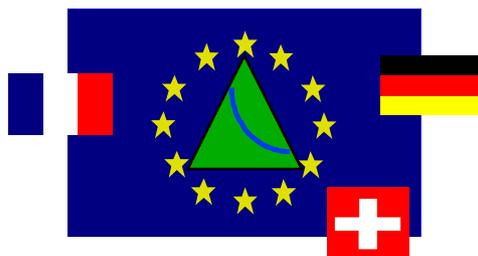


# ITADA

**Institut Transfrontalier  
d'Application et de Développement Agronomique**  
Grenzüberschreitendes Institut  
zur rentablen umweltgerechten Landbewirtschaftung



## **RAPPORT FINAL DU PROJET 1.1.2** **version courte**

**Mise en œuvre des indicateurs agro-écologiques :  
comparaison avec la méthode KUL, élargissement à d'autres  
systèmes de production, application en zones sensibles,  
informatisation du calcul.**

**Le programme d'actions ITADA 2 bis était placé sous la maîtrise d'ouvrage du  
Conseil Régional d'Alsace et cofinancé par :**

- le Fonds Européen pour le Développement Régional (programme INTERREG),
- le Ministère de l'Agriculture du Land de Bade-Wurtemberg,
- le Conseil Régional d'Alsace,
- l'Agence de l'Eau Rhin Meuse,
- les Organisations Professionnelles Agricoles alsaciennes
- les Cantons suisses de Bâle Ville, Bâle-Campagne, Argovie

**Secrétariat ITADA : 2 allée de Herrlisheim F – 68000 COLMAR**  
Tél : 0(033)3.89.22.95.50 Fax : - .59 e-MAIL : [itada@wanadoo.fr](mailto:itada@wanadoo.fr) Internet : [www.itada.org](http://www.itada.org)

# RAPPORT FINAL

## Version courte

<b>PROJET N°:</b>	1.1.2
<b>THEME</b>	Mise en œuvre des indicateurs agro-écologiques : comparaison avec la méthode KUL, élargissement à d'autres systèmes de production, application en zones sensibles, informatisation du calcul.
<b>CHEF DE PROJET</b>	C. BOCKSTALLER (ARAA) F
<b>PARTENAIRES</b>	M. REINSCH (IfUL) Müllheim D
<b>ORGANISMES ASSOCIES</b>	F:INRA (P. GIRARDIN) M. THIOLLET*)
<b>Pour le sous-thème 2 (en cours de projet)</b>	F : Comité Interprofessionnel des Vins de Champagne (CIVC) Institut Technique de la Vigne (ITV) (Alsace et France),  * dans le cadre du programme Réseau Vigne et Vin Septentrional (RVVS) avec le financement des Régions Champagne, Alsace et Bourgogne
<b>DUREE DU PROJET</b>	01.07.99 - 31.12.01

## A SITUATION INITIALE ET POSITION DU PROBLEME

Le contexte de l'agriculture intensive des pays européens a évolué cette dernière décennie et a vu apparaître une sensibilité croissante des différents acteurs du monde agricole aux problèmes environnementaux. A un niveau supérieur, le concept de durabilité qui est souvent restreint à sa dimension environnementale est devenu l'objectif général, voire le paradigme de la production agricole de demain. Si un certain consensus existe sur l'objectif, les avis divergent sur les chemins. Néanmoins, afin de pouvoir concrétiser et mettre en œuvre ce concept parfois floue, beaucoup de chercheurs reconnaissent qu'il est urgent de développer des outils de mesure ou plutôt d'évaluation de la durabilité, et à une échelle inférieure de l'impact des pratiques agricoles sur l'environnement. Face à l'impossibilité d'effectuer des mesures de terrain systématiques pour des raisons de coûts et de temps, et le manque d'outils de prévisions précis qui soient opérationnels, il est souvent fait appel à des indicateurs qui reposent sur un compromis entre les contraintes de précision scientifique et de faisabilité.

