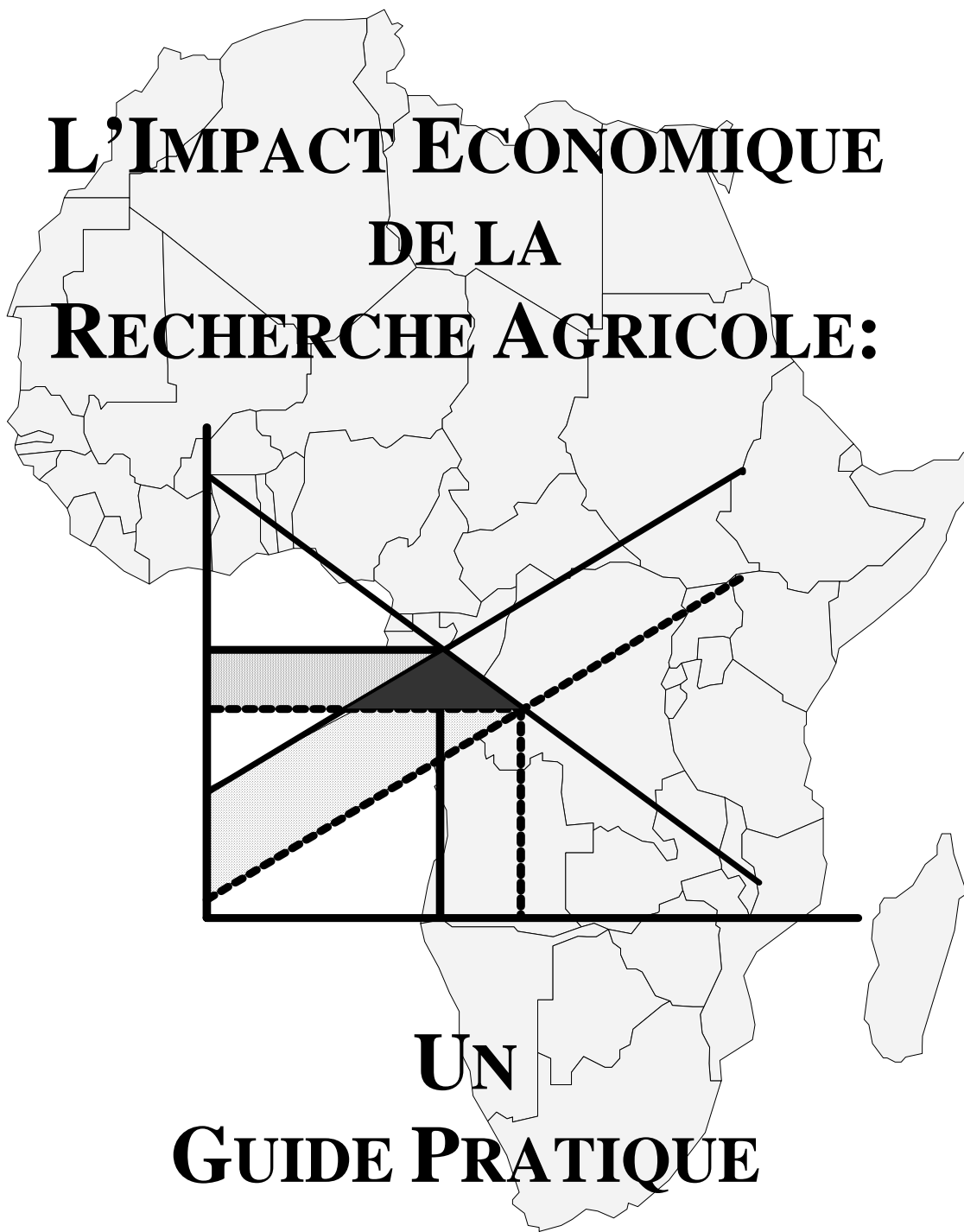


**L'IMPACT ECONOMIQUE
DE LA
RECHERCHE AGRICOLE:**



**L'IMPACT ECONOMIQUE
DE LA
RECHERCHE AGRICOLE:
UN GUIDE PRATIQUE**

2003

William A. MASTERS¹

et

Samba A. LY²

Département d'Economie Agricole

Purdue University

West Lafayette, IN 47907-2056

Fax: 765/ 494-9176

Téléphone: 765/494-4235

E-mail: wmasters@purdue.edu, asambly@yahoo.fr

¹ Professeur d'économie agricole, Université Purdue.

² Agro-économiste, précédemment Spécialiste en gestion de la recherche agricole à l'Institut du Sahel

PREFACE

Ce manuel a été élaboré en réponse à une demande croissante émanant des chercheurs africains. En effet, d'une part, face à la rareté des ressources financières, les gouvernements et les partenaires au développement se voient contraints de justifier l'aboutissement des investissements faits et à venir dans la recherche agricole des pays africains au sud du Sahara. D'autre part, vu l'impérieuse nécessité de démontrer les bénéfices sociaux tirés des nouvelles technologies, de plus en plus de scientifiques se voient aussi contraints d'en mesurer l'impact et de présenter leurs résultats aux décideurs. La première édition de ce guide pratique a été conçue en 1996 pour fournir un résumé concis des outils nécessaires pour la conduite des études d'impact, permettant ainsi à tout chercheur de quantifier les bénéfices (et les coûts) économiques de son travail.

