

# Acquisition et exploitation de connaissances dans un contexte multi-experts pour un système d'aide à la décision

Jean-Robert Kala Kamdjoug<sup>\*,\*\*</sup>  
Philippe Lenca<sup>\*\*</sup>  
Jean-Pierre Barthélemy<sup>\*\*,\*\*\*</sup>

\*Université Catholique d'Afrique Centrale  
BP 11628, Yaoundé, Cameroun

\*\*GET ENST Bretagne / Département LUSSE – CNRS TAMCIC  
Technopôle de Brest Iroise - CS 83818  
29238 Brest Cedex, France

{*prenom.nom*}@enst-bretagne.fr,  
\*\*\*CAMS / UMR CNRS 8557

Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales, Paris

**Résumé.** Nous présentons une méthodologie d'extraction, de gestion et d'exploitation de connaissances dans un contexte multi-experts. Elle repose sur trois étapes : extraction des connaissances de chaque expert, gestion des connaissances individuelles afin de constituer une base de connaissances commune et exploitation de cette base afin de fournir une aide à la décision aux experts. La méthodologie proposée a été mise en œuvre au Cameroun avec cinq experts en microfinance. Elle a donné des résultats en adéquation avec les pratiques des experts. Au-delà, on envisage de mettre en œuvre un système de capitalisation des connaissances. Il doit permettre d'analyser rapidement un plus grand nombre de situations, les experts restant en nombre limité, et contribuer à un transfert de compétences pour former les décideurs locaux. En effet, les experts sont en général membres d'ONG et restent rarement plus de deux ans sur place.

## 1 Introduction

La microfinance fait référence à des services financiers d'épargne, de crédit et d'assurance destinés aux personnes à faible revenu exclues des systèmes financiers classiques. Ces services sont fournis par les EMF (Etablissements de MicroFinance) qui les complètent par des programmes de formation à la gestion destinés aux clients promoteurs de microentreprise.

De nos jours, le microcrédit est un des outils sur lesquels la communauté internationale fonde un réel espoir de réduction de la pauvreté dans le monde et particulièrement en Afrique subsaharienne où vivent plus de 18,8% des personnes à faible revenu (World-Bank, 2001).

D'après les statistiques du *Consultative Group to Assist the Poorest*, seul 1% des 7000 EMF recensés dans le monde en 2003 saurait grandir sans avoir besoin des subventions permanentes.

Plusieurs facteurs peuvent expliquer ces faibles statistiques : l'insuffisance des ressources financières pour l'octroi des microcrédits, le coût trop élevé des services financiers, le manque de personnels compétents locaux pour gérer les institutions, etc.

Le manque de compétence locale est selon les praticiens le véritable goulot d'étranglement au développement de la microfinance (Le Boucher, 2004).

Dans cet article nous présentons une méthodologie s'attaquant à ce problème et que nous avons développée au Cameroun. Notre travail a principalement deux objectifs.

Le premier objectif est d'extraire et de capitaliser les connaissances des experts des ONG (Organisation Non Gouvernementale) en microfinance dont la présence dans les projets d'appui aux EMF est limitée dans le temps. La finalité de ce premier objectif est de contribuer à la formation des acteurs locaux qui devront prendre la relève des experts internationaux dans l'avenir.

Le deuxième objectif est d'améliorer et de rationaliser les prises de décision dans la gestion des EMF, particulièrement en matière de refinancement (décisions d'octroi aux EMF des fonds de financement de microcrédit) en s'appuyant sur les connaissances des experts.

Nous avons aussi été guidés par la volonté de rendre la mise en œuvre de la méthode aussi proche que possible de la pratique des experts en tenant compte de la faiblesse des moyens disponibles, particulièrement en informatique.

Notons que notre approche peut être utilisée dans d'autres domaines d'application.

La section suivante présente le contexte applicatif et nos hypothèses de travail. Nous présentons ensuite la méthodologie développée ainsi que des résultats obtenus en situation réelle.

## 2 Contexte opérationnel et hypothèses de travail

Nous nous intéressons aux processus de décision mis en œuvre par des experts de la microfinance dans la résolution du problème de refinancement des EMF.

Nous avons considéré une hiérarchie des gestionnaires des EMF en trois niveaux d'expertise (Kala Kamdjoug, 2003). Ces trois niveaux sont les *super décideurs*, les *décideurs critiques* et les *opérateurs* :

- le premier concerne les organismes gouvernementaux et bancaires qui fixent les grandes lignes budgétaires et les priorités en matière d'actions à mener.
- le second mobilise des experts en microfinance, dont l'activité dans un réseau d'EMF est la sélection et le pilotage des EMF.
- le troisième est constitué des opérateurs qui, sur le terrain, mettent en application les prescriptions des décideurs critiques.

Nous nous bornerons à discuter des décideurs critiques qui constituent un goulot d'étranglement du processus global de prise de décision. En effet, la première de leur tâche est de répondre positivement ou négativement à chaque demande de refinancement. Engagés temporairement sur un secteur géographique par les ONG, ils sont généralement des spécialistes des sciences de gestion, d'économie ou de sociologie, et possèdent une longue expérience de la microfinance.

Le modèle de la *rationalité limitée* (Simon, 1979) a d'abord été conçu pour les Sciences des Organisations. Celui-ci suppose que dans son processus de décision, un

décideur ne va pas nécessairement chercher à optimiser un coût, mais plutôt à trouver une solution *satisfaisante* tenant compte de critères (ou contraintes) liés, dans notre cas, à des aspects humanitaires, culturels et sociaux.