C'est dans ce contexte que s'inscrivent nos travaux qui ont conduit au développement des indicateurs agro-écologiques rebaptisé entre temps « méthode INDIGO ». Dans le cadre de programmes précédents de l'ITADA, nous avons mis au point une première version de calcul des indicateurs et pu tester ces outils sur un réseau d'exploitations de part et d'autre de la plaine du Rhin. Si d'un côté la première version du mode de calcul des indicateurs existants nécessitait des améliorations avec l'acquisition de nouvelles connaissances, la mise en œuvre d'une telle méthode soulevait aussi des questions et problèmes qui sont au centre de ce projet. Ceux-ci sont de plusieurs ordres qui ont motivé les différents sous-thèmes de ce projet :

Une partie plus théorique portant sur :

les résultats obtenus : sont-ils robustes et vont-ils dans le même sens que ceux obtenus avec d'autres méthodes d'évaluations ? Pour cela, nous avons décidé de comparer les indicateurs de la méthode INDIGO avec ceux de la méthode KUL.

La batterie d'indicateurs est utilisée pour établir un diagnostic des points forts et faibles des pratiques culturales, en vue de proposer des améliorations par rapport aux objectifs agri-environnementaux qui vont dans le sens de l'agriculture durable. Mais est-il possible d'établir un diagnostic global de la durabilité sous l'angle écologique ou « de viabilité écologique » en combinant ou en agrégeant ces indicateurs ? Ceci nous conduira dans une étude des méthodes d'agrégation multicritère.

Dans l'optique d'une agriculture durable qui repose à la fois sur une dimension écologique, économique et sociale, il serait opportun de croiser nos indicateurs avec des critères économiques au moins, l'aspect social nous paraissant hors de notre champ de compétence. Les méthodes développées et testées dans la partie précédente pourront encore nous servir pour répondre à cette problématique. Nous nous limiterons à une étude du désherbage du maïs, une intervention stratégique dans cette culture et dont les produits utilisés sont au cœur de la problématique environnementale (notamment avec l'atrazine).

Sur l'extension du domaine d'application de la méthode INDIGO à d'autres secteurs de production que les grandes cultures.

Nous nous centrerons dans ce cas sur l'indicateur phytosanitaire I-Phy et au domaine de la viticulture, une production de première importance en Alsace.

Sur l'utilisation des indicateurs de la méthode INDIGO en zone particulière présentant une problématique agri-environnementale reconnue par les différents acteurs et faisant l'action d'une réglementation ou d'une action spécifique.

Enfin dès le départ de la conception des indicateurs INDIGO, il était clair que leur calcul nécessiterait une informatisation, indispensable à la mise en œuvre de ces outils.

Nous avons poursuivi deux pistes :

- La collaboration avec une entreprise d'informatique pour un développement d'un logiciel commercial pour l'indicateur phytosanitaire I-Phy et au domaine de la viticulture, une production de première importance en Alsace.

- Le développement d'un logiciel de calcul de l'ensemble des indicateurs développé en interne à l'INRA de Colmar sous forme de base de données Access (version 97, Microsoft ®)

Ces questions ont donc donné lieu à quatre sous-thèmes qui s'articulent entre eux et qui peuvent être résumés par la Figure 1. Les sous-thèmes 1 et 3 se sont inscrits dans le cadre d'un travail transfrontalier entre l'Association pour la Relance Agronomique en Alsace (ARAA) et l'équipe « Agriculture Durable » de l'unité mixte de recherche (UMR) INRA Colmar –ENSAIA Nancy) d'une part et de l'autre, l'Institut pour une Agriculture respectueuse de l'Environnement de Müllheim (IfuL). L'Annexe 1 reprend les principaux événements qui ont marqué cette collaboration transfrontalière.