Les méthodes, présentées ici, ont été développées et affinées grâce à une expérience de plus de 20 ans en matière d'évaluation de l'impact de la recherche agricole. La leçon première tirée de ce travail est qu'une évaluation d'impact, pour réussir, demande l'intégration de plusieurs disciplines. En plus des économistes, les agronomes, sélectionneurs et autres chercheurs agricoles doivent être impliqués dans cet effort. Ce manuel est destiné à rendre ceci possible, en fournissant un guide pratique sous une forme accessible à tous.

A l'instar de la première édition, la présente édition de ce guide comprend également trois exercices, sous support informatique, pour aider à l'application de la méthode décrite dans ce manuel. Mais les deux derniers exercices, qui sont nouveaux, sont tirés de l'expérience des SNRA sahéliens, INSAH et Purdue University en matière d'évaluation économique de l'impact de la recherche agricole. Le premier exercice est un exemple hypothétique simplifié, le deuxième représente une étude de cas sur le riz au Mali et le troisième porte sur une étude de cas sur le coton au Burkina Faso. Le troisième exercice est également le sujet de l'étude de cas développé dans les différents encadrés contenus dans ce manuel. Les données, pour traiter chaque exercice, sont sur la disquette contenant des noms de fichiers libellés "exemple1.xls", "exemple2.xls" et "exemple3.xls" et qui accompagne ce manuel. Afin d'exécuter ces exercices, les chercheurs doivent charger les fichiers en question dans un tableur approprié tel Excel ou Quattro Pro et suivre les instructions fournies à cet égard en fin de manuel.

Le texte et les exercices sont adaptés sur la base d'éléments développés par les auteurs et utilisés préalablement dans plusieurs ateliers de formation en Afrique en général et dans la zone Sahel en particulier. Le texte fait largement référence à des sources publiées, notamment, *Science under Scarcity: Principles and Practices for Agricultural Research and Priority Setting*, par Julian Alston, George Norton et Philip Pardey (Ithaca, NY: Cornell University Press, 1995). Ce livre est excellent et mérite d'être utilisé par tous les chercheurs intéressés à la poursuite d'autres méthodes suggérées dans ce manuel.

Les auteurs désirent remercier l'Institut du Sahel (INSAH) du Comité Permanent Inter-Etats de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel (CILSS) pour sa fructueuse coopération et l'Agence Américaine pour le Développement International (USAID) pour son soutien. Nous remercions également : Monsieur Bakary Coulibaly, chercheur à l'Institut d'Economie Rurale (IER) du Mali et Messieurs Gaspard Vognan et Souleymane Ouédraogo de l'Institut de l'Environnement et des Recherches Agricoles (INERA) du Burkina Faso pour avoir autorisé que leurs études de cas servent d'exercices de ce manuel ainsi que les nombreux chercheurs agricoles des pays membres du CILSS, du CORAF/WECARD et autres institutions à travers l'Afrique avec lesquels nous avons eu le plaisir de collaborer.

TABLE DES MATIÈRES

	Page
TABLE DES MATIÈRES	iii
LISTE DES ENCADRÉS	iv
LISTE DES TABLEAUX	iv
LISTE DES GRAPHIQUES	v
NOTE INTRODUCTIVE	1
Objectifs du manuel	1
Utilisateurs cibles du manuel	1
Pourquoi mesurer l'impact de la recherche agricole?	1
Le rôle de la recherche dans le processus du développement	2
Méthodes d'évaluation de l'impact	3
Organisation et utilisation du manuel	5
LA MÉTHODE DU SURPLUS ÉCONOMIQUE	6
L'offre et les coûts de production	7
Valeurs de la demande et de la consommation	7
L'équilibre et le surplus économique	8
L'impact de la recherche sur le surplus économique	8
Mesure des gains sociaux	10
Formules mathématiques pour calculer les gains sociaux	12
COLLECTE ET UTILISATION DES DONNÉES.....	32
Les données du marché sur les prix et les quantités	32
Les données agronomiques sur les gains de rendement et sur les coûts d'adoption	33
Les paramètres économiques des réponses de l'offre et de la demande	35
Les données sur les coûts de la recherche et de la vulgarisation	39
Actualisation de la valeur de la recherche	42
CONCLUSION: LE SURPLUS ÉCONOMIQUE EN PERSPECTIVE	45
Les approches par indicateurs.....	45
Les approches économétriques	45
Les méthodes de programmation	46
ANNEXE: INSTRUCTIONS POUR LES EXERCICES INFORMATISÉS	47

LISTE DES ENCADRÉS

ENCADRÉS DESTINÉS À L'ÉTUDE DE CAS

1. L'exemple de la recherche cotonnière au Burkina	4
2. L'estimation des déplacements de l'offre de coton au Burkina	19
3. L'estimation des gains sociaux au Burkina	37
4. Les coûts de la recherche et de la vulgarisation au Burkina	41
5. La valeur actualisée et le taux d'actualisation au Burkina	44