L'expérience importante de ces experts nous permet de poser comme première hypothèse de travail que ces derniers ont développés des stratégies de décision stables leur permettant de décider rapidement dans la plupart des situations. Notre méthodologie est basée sur ces stratégies de décision, stratégies pouvant s'exprimer ces stratégies sous la forme d'une tâche de «sélection/rejet» (Barthélemy et Mullet, 1994).

Notre étude implique des EMF situés dans le nord et le sud du Cameroun qui sont des environnements socio-économiques et culturels très différents. Pour avoir une méthodologie unique et faciliter le travail des experts, nous posons comme seconde hypothèse de travail que les décisions des experts se font sur la base de critères ordinaux pour l'évaluation des EMF. Une première étude sur des cas concrets nous a permis de vérifier que cette hypothèse était très raisonnable (Kala Kamdjoug et Lenca, 2000). Par exemple sur l'indicateur «nombre de clients d'une EMF », une caisse dans le nord du Cameroun est jugée bonne lorsque celui-ci dépasse 100, alors que dans le sud du Cameroun, la caisse doit avoir au moins la valeur 150 pour avoir la même appréciation. C'est l'appréciation qui importe et non le nombre de clients.

Nous supposons que chaque décideur adhère à un principe de vertu. Cela veut dire d'abord qu'il n'est pas mû par des intérêts personnels. Cela signifie ensuite qu'il se conforme aux *règles du jeu* : il s'agit de décision de groupe prises lors d'assemblées sur la base de diverses appréciations individuelles. Enfin, nos experts sont disposés à coopérer même s'ils ont parfois des avis conflictuels.

C'est dire que notre méthodologie doit constituer un support, non seulement pour des décisions individuelles, mais aussi pour des décisions de groupe.

On peut énoncer nos hypothèses (indépendantes du domaine d'application, notre approche peut être utilisée dans d'autres contextes applicatifs) de travail en quatre points :

**C1** : les décideurs décrivent les actions par  $m$  critères qui induisent des préférences de leur part.

Les actions sont les objets sur lesquels portent l'expertise et la décision, dans notre cas ce sont les EMF). Les critères sont essentiellement ordinaux.

**C2** : le décideur accepte ou refuse une action donnée.

Il ne s'agit donc pas d'une tâche de choix (choisir les meilleures actions dans un ensemble donné), mais d'une tâche de jugement (décider si une action est acceptable ou non).

**C3** : on suppose que le décideur fait preuve de rationalité

C'est-à-dire que le décideur choisira (éliminera) une action mieux évaluée (moins bien évaluée) sur tous les critères qu'une action qu'il a déjà choisie (éliminée).

**C4** : les décisions doivent être prises en groupe et les décideurs sont disposés à coopérer, même s'ils ont souvent des avis conflictuels.

### 3 Une méthodologie en trois étapes

La méthodologie que nous avons mise en œuvre comporte en trois étapes :

- extraction des connaissances individuelles de chaque expert.
- gestion des connaissances individuelles afin de construire un expert épistémique représentant le plus fidèlement possible le groupe d’experts et constitution d’une base de connaissances commune.
- exploitation de cette base afin de fournir une aide à la décision au(x) expert(s).

#### 3.1 Extraction des connaissances individuelles

La première phase consiste à extraire, pour chaque expert, les stratégies de décision utilisées pour accorder ou refuser un financement. Elle est décomposée en deux sous-étapes.

##### Construction de l’espace de décision

Dans un premier temps, on détermine l’*espace de décision* i.e. l’ensemble des critères utilisés pour évaluer les demandes de financement et les échelles d’évaluation sur les critères. Ce travail a été réalisé à partir d’observations d’experts sur le terrain, ainsi que de synthèses de documents écrits (comptes-rendus et rapports d’expertise, littérature sur la microfinance, etc.) et d’interviews individuels menés avec les experts. Les interviews sont organisés selon un principe d’équité afin d’obtenir toutes les sensibilités sans l’influence d’experts. Tous les experts ont le même poids, et aucun ne dispose d’un droit de véto. Ce travail, qui peut être assez long et nécessiter plusieurs aller et retour, implique une participation active des experts. Une synthèse des informations collectées leur est ensuite présentée afin d’obtenir une adhésion du groupe sur l’espace de décision. Cette adhésion peut nécessiter, encore une fois, des aller et retour et ajustements avec les experts. Elle a pour but de définir l’espace de décision le plus complet possible avec précision tout en restant concis.

Cette étape nous permet de décrire  $m$  critères  $G_i$ ,  $i \in [1..m]$ , définis sur des échelles ordinales  $V_i$  (i.e. un ordre total  $\geq_i$  induit pour chaque critère  $G_i$ ). Chaque échelle  $V_i$ , opérant sur un ensemble  $A$  d’actions, prend  $c_i$  valeurs (nombre de valeurs sur le critère  $G_i$  correspondant, que les décideurs ont retenu) et peut être codée par l’ordre  $0 < 2 < \dots < c_i - 1$ . L’espace de décision  $V$  peut alors être représenté par le produit direct des  $m$  ordres totaux  $V_i$  et chaque action  $a_i$  peut être décrite par un vecteur à  $m$  composantes (ou un vecteur de  $m$  entiers via le codage) :  $a_i = (G_1(a_i), \dots, G_m(a_i))$ , où  $G_k(a_i)$  désigne la valeur prise par  $a_i$  sur le critère  $k$ . L’espace de décision  $V$  est composé de  $\prod_{i=1}^m c_i + 1$  éléments et est classiquement ordonné par l’ordre produit noté  $\geq : \forall x, y \in V, x \geq y \Leftrightarrow x_i \geq_i y_i$  (un élément  $x$  de  $V$  est *meilleur* qu’un élément  $y$  de  $V$  si et seulement si  $x$  est meilleur, au sens large, que  $y$  sur tous les critères ; on dit aussi que  $x$  domine  $y$ ).