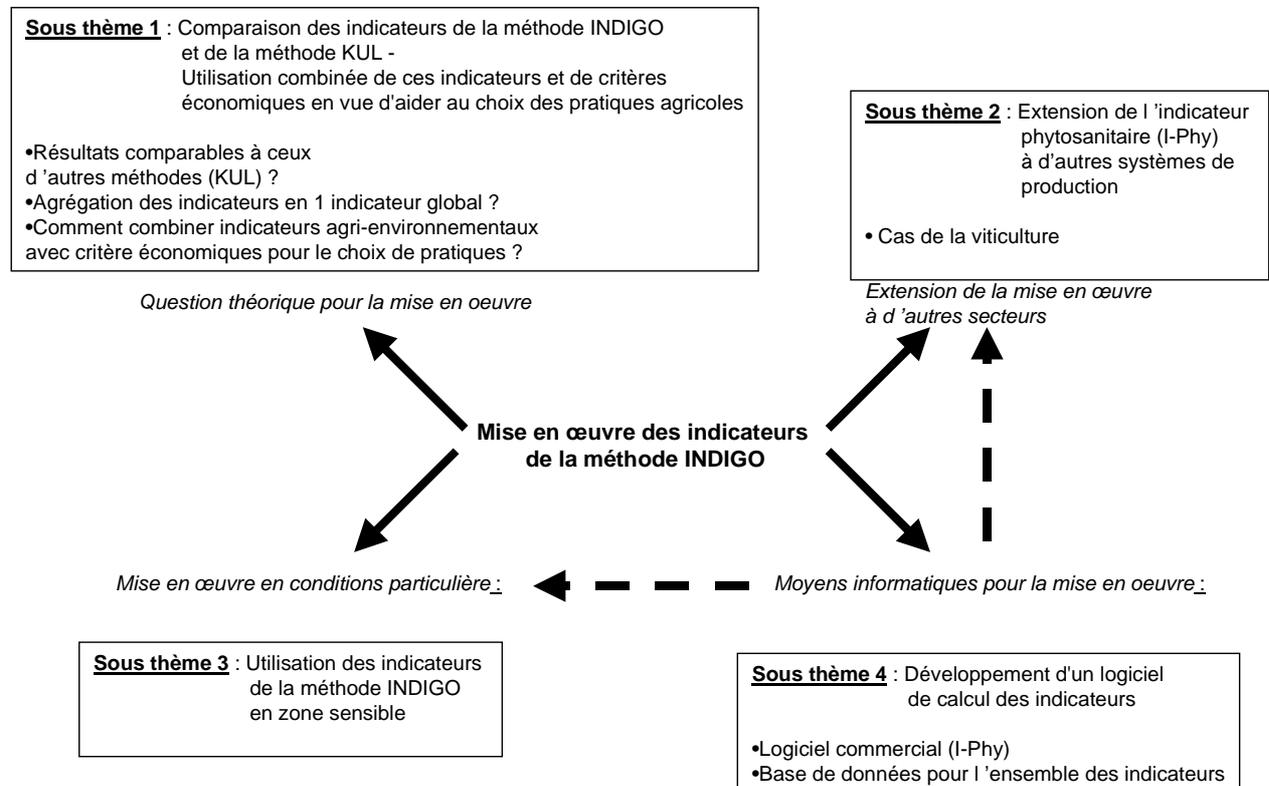
## **B OBJECTIFS GENERAUX**

Les objectifs du projet sont :

d'apporter des réponses à certains aspects théoriques liés à la mise en œuvre des indicateurs de la méthode INDIGO afin de consolider la crédibilité de ces outils et d'approfondir les possibilités de leur utilisation.

d'étendre le domaine d'application des indicateurs de la méthode INDIGO à d'autres système de production que les grandes cultures, à des conditions particulières comme les zones sensibles.

d'améliorer les conditions de mise en œuvre de ces outils au travers du développement d'outils informatique, afin de faciliter l'utilisation et favoriser leur propagation.

