)_{i=p, \dots, n-1}$ sont les deux vecteurs d'inflation définis par l'utilisateur, on calcule les Loss Ratio (Burning Cost) ajustés par :

$$\boxed{V \text{ ajusté}(i)_{i \in \{0, \dots, n-1\}} = \begin{cases} V(i) & \text{si } i \leq p-1 \\ V(i-1) \times \frac{1 + \text{Inflation sinistres}(i)/100}{1 + \text{Inflation expo}(i)/100} & \text{si } i > p-1 \end{cases}}$$

11.6.3 Triangle complété

Tableau de $n+1$ lignes et $n+2$ colonnes : $i \in \{0, 1, \dots, n\}$ et $j \in \{0, 1, \dots, n, n+1\}$



11.6.3.1 Sinistres ultimes théoriques – Calculs internes

$$\text{Sinistres ultimes théor.}_{\text{BF}}(i) = \text{Exposition}(i) \times \frac{V \text{ ajusté}(i)}{100^a}$$

11.6.3.2 Calcul des données du triangle complété

Triangle complété_{non cumulé}(i, j) =

$$\begin{matrix} i+j \geq n+1 \\ i \in \{0, 1, \dots, n\} \\ j \in \{1, \dots, n, n+1\} \end{matrix}$$

$$\text{Sinistres ultimes théor.}_{\text{BF}}(i) \times \left(\frac{1}{\text{coeff. à l'ultime}_{\text{CL}}(j)} - \frac{1}{\text{coeff. à l'ultime}_{\text{CL}}(j-1)} \right)$$

avec: $\frac{1}{\text{coeff. à l'ultime}_{\text{CL}}(n+1)} = 1$

11.6.4 Tableau « Résultats »

Tableau de n+1 (+1 avec la colonne « Total ») colonnes : $i \in \{0, 1, \dots, n\}$

11.6.4.1 Calculs spécifiques à la méthode sur « Règlements »

$$\text{Dernière diagonale des Règlements}(i) = C_{\text{Règlements}}(i, n-i) = \sum_{k=0}^{k=n-i} C(i, k)_{\text{Règlements non cumulés}}$$

$$\text{Règlements ultimes}_{\text{BF}}(i) = \sum_{k=0}^{k=n-i} C_{\text{Règlements non cumulés}}(i, k) + \sum_{k=n-i+1}^{n+1} \text{Triangle complété}_{\text{non cumulées}}(i, k)$$

$$\text{Provisions totales}_{\text{BF}}(i) = \sum_{k=n-i+1}^{n+1} \text{Triangle complété}_{\text{non cumulées}}(i, k)$$

$$\text{Dernière provision calculée}(i) = \text{PSAP}(i, n-i)$$

$$\text{IBNR}(i) = \text{Règlements ultimes}(i) - \text{Dernière prov. calculée}(i)$$



$$S/P \text{ Ultimes}_{BF} (\%) (i) = 100 \times \frac{\text{Règlements ultimes}_{BF} (i)}{\text{Primes ultimes}_{CLP} (i)}$$

11.6.4.2 Calculs spécifiques à la méthode sur « Charges »

$$\text{Dernière diagonale des Charges } (i) = C_{\text{Charges}} (i, n - i) = \sum_{k=0}^{k=n-i} C(i, k)_{\text{Charges non cumulées}}$$

$$\text{Charges ultimes}_{BF} (i) = \sum_{k=0}^{k=n-i} C_{\text{Charges non cumulées}} (i, k) + \sum_{k=n-i+1}^{n+1} \text{Triangle complété}_{\text{non cumulées}} (i, k)$$

$$IBNR_{BF} (i) = \sum_{k=n-i+1}^{n+1} \text{Triangle complété}_{\text{non cumulées}} (i, k)$$

$$S/P \text{ Ultimes}_{BF} (\%) (i) = 100 \times \frac{\text{Charges ultimes}_{BF} (i)}{\text{Primes ultimes}_{CLP} (i)}$$

11.7 Formules mathématiques de la méthode du Loss Ratio

Tableau de $n + 1$ (+1 avec la colonne « Total ») colonnes : $i \in \{0, 1, \dots, n\}$