Disposant d’un espace de représentation de l’espace de décision, l’étape suivante consiste à extraire les stratégies de décision de chaque expert pour rendre compte de l’acceptation ou du refus d’une demande de financement.

## Extraction des stratégies de décision

Nous exprimons les règles de sélection/rejet des EMF au refinancement à l'aide de règles de production. Ces règles sont du type **si** <condition> **alors** <conclusion> :

- <condition> exprime une série de tests sur les critères d'évaluation. Etant donné la nature ordinale des critères (hypothèse  $C_1$ ) et la rationalité supposée des experts (hypothèse  $C_3$ ), tous les tests sont du type  $\langle G_i(\cdot) \geq \sigma_i \text{ et } G_j(\cdot) \geq \sigma_j \text{ et } \dots \rangle$  où  $\sigma_i$  est la valeur minimale à respecter sur  $G_i$  conjointement avec  $\sigma_j$  sur  $G_j, \dots$
- <conclusion> prend ses valeurs dans {sélectionné, refusé} (hypothèse  $C_2$ ). La nature des tests précédents implique que nous considérerons uniquement des tests de sélection et que si aucun n'est valide alors la conclusion sera le rejet (si un EMF ne satisfait aucune condition d'accès au refinancement alors sa demande doit être rejetée).

L'espace de décision  $V$  est ainsi divisé en deux catégories, la catégorie  $V^s$  des éléments sélectionnés et la catégorie  $V^r$  des éléments rejetés. L'hypothèse  $C_3$  implique qu'aucun élément de  $V^r$  ne domine un élément de  $V^s$  et que connaître les règles de sélection consiste à connaître les éléments minimaux de  $V^s$  (Pichon *et al.*, 1994). Notons qu'on peut utiliser le même formalisme pour représenter un élément de  $V$  et une règle. Différentes approches permettent de réaliser l'apprentissage de la frontière séparant  $V^s$  de  $V^r$  sur la base de la description multi-critères des actions. Nous avons utilisé le logiciel APACHE (Lenca, 1997). APACHE propose à l'expert une série d'actions qu'il doit accepter ou refuser. Pour chaque couple (action, classement) le système engendre une règle selon le formalisme évoqué ci-dessus. Les deux principales caractéristiques de cette approche sont les suivantes :

- il n'y a pas de verbalisation. L'expert est placé en situation de décision. On lui propose une action et il doit donner un jugement, comme il le fait habituellement. Chaque règle est extraite au moment où celle-ci est activée chez l'expert.
- les efforts (de disponibilité, cognitifs) demandés au décideur sont réduits autant que possible. L'algorithme d'apprentissage est de type glouton et cherche à minimiser le nombre d'actions qui sont présentées au jugement de l'expert. Chaque réponse classe un ensemble d'éléments non encore étiquetés en vertu de l'hypothèse  $C_3$ . On maximise la taille de cet ensemble à chaque étape du questionnaire à l'aide d'une heuristique de type *support* (l'action qui est présentée est celle qui maximisera le nombre d'actions à étiqueter quelle que soit la réponse de l'expert - d'autres heuristiques sont utilisables). On peut cependant montrer que la taille de la série d'actions dépend fortement du nombre de critères  $m$ . C'est pourquoi la concision de l'ensemble des critères est importante.

Après cette phase d'extraction, on dispose d'autant de bases de règles qu'il y a d'experts. L'étape suivante consiste à gérer les connaissances individuelles afin de constituer une base de connaissances commune en application de l'hypothèse  $C_4$ . Il s'agit de construire un expert épistémique représentant le plus fidèlement possible le groupe d'experts.

### 3.2 Constitution d'une base $\mathcal{BR}$ de connaissances commune

Soit  $d$  le nombre de décideurs (experts) considérés. Les  $d$  bases de règles  $\mathcal{R}_i$  ne coïncident évidemment pas dans leur intégralité, les décideurs expriment des points de vue différents, dus, entre autres, à l'importance relative que chaque expert pourrait accorder aux critères d'évaluation des actions. Nos experts sont cependant coopératifs et les décisions doivent être prises en groupe selon un protocole coopératif (hypothèse  $C_4$ ). La recherche d'un consensus est alors nécessaire. La règle de l'unanimité ne suffira pas à obtenir celui-ci. Par exemple, en appliquant les bases de règles individuelles sur la base de 1024 demandes réelles et fictives, un règle de décision à l'unanimité conduit à 39% de demandes non classées. Nous allons donc l'assouplir en utilisant une règle des quotas. Celle-ci est basée sur deux seuils d'adhésion  $\tau_1$  et  $\tau_2$  ( $0 \leq \tau_2 \leq \tau_1 \leq d$ ).