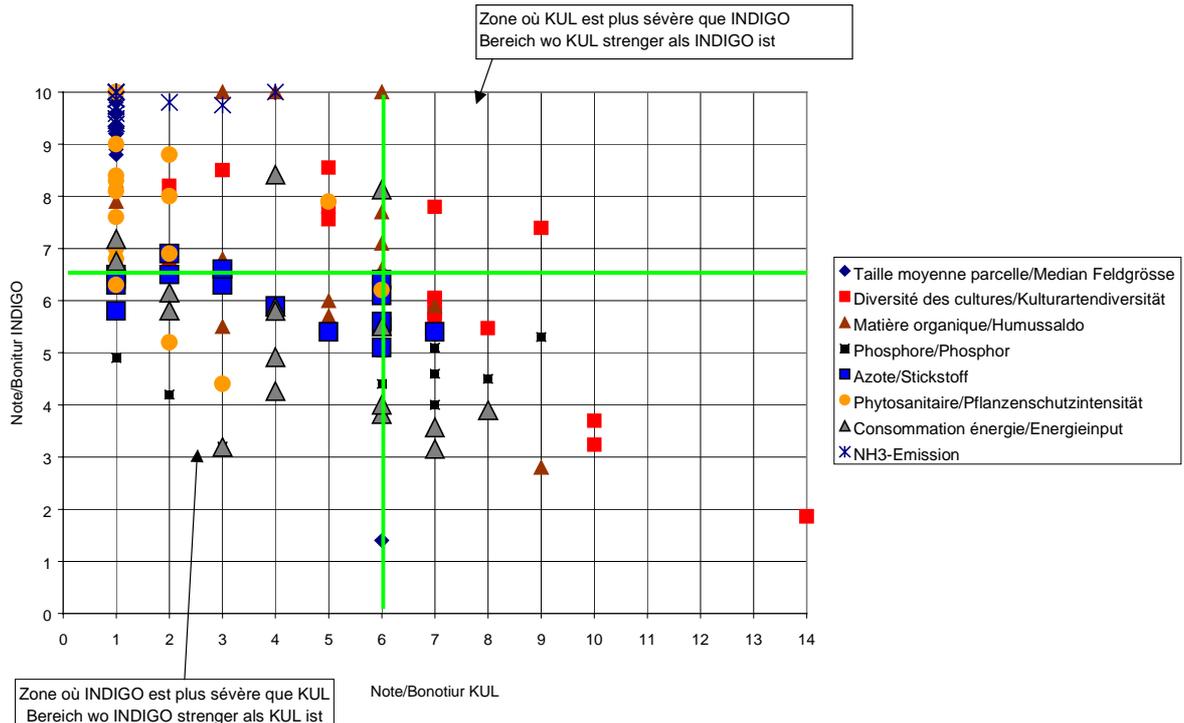


**Figure 1** - Articulation des différents sous-thèmes dans le projet.

## C TRAVAUX REALISES

### I. Sous-thème 1

Avec le développement d'un certain nombre de méthodes d'évaluation agri-environnementale aussi bien en France qu'en Allemagne, la question du choix de la méthode se pose et se posera de plus en plus. Ceci est un préalable à la mise en œuvre d'une démarche d'évaluation. Nous avons ainsi comparé notre méthode par rapport à une méthode allemande KUL, ce qui a permis d'en situer les possibilités et les limites. Il en ressort que la méthode INDIGO permet une analyse plus approfondie ce au prix d'un investissement en temps supérieur. L'intérêt de ce travail a été d'aller plus loin jusqu'à une comparaison des résultats, ce qui était possible vue les similitudes des méthodes. C'est surtout le diagnostic qui en découle qui est important et des divergences sont ainsi apparues. Dans l'ensemble, la méthode INDIGO arrive à des conclusions plus sévères que KUL (Figure 2). Ceci est dû au fait qu'elle évalue de manière plus précises les risques et d'autre part à des références d'INDIGO plus sévères que celles de KUL.