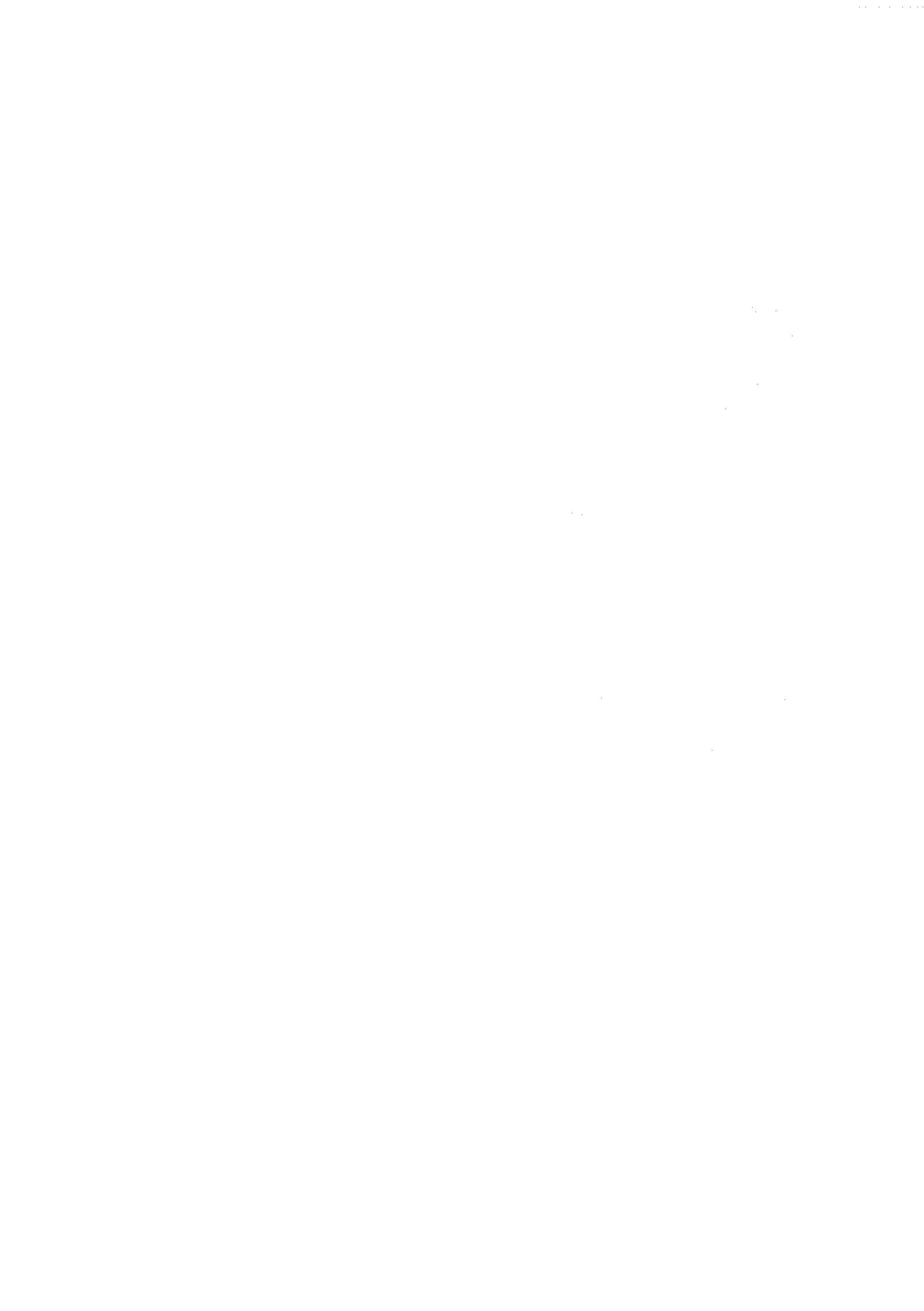
Soit **Loss Ratio**, la valeur du ratio de perte (en %) : $\text{Loss Ratio}_{LR} (i) = \text{Loss Ratio}_{\substack{\text{saisie utilisateur} \\ i \in \{0, 1, \dots, n\}}} / \text{par défaut}$

$$\text{Règlements ultimes}_{\text{Loss Ratio}} (i) = \text{Primes ultimes}_{CLP} (i) \times \frac{\text{Loss Ratios}_{LR} (i)}{100}$$

11.8 Formules mathématiques pour les méthodes De Vylder

11.8.1 Triangle complété

Tableau de $n + 1$ lignes et $n + 2$ colonnes



La méthode « De Vylder » suppose que, pour un triangle $(x_{i,j})_{i,j=0..n, i+j \leq n}$ en données non cumulées, on peut approximer $x_{i,j}$ par $x_{i,j} \approx S_i \cdot p_j$ où S_i représente la sinistralité ultime pour l'année d'origine i et p_j la proportion de cet ultime payée lors de l'année de développement j .

On recherche alors à minimiser la quantité $\sum (x_{i,j} - S_i \cdot p_j)^2$ ce qui se traduit par

$$\hat{S}_i = \frac{\sum_j x_{i,j} \times \hat{p}_j}{\sum_j \hat{p}_j^2} \text{ et } \hat{p}_j = \frac{\sum_i x_{i,j} \times \hat{S}_i}{\sum_i \hat{S}_i^2}$$

Cette résolution se fait itérativement, en choisissant une valeur initiale pour les p_j .