La construction de  $\mathcal{BR}$  se fait en deux étapes :

- pour chaque action  $v \in V$  on calcule son quota d'adhésion (*i.e.* le nombre d'experts qui considèrent  $v$  suffisamment bonne pour être classée dans la catégorie des actions sélectionnées) à partir des  $d$  bases  $\mathcal{R}_i$ .
- à partir des seuils  $\tau_1$  et  $\tau_2$  on divise  $V$  en trois parties :
  - $V^s$  l'ensemble des éléments de  $V$  ayant une adhésion supérieure ou égale à  $\tau_1$ . Cet ensemble est entièrement défini par ses éléments (règles) minimaux  $R^s$ .
  - $V^r$  l'ensemble des éléments de  $V$  ayant une adhésion inférieure ou égale à  $\tau_2$ . Cet ensemble est entièrement défini par ses éléments (règles) maximaux  $R^r$ .
  - $V^d$  l'ensemble des éléments de  $V$  n'ayant obtenu aucun consensus. Cet ensemble, appelé zone de doute, est entièrement borné supérieurement par  $R^s$  et inférieurement par  $R^r$ .

$\mathcal{BR}$  est entièrement déterminée par les règles  $R^s$  et  $R^r$ . Les ensembles  $V^s$  et  $V^r$  représentent les deux zones où il y a consensus. La zone de doute,  $V^d$ , nécessite un traitement supplémentaire afin de proposer une recommandation aux experts lorsqu'une nouvelle action s'y trouve placée. C'est l'objet de la troisième étape de notre méthodologie qui consiste à exploiter  $\mathcal{BR}$  dans une perspective d'aide à la décision.

### 3.3 Exploitation et aide à la décision

La phase d'aide à la décision permet de faire des recommandations (le système assiste les experts, il ne décide pas) lorsqu'une nouvelle action se présente. Cette assistance aux experts est aisée lorsque l'action devant être classée se trouve soit dans  $V^s$  soit dans  $V^r$ , elle est plus difficile lorsqu'elle se trouve dans la zone de doute  $V^d$  où justement les experts ne s'accordent pas. Comme nous l'avons déjà souligné, les décideurs doivent trancher pour toutes les actions. Nous avons donc besoin d'une procédure *ad hoc* pour proposer une recommandation. Pour ce faire nous avons développé une méthode d'aide multi-critères à la décision permettant de traiter spécifiquement les actions se trouvant dans la zone de doute : ATREE (*Analysis by Trichotomy and Risk Evaluation Evidence*). Elle est assez proche de la *segmentation trichotomique* développée dans (Moscarola et Roy, 1977), mais cette dernière peut laisser des actions dans  $V^d$ . ATREE détermine un degré de confiance de sélection et un degré de confiance de refus pour établir ses recommandations. Elle repose sur le fait que la sélection ou le rejet d'une action peut remettre en cause les importances des critères d'évaluation des actions.

Cette hypothèse de travail est conforme avec le fait que les différences de point de vue des experts proviennent essentiellement de l'importance que chacun accorde aux différents critères. Il n'est pas possible de développer plus les principes de ATREE et pour une présentation détaillée nous renvoyons le lecteur à (Kala Kamdjoug, 2003).

Après avoir été testée et paramétrée sur des données déjà traitées par ailleurs (choix d'hôtels/restaurants par des décideurs individuels (Barthélemy et Mullet, 1992)) et sur des données collectées dans un contexte lié à la conception de la méthode (données relatives à la sélection des élèves admis sur titre au cycle d'ingénieur de l'ENST-Bretagne, les décideurs devant collectivement sélectionner ou refuser les candidats lors d'un jury d'admission), cette méthode a été utilisée sur notre terrain.

## 4 Mise en œuvre

Nous présentons maintenant l'application de notre méthode et des résultats obtenus avec ATREE pour la sélection des EMF lors de demandes de refinancement. Les EMF concernés sont des CVECA (Caisse Villageoise d'Épargne et Crédit Autogérée) des réseaux du Sud-Cameroun. Reprenons les étapes présentées en section 3.

### Construction de l'espace de décision

Pour cette première étape, cinq experts du MIFED (Microfinance et Développement) ont été mobilisés. Les éléments qui ont guidé la définition des critères d'évaluation sont : l'identification des EMF viables, la capacité des EMF à financer des microprojets générateurs de revenus permettant aux bénéficiaires de rembourser les crédits et de subvenir à leurs besoins, et enfin la nécessité de rendre cohérent le processus de choix des EMF au refinancement. Les critères retenus sont :

- A : *La capacité de la caisse à absorber le refinancement.* Il s'agit de voir si la rentabilité des activités économiques génératrices des revenus des sociétaires peut justifier le montant de crédit demandé, le remboursement du crédit dépendant du type d'activité économique dans lequel les sociétaires investissent.
- B : *La qualité de la gestion du crédit dans l'EMF.* Il s'agit ici de mesurer le risque-crédit de la caisse en se basant sur la façon dont le crédit est géré et le comportement des sociétaires face au remboursement, une mauvaise gestion du crédit pouvant mettre en péril la pérennité de l'EMF.
- C : *Le niveau d'engagement et d'appropriation de l'EMF.* Il s'agit d'estimer la capacité des sociétaires à devenir autonomes à terme dans la gestion de l'EMF. L'objectif des projets d'appui aux EMF est d'amener les sociétaires à gérer ceux-ci sans être sous la dépendance d'un appui externe.
- D : *L'administration et la sensibilisation des sociétaires sur la gestion de l'EMF et l'efficacité des organes de représentation des sociétaires.* Il s'agit de juger le travail des représentants des sociétaires au sein de l'EMF, et d'apprécier l'écho de ce travail auprès des sociétaires. Il est important que ces derniers soient au courant du fonctionnement de l'EMF.
- E : *La croissance et le degré de pénétration des services financiers de l'EMF.* Il s'agit de juger l'accroissement du nombre de sociétaires bénéficiant des services

financiers en le comparant à la taille de la population active environnante.