LES ENCADRÉS DESTINÉS AUX FORMULES

A. L'estimation des gains sociaux provenant de la recherche	14
B. L'estimation de l'augmentation de la production: le paramètre J	15
C. L'estimation des coûts d'adoption: le paramètre I	16
D. L'estimation des déplacements de l'offre: le paramètre K	17
E. L'estimation du changement de la quantité d'équilibre: ΔQ	18
F. Les formules de Akino-Hayami	31

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAUX DANS LE TEXTE

1. Récapitulatif des formules clés pour évaluer les gains sociaux	29
---	----

TABLEAUX DANS LES ENCADRÉS DE L'ÉTUDE DE CAS

2.1 Données sur le coton au Burkina	19
2.2 Gains de rendement du coton par zone de production au Burkina	20
2.3 Valeur de ΔR pour le coton dans les zones de production	21
2.4 Superficie cultivée par variété et par zone de production au Burkina	22
2.5 Le taux d'adoption par variété et par zone de production au Burkina	23
2.6 Déplacements proportionnels de la production de coton par zone de production	24
2.7 Coûts d'adoption des nouvelles variétés de coton au Burkina	25
2.8 Prix du coton-graine au Burkina	25
2.9 Coûts proportionnels d'adoption du coton au Burkina	26
2.10 Déplacements proportionnels de l'offre au Burkina	27
2.11 Changements de la quantité d'équilibre au Burkina	28
3.1 Le calcul des gains sociaux bruts dans la zone Ouest	37
3.2 Le calcul des gains sociaux bruts dans la zone Centre et Est	38
3.3 Le calcul des gains sociaux bruts au Burkina	38
4.1 Coûts de la recherche et de la vulgarisation sur le coton au Burkina	41
5.1 Le calcul du taux de rentabilité interne du programme de recherche sur le coton au Burkina	44

LISTE DES GRAPHIQUES

1.	L'offre, la demande et le surplus économique	8
2.	L'impact de la recherche sur le surplus économique	9
3.	Une évaluation <i>ex-ante</i> de l'impact	10
4.	Une évaluation <i>ex-post</i> de l'impact	11
5.	L'estimation des déplacements de l'offre avec des données observées	12
6.	Déplacements de l'offre et du paramètre K dans le temps	42
7.	Gains sociaux, coûts et bénéfices nets dans le temps	43

L'IMPACT ECONOMIQUE DE LA RECHERCHE AGRICOLE :

UN GUIDE PRATIQUE

NOTE INTRODUCTIVE

Objectifs du manuel

L'objectif principal du manuel est de présenter les concepts et les outils nécessaires au calcul de l'impact économique de la recherche par le biais d'études de cas concrètes basées sur des données de terrain provenant de l'Afrique de l'Ouest et du Centre. Le document se voudrait être un guide pratique accessible aux non-initiés à la théorie économique. L'application des concepts et des formules exposés dans ce texte se fera progressivement à l'aide d'exercices et d'exemples pratiques informatisés.

Utilisateurs cibles du manuel

Le document a été conçu essentiellement à l'intention des chercheurs responsables de l'évaluation de l'impact des technologies agricoles développées au sein de leurs systèmes nationaux de recherche agricole. Nous espérons par ailleurs que d'autres le trouveront également utile, tels que les gestionnaires devant interpréter des études d'impact menées par d'autres, ainsi que les décideurs responsables de l'impact de la recherche au sein de ces instituts et au niveau national.

Pourquoi mesurer l'impact de la recherche agricole?

Face à la rareté des ressources financières, les gouvernements et les bailleurs de fonds se voient contraints de justifier l'aboutissement des investissements passés et à venir. La valeur économique d'un investissement public n'est pas évidente. Il est particulièrement difficile d'observer l'impact de la recherche agricole étant donné que les bénéfices sont étalés sur plusieurs années et se répartissent entre plusieurs millions de producteurs et de consommateurs. Des études économiques sont nécessaires afin de mesurer ces bénéfices et de les comparer avec les coûts de la recherche.

Avec une meilleure évaluation de l'impact de la recherche, les chercheurs peuvent mieux orienter leurs actions afin d'augmenter la rentabilité de la recherche. La justification de l'impact de la recherche est nécessaire afin de lui assurer un niveau adéquat de soutien public. Sans une justification claire et nette des bénéfices de la recherche, cette dernière ne pourra pas attirer le financement nécessaire pour accomplir avec succès sa mission.

Le rôle de la recherche dans le processus du développement

Les améliorations technologiques ayant pour origine l'application de la recherche scientifique à des problèmes pratiques sont au centre de la croissance économique et du développement. Des technologies améliorées sont nécessaires afin d'aider les producteurs à s'adapter aux circonstances changeantes, et à augmenter leur productivité et leurs revenus en termes réels. L'amélioration technologique dans l'agriculture est particulièrement importante en Afrique. Sans elle, il ne peut y avoir de croissance économique durable: l'augmentation rapide de la population entraînerait un chômage croissant, la malnutrition et la dégradation des ressources.

Les nouvelles technologies permettent aux producteurs de faire plus avec moins de ressources. Une innovation particulière vise des besoins spécifiques, cependant la recherche agricole en général peut aider à atteindre quatre grands objectifs :

- Améliorer le niveau de vie général ;
- Accroître la sécurité alimentaire et la stabilité économique ;
- Réduire la pauvreté en créant des emplois et en réduisant les prix des produits alimentaires ; et
- Maintenir les ressources naturelles, tels l'eau, les sols et la végétation.