Le triangle complété est alors déterminé par :

$$\boxed{\text{Triangle complété } (i, j) = \hat{S}_i \times \hat{p}_j \text{ pour } i, j = 0..n}$$

$$\boxed{\text{Et Triangle complété } (i, n+1) = (\text{coef. choisi}_{CL}(n)-1) \times \sum_{j=0}^n \text{Triangle complété}_{i,j}}$$

(On utilise le même facteur de queue que dans la méthode Chain ladder)

11.8.2 Tableau « Résultats »

Tableau de $n+1$ (+1 avec la colonne « Total ») colonnes : $i \in \{0, 1, \dots, n\}$

11.8.2.1 Calculs spécifiques à la méthode sur « Règlements »

$$\boxed{\text{Dernière diagonale des Règlements } (i) = C_{\text{Règlements}}(i, n-i) = \sum_{k=0}^{k=n-i} C(i, k)_{\substack{\text{Règlements} \\ \text{non cumulés}}}$$

$$\boxed{\text{Règlements ultimes}_{DV}(i) = \sum_{k=0}^{k=n-i} C_{\substack{\text{Règlements} \\ \text{non cumulés}}}(i, k) + \sum_{k=n-i+1}^{n+1} \text{Triangle complété}_{\substack{\text{non cumulés}}} (i, k)}$$

$$\boxed{\text{Provisions totales}_{DV}(i) = \sum_{k=n-i+1}^{n+1} \text{Triangle complété}_{\substack{\text{non cumulés}}} (i, k)}$$

$$\boxed{S/P \text{ Ultimes}_{DV}(\%) (i) = 100 \times \frac{\text{Règlements ultimes}_{DV}(i)}{\text{Primes ultimes}_{CLP}(i)}}$$



11.8.2.2 Calculs spécifiques à la méthode sur « Charges »

$$\text{Dernière diagonale des Charges } (i) = C_{\text{Charges}}(i, n - i) = \sum_{k=0}^{k=n-i} C(i, k)_{\text{Charges non cumulées}}$$

$$\text{Charges ultimes}_{\text{DV}}(i) = \sum_{k=0}^{k=n-i} C_{\text{Charges non cumulées}}(i, k) + \sum_{k=n-i+1}^{n+1} \text{Triangle complété}_{\text{non cumulées}}(i, k)$$

$$\text{IBNR}_{\text{DV}}(i) = \sum_{k=n-i+1}^{n+1} \text{Triangle complété}_{\text{non cumulées}}(i, k)$$

$$\text{S/P Ultimes}_{\text{DV}}(\%) (i) = 100 \times \frac{\text{Charges ultimes}_{\text{DV}}(i)}{\text{Primes ultimes}_{\text{CLP}}(i)}$$

11.9 Formules mathématiques utilisées pour les Résultats

11.9.1 Actualisation d'un triangle complété par les « Taux financiers »

Si $(C_{i,j})_{i,j=0..n}$ est un triangle complété non cumulé, on note $(A_{i,j})_{i=0..n, j=0..n+1}$ le triangle complété actualisé.

Il est calculé par la formule :

$$A_{i,j} = \begin{cases} C_{i,j} & \text{si } i + j \leq n \\ \frac{C_{i,j}}{\left(1 + \frac{\text{taux fin.}(i + j - n)}{100}\right)^{i+j-n}} & \text{si } i + j > n \text{ et } j \leq n \\ \frac{\sum_{k=0}^n C_{i,k} \times (\text{coef. choisi}_{\text{CL}}(n) - 1)}{\left(1 + \frac{\text{taux fin.}(i+1)}{100}\right)^{i+1}} & \text{si } j = n + 1 \end{cases}$$



11.9.2 Tableaux « Flux futurs actualisés » et « Duration des flux futurs »

Tableaux de n+1 (+1 avec la colonne « Total ») colonnes : $i \in \{0,1,\dots,n\}$

Pour chaque méthode, on définit un triangle complété actualisé $(A_{i,j})_{i=0..n, j=0..n+1}$.

$$\text{On a alors : Flux futurs actualisés } (i) = \sum_{j=n-i+1}^{n+1} A_{i,j} \text{ pour } i=0..n$$

$$\text{Et : Durations } (i) = \frac{\sum_{j=n-i+1}^{n+1} (i + j - n) \times A_{i,j}}{\sum_{j=n-i+1}^{n+1} A_{i,j}} \text{ pour } i=0..n$$

11.9.3 Résultats détaillés : Tableau « Autres résultats »

Tableau de n+1 (+1 avec la colonne « Total ») colonnes : $i \in \{0,1,\dots,n\}$

$$\boxed{\text{Provisions Totales } (i) = \text{Sinistres ultimes sélect.}(i) - C_{\text{Règlements}}(i, n - i)}$$

$$\boxed{\text{Provisions IBNR } (i) = \text{Sinistres ultimes sélect.}(i) - C_{\text{Charges}}(i, n - i)}$$

$$\boxed{\text{Provisions totales nettes de PANE } (i) = \text{Provisions totales } (i) - \text{PANE } (i)}$$

$$\boxed{\text{Provisions IBNR nettes de PANE } (i) = \text{Provisions IBNR } (i) - \text{PANE } (i)}$$

$$\boxed{\text{Coûts moyens ultimes } (i) = \frac{\text{Sinistres ultimes sélect.}(i)}{\text{Nombres de sinistres ultimes}_{\text{CLN}}}}$$

$$\boxed{\text{Loss Ratios ultimes sélect. } (\%) (i) = 100 \times \frac{\text{Sinistres ultimes sélect.}(i)}{\text{Primes ultimes}_{\text{CLP}}(i)}}$$

$$\boxed{\text{Burning cost } (i) = \frac{\text{Sinistres ultimes sélect.}(i)}{\text{Exposition sélect.}(i)}}$$