Chaque critère est évalué sur l'échelle qualitative ordinale "mauvais", "médiocre", "acceptable", "bon" (que nous codons par 0, 1, 2, 3; 0 pour "mauvais", etc.).

L'espace de décision  $V$  est ainsi composé de 1024 EMF.

### Extraction des stratégies de décision

A partir de l'ensemble  $V$  précédemment défini nous avons extrait les stratégies individuelles de chacun des cinq décideurs. Elles sont présentées synthétiquement table 1 via le codage précédent (la virgule se lit **ou**). Par exemple le premier expert utilise 11 règles de sélection, parmi celles-ci (2 2 0 0 0). Elle se lit *si l'attribut A est au moins acceptable et l'attribut B est au moins acceptable alors EMF est sélectionnée*. La table 2 contient des résultats quantitatifs portant, pour chaque expert, sur le temps d'extraction des connaissances, le nombre de questions posées par APACHE, le nombre de règles calculées, et la taille moyenne des règles de décision. La table 3 répertorie la moyennes et l'écart-type des valeurs de chaque critère dans les règles de décision.

On observe, table 2, que les experts décident relativement rapidement (22 secondes par EMF en moyenne pour les plus rapides –experts 1 et 5– et 38 secondes pour le moins rapide –expert 3). L'expert 4 a subi le plus long questionnaire (1 h 20mn pour 142 questions). Si l'effort cognitif n'est pas négligeable (décider pour 142 cas) notons que, face à la faible disponibilité de ces experts, l'approche proposée permet d'extraire les règles de décision utilisées pour expliquer 1024 situations en peu de temps (1 h 20mn). La structure des stratégies de décision (table 1) montre que chaque règle de décision est composée d'au moins trois critères (et de façon exceptionnelle de quatre ou cinq critères) et que leur combinaison est assez différente d'une règle à l'autre (les experts doivent développer des stratégies mettant en œuvre des phénomènes de compensation de façon à pouvoir décider rapidement dans toutes les situations). Lorsqu'un expert accorde une grande importance à un critère, ce critère a une valeur moyenne élevée et un faible écart-type (table 3). Ces critères peuvent être vus comme des points d'ancrage dans les stratégies, les critères de moindre importance servant d'ajustement. Les explications données par les experts pendant le processus –ils parlent alors volontiers pour justifier leurs choix– nous ont permis de confirmer les résultats qualitatifs sur les stratégies qu'ils appliquent. C'est le cas par exemple du critère **B** pour l'expert 3. Ce dernier pense en effet qu'une CVECA doit être automatiquement rejetée lorsque sa gestion du crédit est mauvaise. D'après lui, c'est la gestion du crédit qui est à la base de la pérennité d'un EMF. Les trois premiers experts ont une plus grande préférence pour le critère **B**, l'expert 4 pour le critère **C** et l'expert 5 pour le critère **A**. Enfin notons que tous les critères sont utilisés à un moment ou à un autre. Toutes ces observations sont compatibles avec le modèle de décision, l'heuristique de la base mobile (Barthélemy et Mullet, 1994), sur lequel se base notre approche et APACHE.

### Constitution d'une base de connaissances commune

En appliquant les règles de décision individuelles (table 1) aux 18 CVECA, nous obtenons 7 cas de divergences. Plusieurs raisons peuvent justifier ces divergences dans les décisions. Les experts n'accordent pas la même importance aux critères et n'utilisent