La recherche agricole contribue à l'atteinte de ces objectifs en fournissant une connaissance nouvelle et du matériel nouveau tels les semences, les engrais, et l'équipement. Certaines recherches sont effectuées par des entreprises privées, mais ces recherches ne sont durables que si la vente des produits qui en résultent permet de recouvrer les coûts d'investissement. Par conséquent, la recherche de nouvelles machines plus performantes et de produits chimiques efficaces est souvent financée par le secteur privé. Par contre les recherches sur les variétés autofécondées, les technologies agricoles, et les politiques économiques ne sont pas effectuées par ce secteur. Cette recherche génère des "biens publics", lesquels, une fois développés, sont disponibles à tous. Elle est donc normalement effectuée par le secteur public.

Ces biens publics peuvent ne pas bénéficier à la société de façon uniforme. Dans la mesure où chaque groupe d'intérêt s'intéresse à des genres de recherche différents, il est donc normal qu'un système national de recherche agricole (SNRA) soit composé d'organisations distinctes avec leurs propres mécanismes de direction et de financement. Un système national de recherche agricole peut inclure des entreprises privées, dont la recherche vise la mise au point de produits pouvant être commercialisés. Il peut également comprendre des universités, où la recherche est plutôt liée à des fins didactiques. La recherche associée aux produits d'exportation est souvent dirigée (et financée) par des groupements d'intérêt ou des organismes de commercialisation, puisque les gains de la recherche sur les produits d'exportation sont captés surtout par les producteurs et les exportateurs de ces produits. Cependant la majorité de la recherche sur les produits de première nécessité doit être financée et dirigée par le gouvernement, du fait que les bénéfices de cette recherche reviennent à tous les consommateurs.

Etant donné que les gains de la recherche ne sont pas évidents, celle-ci ne bénéficiera pas du soutien dont elle a besoin sauf si ces gains sont évalués et les résultats diffusés. Ce faisant, les résultats peuvent aider à :

- Documenter l'utilisation des financements antérieurs ;
- Bâtir une réputation afin d'attirer des financements additionnels ;
- Consolider les acquis afin d'assurer un soutien politique ;
- Influencer le programme de recherche afin de réaliser les priorités nationales.

Méthodes d'évaluation de l'impact

Deux catégories d'évaluation d'impact existent en général :

- Les études *ex-post*, pour les technologies déjà utilisées, et
- Les études *ex-ante*, pour les technologies non encore adoptées.

Dans les deux cas, certaines données nécessaires pour mesurer l'impact peuvent être observées directement, tandis que d'autres doivent être estimées indirectement à partir d'autres sources. Ce manuel présente, pour chaque cas, les sources appropriées et l'utilisation adéquate de ces données. Le choix et la manière d'utiliser ces données constituent sans aucun doute les éléments les plus déterminants dans l'exercice d'évaluation d'impact. Les évaluations *ex-post* d'impact pour lesquelles des enquêtes de terrain sont utilisées sont plus sûres que les évaluations *ex-ante*, lesquelles dépendent des résultats des essais et des extrapolations de chercheurs. Mais dans les deux cas, la différence entre les évaluations d'impact réussies et celles non-réussies dépend en particulier du jugement des chercheurs dans la collecte et dans l'interprétation de leurs données.

Encadré 1. L'EXEMPLE DE LA RECHERCHE COTONNIERE AU BURKINA FASO

Au Burkina Faso, les activités du programme national de recherche sur le coton ont démarré en 1975 et que les premiers résultats n'ont été adoptés par les producteurs qu'autours des années 1981. Cette recherche a été financée par la Société des Fibres textiles du Burkina (SOFITEX) et l'Etat jusqu'en 1994 et la SOFITEX seule à partir de 1995. Le programme de recherche s'est appesanti surtout sur les aspects suivants :

- En matière de création variétale l'accent a été mis en fonction des exigences du marché mondial sur la productivité au champ (rendement en coton-graine), le rendement en fibre à l'égrenage et la qualité de la fibre (longueur et couleur). De 1980 à 2000, dix variétés de coton, accompagnées de paquets technologiques adéquats ont été adoptés par les producteurs des deux zones cotonnières Ouest (ZO) et Centre et Est (ZCE) du Burkina Faso.. Il s'agit de :

Variété	Années de diffusion	Variété	Années de diffusion
MK 73	1981 (ZO)	GL 7	1989 (ZO)
L299-10-75	1981 (ZO) et 1989 (ZCE)	F135	1990 (ZCE)
HCB4-75	1982 (ZCE)	STAM 42	1992 (ZO)
ISA 205A	1986 (ZO)	FK 290	1994 (ZO)
ISA 205G	1988 (ZO)	STAM 59	1998 (ZO)

- En agronomie, les travaux ont été essentiellement axés sur la fertilité des sols, la fertilisation du cotonnier et les techniques culturales. Ainsi, les formules d'engrais suivantes ont été appliquées : 15-15-15-6-1 ; 15-20-15-6-1 et 14-23-14-6-1.
- Pour la lutte contre les mauvaises herbes, il a été préconisé l'utilisation des herbicides suivants : Cotodon 400, du Diflucal 500, du Callifor 500, du Cotodon 500+, et du Herbicoton.
- Dans le domaine des traitements phytosanitaires, les acquis ont concerné le traitement des semences du cotonnier, les méthodes et produits de lutte contre les ravageurs mais respectueux de l'environnement (sont exclus les produits organochlorés et organophosphorés de la classe OMS 1A).