11.9.4 Projections

Tableaux de n+1 (+1 avec la ligne « Total ») lignes et n+1 colonnes

Le tableau des « Primes futures » correspond au triangle des primes complété par la méthode chain ladder dont on n'affiche que la partie future (partie inférieure droite).

Le tableau des « Sinistres futurs » est calculé différemment.

Les sinistres ultimes sélectionnés dans les « Résultats détaillés » permettent de définir des coefficients à l'ultime pour chaque année d'origine :

$$\text{Coeff. ultimes } (i) = \frac{\text{Ultime sélect. } (n - i)}{\text{Dernière diag. règl } (n - i)}$$

Il est alors possible de reconstruire un triangle de sinistralité complété ($\text{Sinistres}_{i,j}$)_{i=0..n, j=0..n+1} par :

$$\text{Sinistres } (i, j) = \frac{\text{Ultime sélect. } (i)}{\text{Coeff. ultimes } (j)} \quad \text{en notant Coeff. ultimes } (n + 1) = 1$$

Ce triangle est alors décumulé, et on en affiche la partie future uniquement.

11.9.5 BootStrap

Le triangle **C** désigne le triangle des règlements si la méthode Bootstrap « sur règlements» est choisie. Si c'est la méthode Bootstrap « sur charges», **C** désigne alors le triangle des charges.

11.9.5.1 Calcul des montants prédis par la méthode CL

Triangle constitué de n+1 lignes et n+1 colonnes : $i \in \{0, 1, \dots, n\}$, $j \in \{0, 1, \dots, n\}$ et $i + j \leq n$

Pour $i + j = n$: Montants prédis par la méth. CL $(i, j) = C(i, j)$

Pour $i + j < n$: Montants prédis par la méth. CL $(i, j) = \frac{C(i, n - i)}{\prod_{k=j}^{n-i-1} \text{Coeff. choisi } (k)}$

Soit : Montants prédis par la méth. CL $(i, j) = C(i, n - i) \times \frac{\text{Coeff. de dévt } (j)}{\text{Coeff. de dévt } (n - i)}$



11.9.5.2 Calcul des résultats du BootStrap (calculs internes)

Soit $\Psi : (i, j) \rightarrow k$ une fonction bijective quelconque

Soit $\Omega = \{ (i, j) \text{ avec } i \geq 0 \text{ et } j \geq 0 \text{ tels que } i + j \leq n \}$

Liste des résidus non standardisés de Pearson : Ensemble R défini de la manière suivante :

$$R : \left\{ R_{\Psi(i,j)} = \frac{C_{\text{non cumulés}}(i, j) - \text{Montants prédicts par la méth. CL}_{\text{non cumulés}}(i, j)}{\sqrt{\text{Montants prédicts par la méth. CL}_{\text{non cumulés}}(i, j)}}, (i, j) \in \Omega \right\}$$

$$\text{Card R} = (n + 1) \times (n + 2) / 2$$

La méthode du BootStrap consiste à effectuer la **simulation d'un triangle** :

Pour ce faire, à chaque case (i, j) du triangle est associé un résidu pris au hasard dans l'ensemble R : un triangle simulé des montants non cumulés est reconstitué à partir de la formule suivante :

$$\begin{aligned} C_{\text{Simulé noncumulés}}(i, j) &= \\ \text{Montants prédicts CL}_{\text{non cumulés}}(i, j) &+ \left(R_{\text{Random}\{Card(R)\}} \times \sqrt{\text{Montants prédicts CL}_{\text{non cumulés}}(i, j)} \right) \end{aligned}$$

Il est à noter que si l'un des résidus pris au hasard dans l'ensemble R a été exclu de l'étude par l'utilisateur, un autre résidu de cet ensemble est alors tiré au sort afin de le remplacer.

Autant de triangles qu'il y a d'itérations (10 000 par défaut) sont simulés en appliquant la méthode du BootStrap.

La méthode **Chain ladder** (avec moyenne pondérée, sans exclusion) est ensuite utilisée pour déterminer les montants ultimes de chacun des triangles simulés, en intégrant le facteur de queue spécifié : l'ensemble des valeurs de montants ultimes simulés est stocké en mémoire et permet de construire la fonction de répartition.

Les valeurs des « Moyenne », « Ecart-type », « Médiane » ainsi que les « Values at Risk » (VaR) et les « Tail Values at Risk » (Tail-VaR) présentées dans le tableau de résultats du BootStrap sont directement issues de ces données.