<b>Expert 1</b>	(2 2 0 0 0), (1 3 3 1 0), (1 3 0 2 1), (1 2 2 3 1), (1 3 1 0 2), (1 3 0 1 2), (0 2 2 2 2), (1 2 3 1 3), (0 3 3 1 3), (3 1 3 2 3), (1 2 0 3 3)
<b>Expert 2</b>	(3 3 1 0 0), (2 2 2 0 0), (3 3 0 1 0), (3 2 1 1 0), (2 2 0 2 0), (1 3 1 2 0), (3 1 2 2 0), (2 1 2 3 0), (1 2 2 3 0), (3 2 0 0 1), (2 3 1 0 1), (2 3 0 1 1), (1 2 2 2 1), (2 1 3 2 1), (1 2 0 3 1), (2 1 1 3 1), (2 3 0 0 2), (2 2 1 0 2), (2 2 0 1 2), (1 3 0 2 2), (1 2 1 2 2), (0 3 3 3 2), (2 2 0 0 3), (1 3 3 0 3), (2 1 2 1 3), (2 1 0 2 3), (0 3 2 3 3)
<b>Expert 3</b>	(2 3 1 0 0), (2 2 2 0 0), (0 3 2 0 0), (0 2 3 0 0), (2 2 1 1 0), (0 2 2 1 0), (2 2 0 2 0), (1 2 0 3 0), (0 3 0 3 0), (1 2 2 0 1), (2 3 0 1 1), (0 3 0 2 1), (2 3 0 0 2), (2 2 1 0 2), (0 2 2 0 2), (2 2 0 1 2), (1 3 0 1 2), (1 2 0 2 2), (0 2 0 3 2), (2 2 0 0 3), (1 3 1 0 3)
<b>Expert 4</b>	(3 2 2 0 0), (2 2 3 0 0), (1 3 3 0 0), (3 3 1 1 0), (2 2 2 1 0), (0 3 3 2 0), (3 3 0 3 0), (1 2 2 3 0), (3 0 3 3 0), (0 2 3 3 0), (1 3 2 1 1), (3 1 3 1 1), (0 3 3 1 1), (0 3 3 1 1), (2 1 2 2 1), (1 2 2 2 1), (0 3 2 2 1), (3 2 0 3 1), (2 0 3 3 1), (3 3 1 0 2), (1 2 3 0 2), (2 2 0 2 2), (0 2 2 2 2), (3 0 3 2 2), (2 0 2 3 2), (2 2 2 0 3), (2 1 2 1 3), (0 3 2 1 3), (1 2 1 3 3)
<b>Expert 5</b>	(2 2 2 0 0), (3 1 3 0 0), (2 3 1 1 0), (3 0 2 1 0), (3 2 0 2 0), (2 2 1 2 0), (2 0 2 2 0), (2 2 0 3 0), (3 3 0 0 1), (3 2 1 0 1), (2 2 0 2 1), (3 0 1 3 1), (3 2 0 0 2), (2 3 0 0 2), (3 0 2 0 2), (2 1 2 0 2), (2 0 3 0 2), (3 1 0 2 2), (2 0 1 2 2), (2 0 0 3 2), (2 2 1 1 3), (2 0 2 1 3), (2 0 0 2 3)

TAB. 1 – Règles de décision des experts du MIFED

	Temps d'extraction	Nombre de questions	Nombre de règles	Taille moyenne des règles
<b>Expert 1</b>	45 mn	121	11	4.09
<b>Expert 2</b>	1h10	127	27	3.93
<b>Expert 3</b>	1h15	116	28	3.23
<b>Expert 4</b>	1h20	142	27	3.61
<b>Expert 5</b>	55 mn	150	23	3.48

TAB. 2 – Informations quantitatives sur l'extraction des stratégies de décision

pas toujours les mêmes sous-ensembles de critères pour décider. De plus, ils s'appuient très souvent sur des connaissances spécifiques issues de leur expérience sur le terrain pour décider et il est rare que celles-ci soient identiques pour tous. Afin de rationaliser le processus, il est important d'essayer de gommer ces effets et de fournir une base de connaissances unique et acceptée par tous. Nous avons testé trois règles permettant de quantifier le niveau de sévérité de l'expert épistémique : l'*unanimité* ( $\tau_1 = 5$  et  $\tau_2 = 1$ ); la *règle majoritaire* ( $\tau_1 = 3$  et  $\tau_2 = 1$ ); et une *règle intermédiaire* ( $\tau_1 = 4$  et  $\tau_2 = 2$ ).

### Exploitation et aide à la décision

La table 4 contient les règles de décision de l'expert épistémique et la table 5 compare les décisions de l'expert épistémique à l'aide de ATREE et les décisions réellement prises (les CVECA en italique correspondent aux caisses pour lesquelles les décideurs divergeaient). Globalement, ATREE est en adéquation avec les décisions réelles et il n'y a que deux décisions différentes que nous pouvons expliquer. Toutes les caisses ayant une mauvaise gestion du crédit (0 ou 1 sur le critère **B**) ont été *refusées* par notre outil, ce qui est concordant avec l'importance que les décideurs donnent à la gestion du crédit. Cependant les décideurs ont accordé le refinancement aux caisses (2 1 2 1 1) et (2 1 2 3 2). Ils ont justifié leurs décisions par le fait qu'ils avaient découvert les responsables de cette défaillance et qu'ils les avaient écartés de la gestion de la caisse. De telles situations exceptionnelles ne sont pas prises en compte dans la méthodologie. Nous rappelons que nous cherchons à assister les experts et non à les remplacer.

	Statistiques	A	B	C	D	E
<b>Expert 1</b>	Moyenne	1.09	2.36	1.55	1.45	1.82
	Ecart-type	0.83	0.67	1.37	1.04	1.17
<b>Expert 2</b>	Moyenne	1.78	2.15	1.11	1.44	1.26
	Ecart-type	0.85	0.77	1.05	1.15	1.13
<b>Expert 3</b>	Moyenne	1.10	2.38	0.81	0.95	1.10
	Ecart-type	0.89	0.50	1.98	1.12	1.09
<b>Expert 4</b>	Moyenne	1.64	1.93	2.04	1.61	1.14
	Ecart-type	1.13	1.02	0.96	1.13	1.08
<b>Expert 5</b>	Moyenne	2.39	1.22	1.04	1.17	1.26
	Ecart-type	0.50	1.13	1.02	1.11	1.10