Cette recherche cotonnière a permis de faire passer le rendement moyen en coton graine de 135 kg/ha à 1061 kg/ha, et le rendement fibre à l'égrenage est passé en dix ans de 37,5 % à 42,5 %. Le passage au traitement insecticide à très bas volume a permis de réduire les charges pour la protection phytosanitaire de 20 à 30%. Dans le cadre de la capitalisation des acquis en matière du renforcement des capacités sahéliennes en évaluation d'impact de la recherche agricole et afin de mieux justifier les investissements dans la recherche agricole les INRA des pays membres du CILSS ont procédé à l'évaluation économique de l'impact de leurs différents programmes de recherche. Ainsi l'INERA a évalué l'impact économique de son programme de recherche cotonnière en utilisant la méthode du surplus économique. La technique de calcul et d'analyse appliquée pour cette évaluation sera développée dans une série de cadres suivant les étapes d'analyse. Le lecteur pourra également retracer ces étapes en reprenant chaque formule et en retravaillant le troisième exercice informatisé « exemple 3.xls ».

Les données de terrain peuvent être utilisées pour les évaluations d'impact en utilisant des méthodes variées. En général, ces méthodes sont subdivisées en trois grands groupes:

- Les approches économétriques, visant à estimer la productivité marginale de la recherche sur une période de temps prolongée et sur une diversité d'activités de recherche;
- Les méthodes de programmation, visant à identifier une ou plusieurs technologies ou activités de recherche optimales parmi une série d'options; et
- La méthode du surplus économique, visant à mesurer les bénéfices sociaux en tant que somme des bénéfices individuels générés par un projet de recherche en particulier.

Bien que toutes les trois méthodes soient beaucoup utilisées, la troisième méthode est la plus répandue. Elle est moins exigeante en données et peut s'appliquer à une grande variété de situations. Un autre avantage de cette approche est que les techniques de base sont faciles à comprendre. C'est donc la méthode que nous nous proposons d'exposer dans ce manuel. Une brève discussion des deux autres méthodes est présentée dans la conclusion.

Organisation et utilisation du manuel

La première section de ce guide a pour but d'introduire le concept de l'évaluation de l'impact, et la deuxième section est consacrée à l'application du concept du surplus économique. Celle-ci est suivie d'une discussion détaillée des principes de base à suivre pour la collecte et l'utilisation des données de terrain. Enfin, une brève conclusion situe la méthode du surplus économique par rapport aux autres techniques disponibles.

A travers le guide pratique, des encadrés de couleur nuancée sont utilisés afin de suivre l'application de la méthode à travers une étude de cas concrète : l'évaluation économique de l'impact de la recherche et de la vulgarisation sur le coton au Burkina Faso. Cette étude de cas a été choisie parce qu'elle contient plusieurs éléments que l'on retrouvera dans d'autres études d'impact. Comme indiqué dans le précédent encadré, le programme de recherche sur le coton au Burkina Faso a permis des améliorations dans plusieurs aspects clés du système de production : coûts des intrants, rendement en coton-graine et transformation (rendement en fibre et qualité de la fibre). Le programme de recherche sur le coton au Burkina a également fourni une série de plusieurs nouvelles techniques concrètes. Ce faisant, cette étude de cas présente une bonne occasion d'illustrer une grande variété de concepts à travers un seul exemple.

L'étude de cas du Burkina est intéressante mais aussi très complexe. Des exemples plus simples sont donnés dans les exercices précédents informatisés. Après lecture de ce manuel, le lecteur est encouragé à mettre en application ces techniques, en commençant par le cas hypothétique relativement plus simple et intitulé "exemple1.wkl". Ce fichier peut être utilisé avec un tableur informatisé; il contient toutes les données nécessaires pour une analyse complète, avec également des cellules vides dans lesquelles les formules nécessaires peuvent être saisies afin de retracer les étapes détaillées dans ce manuel. Les lecteurs peuvent vérifier leurs résultats en les comparant à ceux qui paraissent dans l'annexe du manuel ou comparer également leurs formules à celles qui se trouvent dans le tableur intitulé "complet1.wkl".

Une fois le premier exercice achevé, les lecteurs pourront ensuite essayer le deuxième exercice en entrant les formules appropriées dans le tableur intitulé "exemple2.xls", et en procédant comme auparavant. Cet exemple utilise des données réelles provenant d'une étude de cas récente relative à la recherche sur le riz au Mali. L'innovation dans ce cas est que

l'évaluation porte sur deux variétés améliorées de riz. Pour cette raison, l'évaluation de l'impact doit considérer la notion de gain cumulé de rendement. En effet, ici l'augmentation de rendement est cumulative dans le sens qu'elle est additive pour la variété Kogoni 91-1 d'introduction plus récente par rapport à la variété témoin (Gambiaka et autres) et à l'autre variété améliorée (BG 90-2). L'exercice indique une méthode à suivre pour ce faire. Encore une fois, les lecteurs peuvent vérifier leurs résultats en les comparant à ceux qui paraissent dans l'annexe du manuel ou comparer également leurs formules à celles qui se trouvent dans le tableur intitulé "complet2.xls".