11.9.5.3 Erreur de processus

Lorsque l'option « Erreur de processus » est choisie, le retraitement suivant est effectué :

$$C'_{\text{Simulé non cumulé}}(i, j) = C_{\text{Simulé non cumulé}}(i, j) + \left(R_{\text{Random}\{Card(R)\}} \times \sqrt{|C_{\text{Simulé non cumulé}}(i, j)|} \right) \text{ pour } i + j > n$$



11.9.5.4 Actualisation des flux

Dans ce cas, le triangle complété $\left(C_{\text{Simulé non cumulés}}(i, j) \right)_{i=0..n, j=0..n+1}$ est également modifié, de la manière suivante :

$$C_{\text{Simulé non cumulés}}(i, j) = \frac{C_{\text{Simulé non cumulés}}(i, j)}{\left(1 + \frac{\text{taux fin.}(i + j - n)}{100} \right)^{i+j-n}} \quad \text{pour } i + j > n$$

11.9.5.5 Méthode utilisée pour l'ajustement proportionnel

La sinistralité ultime moyenne S_B est évaluée à partir de la méthode sans ajustement proportionnel.

Soit S_{RD} la sinistralité ultime choisie dans les « Résultats détaillés ».

Les triangles simulés sont alors transformés en :

$$C_{\text{Simulé non cumulés}}(i, j) = C_{\text{Simulé non cumulés}}(i, j) \times \frac{S_{RD}}{S_B}$$

(cette modification est effectuée quels que soient i et j , et pour tous les triangles simulés)

Ainsi, la sinistralité ultime moyenne évaluée par le BootStrap avec ajustement proportionnel est égale à S_{RD} .

11.10 Formules mathématiques de consolidation

On considère une consolidation réalisée à partir de k études initiales.

11.10.1 Triangles consolidés

Triangles constitués de $n+1$ lignes et $n+1$ colonnes : $i \in \{0, 1, \dots, n\}$ et $j \in \{0, 1, \dots, n\}$

Les données $C(i, j)$ d'un triangle consolidé à partir des k triangles initiaux vérifient :

$$C_{\text{consolidé}}(i, j) = C_1(i, j) + C_2(i, j) + \dots + C_k(i, j)$$



11.10.2 BootStrap consolidé

11.10.2.1 Calcul des résultats du BootStrap consolidé

Le logiciel **IBNRSTTM** effectue une permutation des composantes du premier des k triangles de résidus de Pearson noté T₁. On obtient alors le triangle T₂.

Soit φ l'application qui à chaque composante du triangle T₁ associe sa position dans le triangle T₂. Ainsi si le i^{ème} terme de T₁ devient le j^{ème} terme de T₂ alors φ est l'application telle que $\varphi(i) = j$.

φ est ensuite appliquée aux (k-1) autres triangles de résidus. A partir de ces triangles de résidus de Pearson modifiés, le logiciel **IBNRSTTM** applique la méthode du BootStrap classique, puis la méthode **Chain Ladder** aux triangles simulés. En sommant les vecteurs de valeurs ultimes alors obtenus à chaque simulation, on peut construire la fonction de répartition.

11.10.2.2 Calcul des coefficients de la matrice des corrélations

Les coefficients Corr (i, j) de cette matrice symétrique de k lignes et k colonnes, exprimant la corrélation entre la i^{ème} étude et la j^{ème} étude vérifient :

$$\text{Corr}(i, j) = \frac{\text{Var}(i + j) - \text{Var}(i) - \text{Var}(j)}{2\sqrt{\text{Var}(i)\text{Var}(j)}}$$

où Var(i) est la variance de la variable aléatoire construite par la méthode du BootStrap pour la i^{ème} étude, et Var(i+j) est la variance de la variable aléatoire construite par la méthode du BootStrap en consolidant la i^{ème} et la j^{ème} étude.

11.10.2.3 Méthode d'obtention de la nappe de corrélations

Le logiciel **IBNRSTTM** trie par ordre croissant les composantes du premier des k vecteurs de valeurs ultimes obtenus à chaque simulation.

Soit φ l'application qui à chaque composante du vecteur initial V₁ associe sa position dans le vecteur V'₁ obtenu après classement de ses composantes. Ainsi si la i^{ème} composante de V₁ devient la j^{ème} composante de V'₁ alors φ est l'application telle que $\varphi(i) = j$.

φ est ensuite appliquée à chacun des autres vecteurs de valeurs ultimes.

Par exemple, pour k=2 et n=3, on a :

V₁ = (4 ; 6 ; 3 ; 1) et V₂ = (8 ; 2 ; 5 ; 7) les vecteurs de valeurs ultimes initiaux ;

Alors V'₁ = (1 ; 3 ; 4 ; 6) et $\varphi(1) = 3$, $\varphi(2) = 4$, $\varphi(3) = 2$, $\varphi(4) = 1$.