TAB. 3 – Statistiques sur les critères

Seuils de consensus		Règles de décision $R^s$ et $R^r$	
$\tau_1=3$	$\tau_2=1$	$R^s$	(0 3 3 1 3), (1 2 3 1 3), (3 1 3 3 0), (1 2 0 3 3), (1 3 2 1 2), (1 3 3 0 2), (2 1 2 1 3), (2 1 2 3 1), (2 1 3 2 1), (3 1 2 2 1), (0 2 2 2 2), (1 2 2 2 1), (1 2 2 3 0), (1 3 0 2 2), (1 3 0 3 1), (1 3 1 2 1), (1 3 3 1 0), (2 2 0 0 3), (2 2 0 1 2), (2 2 1 0 2), (2 3 0 0 2), (2 3 0 1 1), (2 3 1 0 1), (2 3 1 1 0), (3 2 0 0 2), (3 2 1 0 1), (3 2 1 1 0), (3 3 0 0 1), (3 3 1 0 0), (2 2 0 2 0), (2 2 2 0 0)
[Majorité]		$R^r$	(3 3 0 0 0), (3 2 1 0 0), (3 2 0 1 0), (2 3 0 1 0), (2 3 0 0 1), (2 2 1 0 1), (2 2 0 1 1), (2 2 0 0 2), (1 3 2 1 0), (1 3 2 0 1), (1 3 1 2 0), (1 3 1 1 1), (1 3 1 0 2), (1 3 0 3 0), (1 3 0 0 3), (1 2 1 3 0), (1 2 1 2 1), (0 3 3 1 0), (3 1 3 1 0), (3 1 1 3 0), (2 1 3 2 0), (2 1 1 3 1), (2 0 3 3 0), (1 2 3 2 0), (1 2 3 1 1), (1 2 0 2 3), (0 3 2 3 0), (0 3 2 1 2), (0 2 3 2 1), (0 2 2 3 1), (3 1 2 1 2), (3 1 1 2 2), (3 1 1 1 3), (3 1 0 3 2), (3 0 3 2 1), (3 0 2 3 1), (2 1 3 1 2), (1 2 2 1 3), (0 3 3 0 3), (0 2 3 1 3), (3 1 3 0 3), (3 0 3 1 3), (3 0 2 2 3), (3 0 1 3 3), (2 0 3 2 3), (0 3 1 3 3), (1 1 3 3 3)
$\tau_1=4$	$\tau_2=2$	$R^s$	(3 1 3 2 3), (0 3 2 3 3), (0 3 3 3 2), (1 2 1 3 3), (1 3 3 0 3), (1 2 2 2 2), (1 2 2 3 1), (1 3 2 2 1), (1 3 3 2 0), (2 2 1 1 3), (2 3 1 1 1), (3 2 0 0 3), (3 2 0 1 2), (3 2 1 0 2), (3 2 1 1 1), (3 3 0 1 1), (3 3 1 0 1), (3 3 1 1 0), (2 2 0 2 1), (2 2 0 3 0), (2 2 1 2 0), (2 3 0 0 2), (3 2 0 2 0), (2 2 2 0 0)
[Règle intermédiaire]		$R^r$	(3 2 1 0 0), (2 3 1 0 0), (2 3 0 0 1), (2 2 0 0 2), (3 3 0 1 0), (3 2 0 1 1), (2 2 1 1 1), (1 3 0 2 1), (1 3 3 0 1), (1 3 2 2 0), (1 3 2 1 1), (1 3 1 3 0), (1 2 3 2 0), (3 1 3 2 0), (3 1 2 3 0), (2 1 3 3 0), (2 1 2 2 2), (1 3 2 0 3), (1 3 1 1 3), (1 2 3 1 2), (1 2 3 0 3), (1 2 2 1 3), (1 2 1 3 2), (1 2 1 2 3), (0 3 3 1 2), (0 3 3 0 3), (0 3 2 1 3), (0 2 3 1 3), (3 1 3 1 2), (3 1 3 0 3), (0 3 3 3 1), (0 3 1 3 3), (3 1 1 3 3), (1 1 3 3 3), (3 0 3 3 3)
$\tau_1=5$	$\tau_2=1$	$R^s$	{(2 2 2 0 3), (3 2 0 3 1), (3 3 0 3 0), (3 3 1 0 2), (2 2 0 2 2), (3 3 1 1 0), (2 2 2 1 0), (2 2 3 0 0), (3 2 2 0 0)}
[Unanimité]		$R^r$	(3 3 0 0 0), (3 2 1 0 0), (3 2 0 1 0), (2 3 0 1 0), (2 3 0 0 1), (2 2 1 0 1), (2 2 0 1 1), (2 2 0 0 2), (1 3 2 1 0), (1 3 2 0 1), (1 3 1 2 0), (1 3 1 1 1), (1 3 1 0 2), (1 3 0 3 0), (1 3 0 0 3), (1 2 1 3 0), (1 2 1 2 1), (0 3 3 1 0), (3 1 3 1 0), (3 1 1 3 0), (2 1 3 2 0), (2 1 1 3 1), (2 0 3 3 0), (1 2 3 2 0), (1 2 3 1 1), (1 2 0 2 3), (0 3 2 3 0), (0 3 2 1 2), (0 2 3 2 1), (0 2 2 3 1), (3 1 2 1 2), (3 1 1 2 2), (3 1 1 1 3), (3 1 0 3 2), (3 0 3 2 1), (3 0 2 3 1), (2 1 3 1 2), (1 2 2 1 3), (0 3 3 0 3), (0 2 3 1 3), (3 1 3 0 3), (3 0 3 1 3), (3 0 2 2 3), (3 0 1 3 3), (2 0 3 2 3), (0 3 1 3 3), (1 1 3 3 3)