Enfin, les lecteurs qui auront finalisé avec succès les deux premiers exemples seront prêts à entreprendre le cas relativement compliqué de la recherche sur le coton au Burkina. Pour cette étude de cas, en plus de la notion de gain cumulé de rendement qu'il faut considérer (plusieurs variétés introduites) il va falloir tenir compte du fait que les variétés introduites dans les deux zones ne sont pas les mêmes et même dans le cas où la variété serait identique, elle n'a pas été introduite dans les deux zones la même année. L'exercice indique une méthode à suivre pour prendre en compte la situation des deux zones. Les données sont présentées dans le fichier intitulé "exemple3.xls", et les formules nécessaires pour reproduire les résultats des encadrés de l'étude de cas sont dans le tableur intitulé "complet3.xls". Après avoir finalisé les trois exercices, les lecteurs auront les aptitudes analytiques et informatiques nécessaires pour entreprendre leurs propres études, ainsi qu'un guide pour la collecte de leurs propres données.

LA METHODE DU SURPLUS ECONOMIQUE

L'essentiel d'une analyse d'impact est la comparaison d'une situation sans recherche à une alternative avec recherche. Ce contraste ne doit pas être assimilé à une comparaison d'une situation avant recherche à une autre après recherche. Puisque les conditions extérieures changent constamment, une telle analogie serait très partielle.

Par exemple, dans beaucoup de cas les rendements agricoles peuvent diminuer avec le temps, suite à l'exportation des éléments nutritifs ou à l'accumulation d'organismes pathogènes dans le sol. Une innovation technique est nécessaire pour produire de façon continue sans perte de rendement. Dans ce cas, une comparaison avant et après recherche pourrait aboutir à la conclusion que la recherche n'est pas rentable puisqu'elle n'entraîne pas une augmentation de rendement. Cependant, la recherche est rentable puisqu'elle maintient les rendements et empêche même la terre d'être mise impropre à la culture. En conclusion, les études d'évaluation de l'impact doivent se baser sur des scénarios bien construits autour des situations avec et sans recherche. Comparer la situation avant et après peut être utile mais cette méthode n'aboutit pas à une évaluation économique acceptable.

La méthode du surplus économique est une démarche simple et flexible pour chiffrer la valeur économique de la recherche en comparant les situations avec et sans recherche. Afin de transformer les données agronomiques en valeurs économiques, l'approche du surplus économique utilise les concepts d'offre, de demande et d'équilibre. "L'offre" représente les coûts de production, et la "demande" représente les valeurs de la consommation. Une quantité et un prix d'équilibre résultent de l'interaction de ces deux forces. Le bien-être économique dépend non seulement du prix et de la quantité d'équilibre qui peuvent être observés directement sur le marché mais aussi des "coûts de production" des producteurs et "des valeurs de consommation" des consommateurs qui doivent être calculés à partir de leurs actions observées.

L'offre et les coûts de production

L'approche du surplus économique est basée sur la reconnaissance que les niveaux de production dépendent de l'utilisation d'une grande variété d'intrants dont les plus importants sont la terre et la main-d'œuvre, mais également le bétail, le fumier, les engrais, les semences et peut-être les autres produits chimiques. Chacun d'eux constitue un coût au producteur. Une plus grande valorisation du produit entraîne une plus grande utilisation d'intrants et par conséquent une augmentation de la production. Un niveau de prix plus élevé nécessite plus d'intrants sur chaque hectare, et entraîne l'exploitation d'une plus grande superficie.

En langage mathématique, l'influence des coûts de production sur les niveaux de production peut prendre l'allure d'une simple fonction, connue sous le nom d'une "courbe d'offre":

$$P_o = f_o(Q_o)$$

Un modèle de courbe d'offre est illustré par le graphique 1. La courbe a une pente positive, indiquant que les augmentations du "prix de l'offre" (P_o) d'un produit donné sont liées aux augmentations de la "quantité offerte" (Q_o). En d'autres termes, la courbe d'offre indique qu'il n'est pas possible d'augmenter les quantités produites sans augmenter le prix payé, à moins que cette augmentation ne soit due à l'entrée en jeu d'un autre facteur pour déplacer la courbe d'offre. Un tel "déplacement de l'offre" peut provenir de tout phénomène qui modifie les coûts de production tel qu'un changement de prix des principaux intrants ou bien un changement au niveau du système de production, par exemple l'utilisation d'une nouvelle variété.

Les courbes d'offre peuvent prendre plusieurs formes qui seront abordées plus loin. Cependant, dans bien de situations, il est approprié de considérer des courbes linéaires. Par conséquent, la courbe d'offre prend la forme suivante:

$$P_o = a_o + b_o Q_o$$

b_o représente la pente de la courbe et a_o l'ordonnée à l'origine.