En appliquant φ au vecteur V₂ on obtient le vecteur V'₂ = (7 ; 5 ; 8 ; 2).



Pour chacune des k études, on dispose donc de N vecteurs de valeurs ultimes modifiés, où N est le nombre de simulations (N=10 000 par défaut). En effectuant la moyenne des N/100 premiers vecteurs, puis des N/100 suivants, ..., jusqu'aux N/100 derniers, on obtient 100 nouveaux vecteurs. En sommant les composantes, qui correspondent aux années, de chacun de ces vecteurs on dispose à présent de 100 points pour chaque étude. La nappe de corrélations est alors obtenue en plaçant les points dans l'espace tridimensionnel, l'axe des cotes représentant les différentes études ($z = 0$ pour la première étude, $z = 1$ pour la seconde, ...).

11.11 Avantages et inconvénients des méthodes de calcul proposées

11.11.1 Généralités sur les méthodes statistiques utilisées

Contrairement à l'évaluation Dossier – Dossier, les méthodes statistiques reposent de manière explicite sur les données du passé.

Elles sont d'autant plus performantes que :

- le passé était régulier ;
- le présent et le futur ne s'éloignent pas trop du passé ;
- les données sont nombreuses ;
- la branche est peu volatile.

Les facteurs susceptibles d'influencer les données utilisées sont les suivants :

- Facteurs internes :
 - évolution du portefeuille (variation du taux de croissance) ;
 - évolution des politiques de souscription, tarification et réassurance ;
 - évolution de la politique de gestion des sinistres, en particulier de la cadence de règlement des sinistres ;
 - modifications comptables.
- Facteurs externes :
 - évolution dans les pratiques du marché ;
 - cycles économiques ou d'assurance ;
 - évolution dans les taux d'inflation des sinistres ;
 - facteurs réglementaires, comptables, sociaux, jurisprudentiels ;
 - autres (événements uniques, ...).



11.11.2 La méthode Chain Ladder

La méthode Chain ladder est une méthode statistique basée sur le triangle de liquidation d'un exercice technique. Par construction de la cadence standard de règlement de sinistres, d'acquisition de primes..., l'estimateur de Chain ladder permet d'évaluer la partie inférieure du triangle de liquidation.

Cette méthode s'appuie sur deux hypothèses principales :

- l'existence d'un unique coefficient de passage quel que soit l'exercice technique i du sinistre. Autrement dit, il est supposé que la cadence de règlement est invariante dans le temps ;
- l'indépendance des variables $\{C(i, 1), \dots, C(i, n)\}$ et $\{C(i', 1), \dots, C(i', n)\}$ pour $i \neq i'$.

11.11.2.1 Limites de la méthode de Chain ladder

La méthode Chain ladder possède plusieurs inconvénients :

- le passage du dernier montant observé au montant total estimé se fait à l'aide de coefficients multiplicatifs. Le risque d'accumulation d'erreurs est donc important, et cette accumulation est d'autant plus forte que l'exercice de rattachement du sinistre est récent ;
- le coefficient de passage est calculé à partir d'une moyenne. Il ne permet donc pas de prendre en compte tous les facteurs internes et externes énoncés en 11.11.1. Pour les mêmes raisons, la particularité de liquidation d'un exercice technique par rapport à un autre n'est pas appréhendée ;
- les données du triangle sont des données comptables : il y a donc sommation, en euros, de montants de périodes différentes.

Toutefois, cette méthode fournit des résultats corrects pour des risques homogènes, c'est à dire lorsque les coefficients de passage sont relativement stables.

Le reproche le plus fréquemment attribué à la méthode de Chain ladder est que celle-ci ne permet pas d'estimer les coefficients de passage au delà de la période de développement définissant initialement la dimension du triangle de liquidation. En effet, dans certains cas, les sinistres rattachés à l'exercice technique le plus ancien ne sont pas entièrement liquidés après n années (par exemple pour de nombreuses branches à déroulement long d'assurance non-vie des grands risques comme la RC entreprise).



11.11.2.2 Avantages de la méthode de Chain ladder sur IBNRSTM

Le premier avantage de cette méthode est d'être simple à interpréter : ceci permet notamment l'identification rapide des biais introduits par la méthode et leur rectification.

Ainsi, avec le logiciel IBNRSTM, le biais créé par la méthode de Chain ladder peut être réduit sensiblement en éliminant certains facteurs perturbateurs lors du traitement des données :