**Figure 2** – Comparaison des résultats entre les deux méthodes KUL et INDIGO, indicateur par indicateur.

A l'autre extrémité de la démarche, se pose la question, comment « aller plus loin » qu'une application descriptive, indicateur par indicateur. Nous avons testé deux approches :

La première a abouti à un « indicateur relatif de durabilité » (IDU), « relatif » : - car il ne tient compte que de certains de problématiques environnementales de la durabilité (et n'aborde pas les dimensions économique et sociale), - qu'il n'est pas possible de estimer la durabilité de manière absolue sans expérimentation sur le long terme. Nous avons cherché à éviter certains pièges liés à ce genre de méthode (agrégation d'éléments hétérogènes, compensation, etc.). L'indicateur IDU se calcule de la manière suivante :

$$IDU = \frac{\sum p_i f(l_i)}{\sum p_i}$$

avec :

**f(l<sub>i</sub>)** = valeur donnée par une fonction de performance environnementale à la valeur de l'indicateur i (l<sub>i</sub>) et notée entre 0 et 100.

**p<sub>i</sub>** : poids donné à l'indicateur i.

Un tableau sert de guide pour fixer ces poids en fonction de la situation de l'exploitation (Exemple : en zone de captage avec problème de qualité des eaux, p<sub>i</sub> = 8000 pour les indicateurs azote et phytosanitaires, en zone de captage sans problème de qualité ou présence d'une nappe avec problème de qualité p<sub>i</sub> = 400, en présence d'une nappe sans problème p<sub>i</sub> = 20, autre p<sub>i</sub> = 1 )

Dans l'autre cas, nous avons, à partir d'un cas d'école (le désherbage du maïs), combiné un critère environnemental donné par un des nos indicateurs (I-Phy) et des critères technico-économiques (coût, efficacité, etc.) pour l'aide au choix de pratiques. Dans cette problématique de choix, une approche multicritère de « l'Ecole Européenne » (méthodes Electre III) s'est révélée intéressante. Par rapport à un indicateur unique, celles-ci permettent d'éviter certains pièges, comme la comparaison de critères qui ne sont pas comparables, mais perdent parfois en lisibilité dans les classements finaux qui en résultent. Nous avons ainsi mis en évidence deux programmes de désherbage parmi 45 sélectionnés qui se retrouvent toujours bien classés, quelle que soient les stratégies, technique, assurance, intégrée ou environnementale.

## **II. Sous-thème 2**

Une autre question liée à la mise en œuvre d'une méthode d'application est son champ d'application. Celui-ci était restreint pour la méthode INDIGO au domaine des grandes cultures. L'indicateur phytosanitaire (I-Phy) a été ainsi amélioré (introduction de nouveaux modules d'évaluation (auxiliaire, dérive aérienne)), et adapté à la viticulture, un domaine totalement différent que le secteur d'origine (grandes cultures) et d'importance économique de premier ordre. Nous avons aussi testé une nouvelle possibilité d'application de I-Phy, l'établissement de classement en trois listes de l'ensemble des produits disponibles pour un type d'application en fonction de différentes conditions de milieu (Tableau 1).

## **III. Sous-thème 3**

Dans la suite du précédent sous-thème, le troisième sous-thème traite de l'application de la méthode en conditions particulières, en zones sensibles (zone de captage, etc.). C'est dans cette partie que nous sommes arrivés le moins loin dans l'atteinte des objectifs fixés au départ. Pour des raisons de temps et de manque de sollicitation réciproque entre nous et les partenaires sur le terrain, nous n'avons pas testé la méthode comme outil conseil sur une telle zone. Nous nous sommes limités à calculer les indicateurs azote et phytosanitaires sur la partie des plusieurs exploitations badoises en zone de protection (Wasserschutzgebiet faisant l'objet de la réglementation SchALVO) et sur le reste de l'exploitation. Cependant ce travail a confirmé la nécessité de réfléchir à l'amélioration de l'indicateur azote.

**Tableau 1-** Classement de quelques produits en différentes classes. Les sigles dans les cases explique la raison du changement de classe. Les raisons de l'appartenance à la classe orange ou rouge sont données dans la colonne « Risque » (Aux. = auxiliaire, Esu = Eaux de surface, Eso = Eaux de profondeur).