Valeurs de la demande et de la consommation

Comme pour l'offre, l'approche du surplus économique de la demande confirme aussi que les quantités consommées d'un produit dépendent des prix payés : à un niveau de prix plus élevé, les gens généralement consomment moins en se rabattant sur d'autres produits pour que leurs revenus ne s'épuisent pas plus vite. Mathématiquement, il est possible de représenter ce constat à travers la "courbe de demande"

$$P_d = f_d(Q_d).$$

Le graphique 1 illustre également la courbe de demande. La courbe a une pente négative traduisant l'idée que certaines augmentations du "prix de la demande" sont associés à des diminutions de la "quantité demandée" (Q_d). Ainsi, il est impossible d'augmenter les quantités consommées sans baisser les prix à moins que cette augmentation ne soit provoquée par un autre facteur, tel qu'une augmentation des revenus, pour déplacer la courbe de demande. Un tel déplacement de la courbe de demande peut provenir de tout phénomène modifiant la volonté et la capacité d'achat du consommateur, tel qu'un changement de revenu, des préférences ou des prix des produits de substitution les plus importants. La courbe de

demande peut prendre différentes formes, mais il est souvent plus opportun de la représenter par une ligne droite. Dans le cadre du présent ouvrage, nous représentons la courbe de demande par la fonction linéaire qui suit:

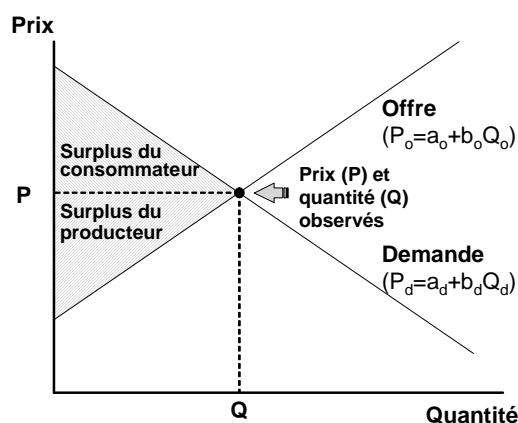
$$P_d = a_d + b_d Q_d$$

L'équilibre et le surplus économique

Afin de finaliser l'approche du surplus économique, nous notons que les niveaux des quantités produites observés doivent être en équilibre entre l'offre et la demande. Cet équilibre, qui pourrait être temporaire, changera dès qu'il y a un déplacement des courbes de l'offre et de demande. Mais à chaque point dans le temps pour une zone ou une région donnée sur le graphique 1, il y a une seule quantité (Q) qui est à la fois offerte (Q_o) et demandée (Q_d) et un seul prix (P) qui est à la fois payé aux producteurs (P_o) et demandé aux consommateurs (P_d).

Les prix et les quantités observés pendant les enquêtes sont des indicateurs importants de la situation économique. Mais le bien-être des producteurs et des consommateurs dépend non pas uniquement des points d'équilibre particuliers, mais plutôt de l'ensemble des points sur les deux courbes. En général, nous pouvons estimer la valeur sociale d'une production ou d'une consommation donnée en utilisant le concept de "surplus économique", défini comme étant l'espace entre les courbes de l'offre et de la demande.

Graphique 1
L'offre, la demande et le surplus économique



Sur le graphique 1, la surface représentant le surplus économique est mesurée en termes monétaires (le prix sur l'axe vertical multiplié par la quantité sur l'axe horizontal). Le surplus économique est donc la valeur de la production et de la consommation en termes monétaires. Il représente la somme de la différence entre la valeur monétaire que les consommateurs auraient payée pour chaque unité consommée et celle que les producteurs auraient payée pour chaque unité produite avant d'atteindre le point d'équilibre entre le prix et la quantité sur le marché.

Le surplus économique, bien sûr, n'est pas une valeur monétaire que l'on peut retrouver dans un compte bancaire. Le surplus économique circule à travers l'économie et représente le bien-être que les consommateurs requièrent du fait de la consommation de ce produit et d'autres. Le surplus accumulé sur un marché est dépensé rapidement sur un autre. Comme indiqué au graphique 1, le surplus économique total peut se diviser en deux parties : le "surplus du consommateur" (la surface entre la courbe de demande et le prix du marché), et le "surplus du producteur" (la surface entre la courbe d'offre et le prix du marché). Par contre, pour la plupart des évaluations d'impact, on s'intéresse surtout au surplus économique total ou à la surface entre les courbes d'offre et de demande.

L'impact de la recherche sur le surplus économique

L'objectif de ces courbes d'offre et de demande est simplement d'établir des scénarios afin de déterminer ce qui arriverait avec ou sans recherche. La méthode du surplus économique nous permet d'évaluer la différence entre ces deux situations en utilisant une mesure unique. Tout

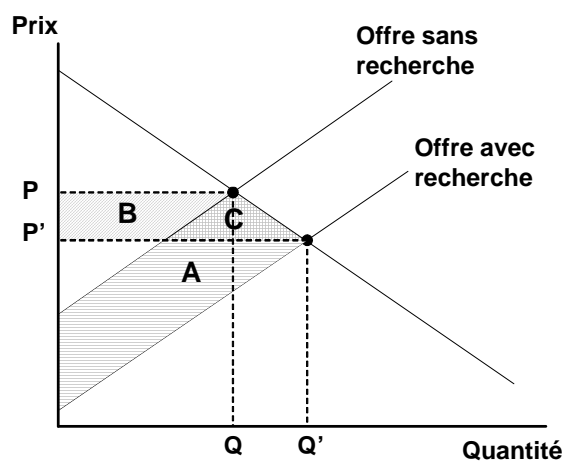
changement dans le surplus économique est une mesure des bénéfices sociaux dérivés de la recherche. Ce sont ces gains que nous voulons mesurer.