TAB. 4 – Règles de décision du consensus

CVECA	$\tau_1 = 3, \tau_2 = 1$	$\tau_1 = 4, \tau_2 = 2$	$\tau_1 = 5, \tau_2 = 1$	Décisions
(3 2 2 2 2)	sélectionnée	sélectionnée	sélectionnée	sélectionnée
(3 3 3 3 2)	sélectionnée	sélectionnée	sélectionnée	sélectionnée
(2 2 3 3 2)	sélectionnée	sélectionnée	sélectionnée	sélectionnée
(2 2 2 2 1)	sélectionnée	sélectionnée	sélectionnée	sélectionnée
(2 0 2 1 1)	rejetée	rejetée	rejetée	rejetée
(2 1 1 2 1)	rejetée	rejetée	rejetée	rejetée
(2 3 3 3 2)	sélectionnée	sélectionnée	sélectionnée	sélectionnée
(2 0 1 2 1)	rejetée	rejetée	rejetée	rejetée
(1 1 2 1 2)	rejetée	rejetée	rejetée	rejetée
(2 2 2 3 2)	sélectionnée	sélectionnée	sélectionnée	sélectionnée
(3 3 2 3 2)	sélectionnée	sélectionnée	sélectionnée	sélectionnée
(2 0 1 2 1)	rejetée	rejetée	rejetée	rejetée
(3 3 3 3 2)	sélectionnée	sélectionnée	sélectionnée	sélectionnée
(2 1 2 3 2)	rejetée	rejetée	rejetée	sélectionnée
(1 0 0 2 1)	rejetée	rejetée	rejetée	rejetée
(2 1 2 1 1)	rejetée	rejetée	rejetée	sélectionnée
(2 2 3 3 3)	sélectionnée	sélectionnée	sélectionnée	sélectionnée
(2 1 1 1 1)	rejetée	rejetée	rejetée	rejetée

TAB. 5 – Comparaison des décisions des experts avec les recommandations de l’expert épistémique sur un échantillon de 18 CVECA

## 5 Conclusion

Nous avons présenté une méthodologie d’extraction et de gestion de connaissances dans un contexte multi-experts pour une tâche de décision précise, le rejet ou la sélection. Nous avons pour cela utilisé des approches largement testées par ailleurs (APACHE et l’heuristique de la base mobile) et développé d’une part une technique de recherche de consensus représentant au mieux le collège d’experts et d’autre part une méthode d’aide à la décision originale, ATREE. Toute notre méthodologie est basée sur les règles de décision des experts.

Nous avons appliqué notre méthodologie au domaine de la microfinance, considéré comme un des outils majeurs de réduction de la pauvreté dans le monde. Nous avons confronté nos résultats aux décisions d’un groupe de cinq experts en microfinance sur 18 cas de refinancement réels. Les recommandations faites par ATREE sont en adéquation avec les décisions réelles sauf dans deux cas pour lesquels les experts manipulaient des informations qui ne pouvaient être disponibles pour ATREE. Il reste à vérifier avec le temps si ce type d’outil peut permettre de contribuer à former les experts locaux des pays en voie de développement.

## Références

- Barthélemy J.P. et Mullet E. (1992). A model of selection by aspects. *Acta Psychologica*, 79 :1–19.
- Barthélemy J.P. et Mullet E. (1994). Expert individual decision : the moving basis heuristics. Rapport de Recherche RR-94005-IASC, ENST Bretagne.

Kala Kamdjoug J.R. et Lenca P. (2000). A multicriteria aid and multiactor method : determining a corpus of reference actions - application to the resolution of micro-credit problems. In Torres M., Molero J., Kurihara Y. et David A., editors, *World Multiconference on Systemics, Cybernetics and Informatics*, pp 141–146.

Kala Kamdjoug J.R. (2003). *Aide à la décision pour la gestion de micro-crédits en Afrique : application à la sélection des CVECA au refinancement*. Thèse de Doctorat, Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales.

Le Boucher E. (2004). Une arme contre la pauvreté : les micro-crédits. *Le Monde*, 24 mai.

Lenca P. (1997). *Acquisition automatique et analyse de processus de décision. Application au domaine bancaire*. Thèse de Doctorat, Université de Rennes I.

Moscarola J. et Roy B. (1977). Procédure automatique d'examen de dossiers fondée sur une segmentation trichotomique en présence de critères multiples. *R.A.I.R.O. Recherche opérationnelle/Operations research*, 11(2) :145–173.

Pichon E., Lenca P., Guillet F. et Wang J.W. (1994). Un algorithme de partition d'un produit direct d'ordres totaux en un nombre minimum de chaînes. *Mathématique Informatique et Sciences Humaines*, 125 :5–15.

Simon H. A. (1979). *Model of Thought*. Yale University Press.

World-Bank (2001). *Understanding poverty*. World Development Report.

## Summary

We discuss a methodology dedicated to knowledge elicitation and management in a multi-expert framework. It is supported by three steps : knowledge elicitation from each expert decision maker, management of individual preferences in order to design a joint knowledge basis and finally the use of this basis to provide a tool of decision aid. The proposed methodology has been tested in Cameroon with five expert decision makers in the field of microfinance. It produced results compatible with their practice. Beyond we consider the use of a knowledge capitalisation system. Its goal is to analyse in a rather short notice a largest number of situations, but always with a limited number of decision makers. An other goal is to transfert knowledge and abilities in order to train local decision makers (the experts are members of NGO and usually stay at most two years at the same place).