Produits	Matière active	I-Phy	Appartenance aux classes			Risque
			jaune	Orange	rouge	
<b>Fongicides</b>						
Mancozèbe	mancozèbe	6,3				Aux
Greman	tétraconazole	9,9		Dose+Esu		
Olympe 10 EW	flusilazole	8,9		Esu		
Polyram DF	métirame-zinc	9,2				
Stroby DF	krésoxim-méthyl	9,8				
Sumisclex	procymidone	4,8				Aux
<b>Herbicides</b>						
Basta F1	glufosinate	9,6				
Glyphosate	glyphosate	9,1		Esu		
Diuron	diuron	4,6			Eso	Eso
Devrinol	napropamide	8,5		Esu		
Gramoxone plus	paraquat+diquat	6,7			Esu	Esu
Kerb Flo	propryzamide	4,9				Air
Prowl 400	pendiméthaline	2,0				Esu+Air
Réglone 2	diquat	6,1			Esu	Esu+Air
Télon 2000	triclopyr	3,3				Eso
Weedazol TL	aminotriazole+ thiocyanate d'ammonium	7,8		Esu		
<b>Insecticides</b>						
Cyperfor	cyperméthrine	5,5				Aux
Décis	deltaméthrine	9,9				Aux
Dursban 2	chlorpyrifos-éthyl	2,7				Air+Aux
Fastac	alphaméthrine	6,8				Aux
Karaté vert	lambda-cyhalothrine	6,6				Aux
Metover	méthomyl	4,6				Esu+Aux
Sumi-Alpha	esfenvalérate	6,4				Aux
Tracker 108 EC	tralométhrine	6,7				Aux
Yphos 40	parathion méthyl	5,6				Aux

#### IV. Sous-thème 4

Enfin, dans le dernier sous-thème, nous avons fortement amélioré les conditions de mise en œuvre de la méthode en développant les moyens informatiques de calcul. Deux logiciels sont ainsi disponibles : I-Phy qui répond à un standard commercial (Figure 3) et qui est commercialisé, et une base Access, développée à l'INRA, pour l'ensemble des indicateurs (Figure 4), qui présente une convivialité suffisante tout en gardant encore quelques faiblesses.