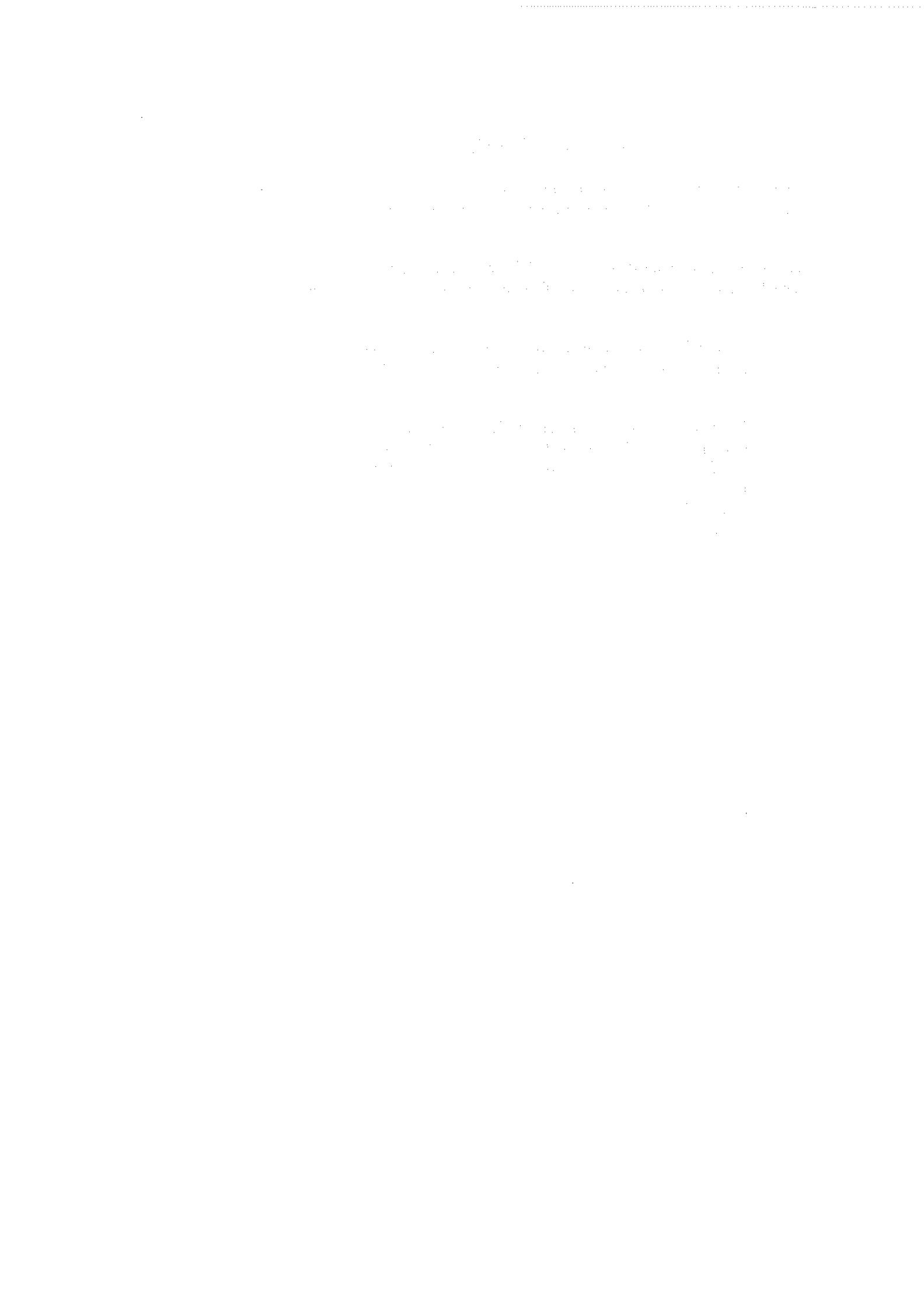
- le logiciel laisse la possibilité d'effectuer une ventilation par branche, par sous-branche, par tranche de coût ... (« Crédation / modification des données d'entrée ») ;
- IBNRSTM permet à l'utilisateur d'examiner attentivement les coefficients de passage et d'améliorer l'homogénéité des données. Les valeurs d'une colonne du triangle des coefficients de passage doivent être approximativement constantes et proches de l'estimateur. Grâce aux fonctions du logiciel : « Sensibilité », « Exclusion de points », « Historique » et « Lissage », il est possible de ne pas prendre en compte ou de corriger les facteurs atypiques dans l'estimation de la cadence moyenne de règlement ; IBNRSTM permet aussi de lisser les coefficients sur des courbes de référence, ce qui est notamment utile lorsqu'on a pas assez de données ou lorsque l'on veut estimer le facteur de queue (tail factor).
- en effectuant le « Choix des coefficients utilisateur », l'utilisateur a la possibilité de privilégier les exercices comptables les plus récents et limiter les effets de certains facteurs extérieurs.

11.11.3 La méthode des Règlements par sinistre survenu

Cette méthode est basée sur le développement des coûts moyens de sinistres (coûts basés sur les nombres de sinistres ultimes issus de la méthode Chain Ladder sur Nombres de Sinistres).

Un règlement effectué en $n-3$ d'un montant M , n'aurait pas la même valeur s'il avait été réglé en n du fait de l'inflation. Pour neutraliser cet effet, IBNRSTM actualise les coûts moyens en utilisant un taux d'inflation par année choisi par l'utilisateur.