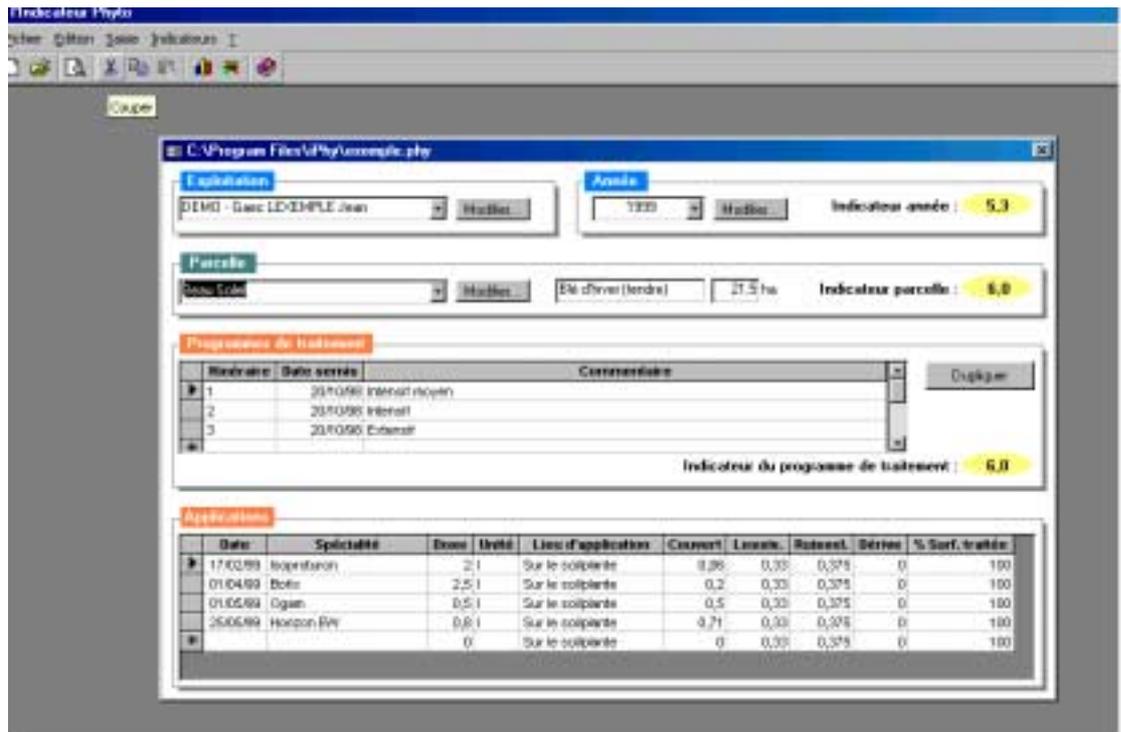


Figure 3 – Présentation du formulaire principale du logiciel I-Phy

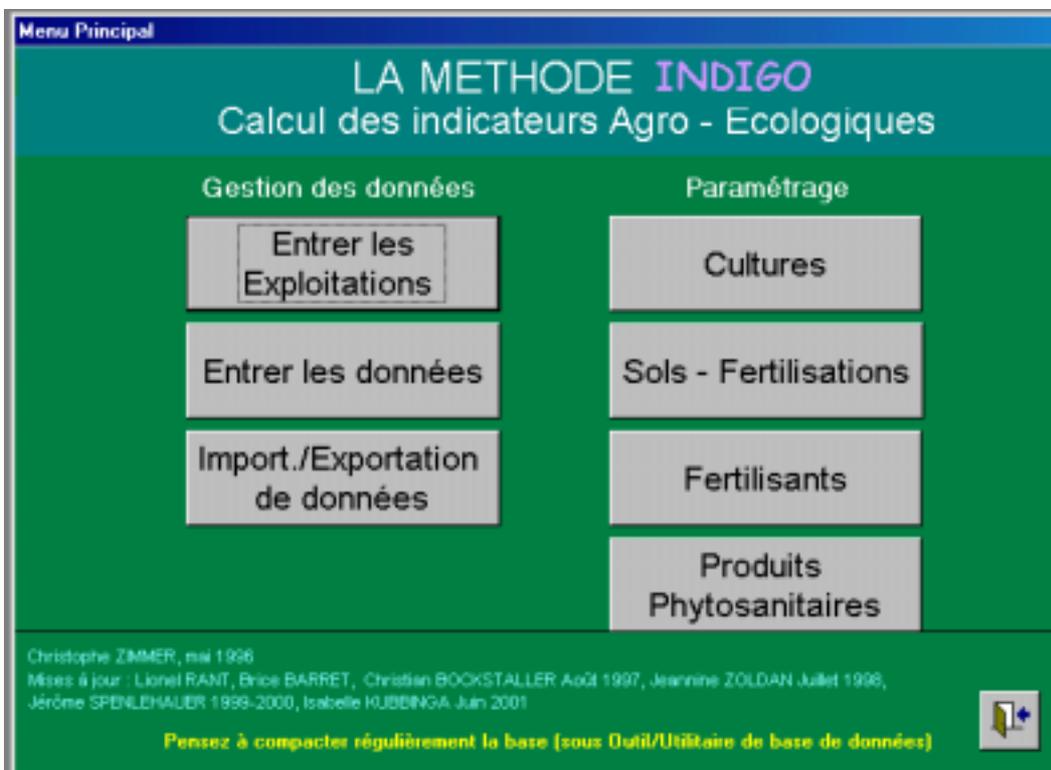


Figure 4 – Présentation du menu principal du logiciel de calcul des indicateurs de la méthode INDIGO

## D CONCLUSION GENERALE

Ce projet était consacré à la mise en œuvre de la méthode INDIGO, reposant sur le calcul d'indicateurs agro-écologiques, qui ont été développés dans les précédents programmes ITADA (1 et 2). Ces indicateurs qui font appel à l'information disponible sur l'exploitation agricole et non à des mesures de terrain, sont destinés à valoriser tous les enregistrements de l'agriculteur. Ce sont des outils d'évaluation et non de contrôle qui peuvent aider l'agriculteur à faire le point sur ses pratiques par rapport aux aspects agri-environnementaux de son exploitation en vue de les améliorer en tenant compte naturellement des contraintes économiques et techniques.

L'ensemble de ces travaux a permis une forte amélioration des conditions de mise en œuvre de la méthode INDIGO, en permettant de résoudre :

des questions d'ordre théorique traitées dans le premier sous-thème : possibilités et limites de la méthode par rapport à d'autres approches (dans ce projet, une méthode allemande KUL), agrégation de l'ensemble des indicateurs pour « aller plus loin » qu'une utilisation descriptive indicateur par indicateur, combinaison avec des critères économiques. Nous avons ainsi développé un « indicateur relatif de durabilité » (IDU) calculé à partir de l'ensemble des indicateurs pour synthétiser l'ensemble des résultats tout en cherchant à éviter au maximum certains pièges liés à ce genre d'approche (subjectivité de la pondération, compensation entre critères, etc.). Pour l'aide au choix de pratiques, sur la base de critères environnementaux (basés sur nos indicateurs) et d'autres critères, économiques et techniques, une approche multicritère de « l'Ecole Européenne » (méthode Electre III) s'est révélée intéressante. Par rapport à un indicateur unique, celles-ci permettent d'éviter certains pièges, comme la comparaison de critères qui ne sont pas comparables. En contrepartie elles perdent parfois en lisibilité dans les classements finaux qui en résultent.

des aspects pratiques abordées dans le second et le troisième sous-thèmes : extension du domaine d'application de la méthode à d'autres systèmes de production, application de la méthode en zones de culture soumises à des conditions particulières (zones sensibles, de captage). Un des indicateurs les plus importants dans le contexte actuel, l'indicateur phytosanitaire, a été amélioré et adapté à la viticulture, un domaine totalement différent que le secteur d'origine (grandes cultures) et d'important économique de premier ordre.

des problèmes matériels liés à la mise en œuvre, traités dans le quatrième sous-thème : informatisation de la méthode avec deux logiciels, un pour I-Phy qui est commercialisé, et une base Access, développée à l'INRA, pour l'ensemble des indicateurs, qui présente une convivialité suffisante tout en gardant encore quelques faiblesses.

Certains points mériteraient des travaux supplémentaires. Ainsi la comparaison de la méthode INDIGO devrait être poursuivie à d'autres systèmes d'évaluation, plus proches dans la complexité et les approches suivies. La méthode multicritère a été testée dans un cas d'école (désherbage du maïs) et devrait l'être avec d'autres données (issues d'expérimentations ou d'exploitations agricoles). L'extension de la méthode à d'autres systèmes de production (Ex : arboriculture) est envisagée. Les travaux du troisième sous-thème n'ont pas permis d'atteindre les objectifs initialement suivis mais ont confirmé la nécessité d'améliorer l'indicateur azote. Enfin, les logiciels développés pourront toujours faire l'objet d'amélioration comme cela s'observe d'une manière générale dans ce secteur.

Cependant, les acquis de ce projet permettent d'envisager sérieusement une valorisation de la méthode, tant côté alsacien que côté badois lorsque le travail de traduction sera totalement achevé. Ceci devra s'accompagner d'un travail préalable de formation des utilisateurs, des conseillers et techniciens des organismes de développement et d'une mise à disposition de l'outil.