Par rapport aux méthodes « Chain Ladder » traditionnelles, la méthode des « Règlements par sinistre survenu » est surtout intéressante dans le cas où les natures des prestations sont peu volatiles dans le temps.



11.11.4 Méthodes du Loss Ratio et de Bornhuetter Ferguson

La méthode du « Loss Ratio » suppose que l’utilisateur soit en mesure d’estimer exactement les rapports Sinistres/Primes par année de survenance/souscription/déclaration du segment étudié.

L’inconvénient de cette méthode est de ne pas tenir compte des évènements passés.

La méthode de Bornhuetter Ferguson remédie à cela en

- tenant compte des charges déjà enregistrées en comptabilité ;
 - utilisant pour le calcul des IBNR les rapports Sinistres/Primes par année de survenance/souscription/déclaration et les coefficients de développement calculés par la méthode Chain Ladder sur Charges.
-
- Du fait de sa robustesse, la méthode de Bornhuetter Ferguson est largement utilisée pour l’évaluation des provisions IBNR.



12 QUESTIONS FREQUENTES (FAQ)

- Un triangle peut-il contenir des valeurs négatives ?

Un triangle au format « cumulé » ne doit jamais contenir de valeurs négatives. Par contre, ceci est possible pour les triangles exprimés au format « non cumulé ».

- Des valeurs négatives inattendues apparaissent dans certains triangles, est-ce normal ?

Une valeur négative peut apparaître dans un triangle contenant des données « non cumulées » s'il a été créé au format « cumulé » par erreur. Il faut vérifier le format d'entrée du triangle en question.

Attention : pour certains triangles, il est tout à fait possible d'avoir des valeurs négatives (voir FAQ précédente)

- Dans la feuille BootStrap, le triangle des paiements prédis est très différent du triangle d'entrée correspondant : comment l'expliquer ?

Le triangle de paiements situé dans la feuille « Triangles d'entrée » contient les montants observés lors de chaque période comptable. En raison de la présence éventuelle d'inflation, des montants observés lors de périodes comptables différentes ne sont pas directement comparables les uns aux autres.

A l'inverse, le triangle des paiements prédis situé dans la feuille « BootStrap » contient des montants inflatés de façon à correspondre à des montants observés lors de la dernière période comptable. L'inflation incorporée est celle spécifiée dans la feuille « CL / règlements ».

Un écart entre les montants des deux triangles peut donc provenir du fait qu'une inflation a été spécifiée ou qu'un ratio de projection (voir § 6.2.6) a été appliqué à la dernière période comptable observée.

- Certaines méthodes (par exemple RPSS / règlements) me sont inaccessibles, est-ce normal ?

Le logiciel IBNRST™ sélectionne automatiquement les méthodes accessibles en fonction des données d'entrée disponibles. Par exemple : aucune projection des règlements à



l'ultime n'est possible si l'étude ne contient pas de triangle des règlements parmi les triangles d'entrée.

- Certaines méthodes de projections des règlements (respectivement des charges) me sont inaccessibles, alors qu'un triangle des règlements (resp. charges) figure parmi les triangles d'entrée de l'étude ; pourquoi ?

Certaines méthodes nécessitent davantage de données d'entrée qu'un simple triangle ; par exemple, les méthodes « Coût moyen / règlements » et « RPSS / règlements » (resp. / charges) requièrent un triangle des nombres de sinistres et un triangle des règlements (resp. des charges).

Le résumé des données nécessaires pour accéder aux différentes méthodes figure dans le tableau suivant :

METHODES	TRIANGLES D'ENTREE REQUIS			
	Primes	Règlements	Charges	Nombres de sinistres
CHAIN LADDER				
- CL / primes	X			
- CL / règlements		X		
- CL / charges			X	
- CL / nombres				X
- CL / règlements moyens		X		X
- CL / charges moyennes			X	X
COUT MOYEN				
- CM / règlements		X		X
- CM / charges			X	X
RPSS				
- RPSS / règlements		X		X
- RPSS / charges			X	X
BORNHUEFTER				
- BF / règlements	X	X		X
- BF / charges	X		X	X
LOSS RATIO	X			
DE VYLDER				
- De Vylder / règlements		X		
- De Vylder / charges				X



D'une manière générale, les méthodes Chain ladder doivent toujours être correctement paramétrées pour que les autres méthodes soient correctes.

- Je ne peux pas accéder à la feuille « BootStrap », pourquoi ?

Le Bootstrap peut être appliqué sur les règlements ou sur les charges ; si aucun de ces deux triangles n'existe parmi les triangles d'entrée, la feuille est inaccessible.

- Je ne peux pas accéder à la feuille « Lois paramétriques », pourquoi ?

La feuille « Lois paramétriques » est accessible à partir du moment où des montants ultimes peuvent être évalués ; l'accès à la feuille est donc impossible si les triangles d'entrée ne contiennent aucun triangle contenant des données monétaires. De plus, il est nécessaire d'avoir sélectionné des « Sinistres ultimes » dans la feuille « Résultats détaillés ».