Comme l'indique le graphique 1, le surplus économique est représenté par la région bornée par la courbe d'offre et la courbe de demande. Comment la recherche peut-elle influencer le surplus économique? Notez bien que le point d'équilibre entre l'offre et la demande est aussi le point où le surplus économique total est à son maximum. Pour toute quantité inférieure (à gauche du point Q), il reste des bénéfices à obtenir en augmentant la production. Pour une quantité supérieure (à droite de Q), le surplus économique pourrait être augmenté en réduisant le prix. Donc, seul le point observé est économiquement optimal, c'est à dire qu'il permet d'atteindre le surplus économique maximal. Cependant, il est possible d'obtenir des bénéfices additionnels en déplaçant les courbes d'offre et de demande. La recherche le fait en fournissant une nouvelle technologie, en permettant aux producteurs de fournir une offre plus importante au même prix, ou en fournissant la même quantité à un prix inférieur.

Le graphique 2 illustre l'impact d'un effort de recherche réussi sur la courbe d'offre, le prix et la quantité d'équilibre et également sur le surplus économique. L'innovation technologique déplace la courbe d'offre vers le bas et à droite. Ce déplacement de la courbe d'offre transfère l'équilibre vers un niveau inférieur de prix (P') et un niveau supérieur de quantité (Q').

Pour les producteurs, l'impact de la recherche est de réduire les coûts de production. En terme de surplus économique ceci est représenté par une augmentation de la surface A (la surface entre les courbes d'offre avec et sans recherche sous la ligne de prix P'). Cependant l'impact de la recherche contribue également à une réduction du prix aux producteurs. Ceci est schématisé par la diminution de la zone représentant le surplus économique (la surface entre les lignes des deux prix, au dessus de la courbe d'offre sans la recherche). La différence nette du surplus au producteur est le gain représenté par la surface A moins la perte représentée par la surface B.

Graphique 2. L'impact de la recherche sur le surplus économique



Le gain net au producteur ($A-B$) est positif uniquement lorsque la courbe de la demande est relativement plate (la demande est dite "élastique"). Dans cette situation, la quantité supplémentaire demandée compense le prix plus bas, et le surplus économique du producteur est augmenté suite à l'adoption des résultats de la recherche. Cependant, lorsque la courbe de la demande d'un produit est relativement verticale (demande "inélastique"), ceci veut dire que ce produit est désiré en quantité relativement fixe et un changement de technologie pénalise les producteurs. Dans cette situation l'effet de la réduction du prix induite par la recherche compense l'effet de l'augmentation de la quantité, ainsi les producteurs perdent en fait suite à l'adoption des résultats de la recherche.

Pour les consommateurs, l'effet de la recherche est toujours un gain. Ils reçoivent le surplus perdu par les producteurs dû à la baisse des prix (la surface B), plus le surplus économique

obtenu sur la base de la quantité supplémentaire (surface C). C'est le gain net des consommateurs (B+C) qui mène à notre discussion précédente, attestant qu'en général, ce sont les consommateurs qui bénéficient le plus de la recherche sur les produits alimentaires de base (dont la demande est relativement inélastique avec une courbe de demande presque verticale), tandis que les producteurs bénéficient le plus de la recherche sur les produits d'exportation (dont la demande est relativement élastique, avec une courbe de demande plate). En fait, nous observons souvent que des producteurs ou des agents de commercialisation offrent des subventions à la recherche sur les produits d'exportation, et que la recherche sur les produits alimentaires de base est le plus souvent financée par les contribuables à travers le gouvernement.

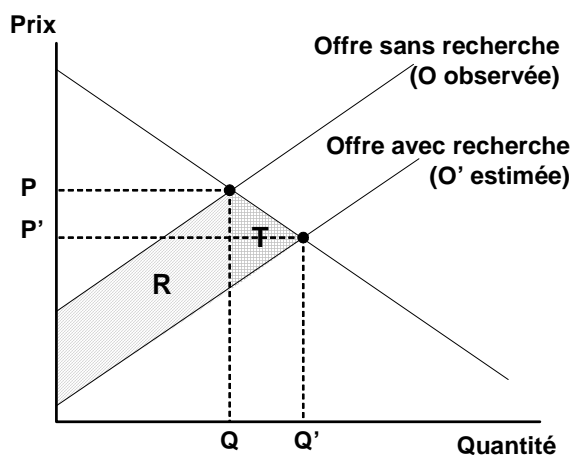
En ce qui concerne l'économie en général, l'impact de la recherche est le gain représenté par la surface A et la surface C sur le graphique 2. La surface B va aux consommateurs mais elle est perdue par les producteurs donc elle ne représente pas un gain net à l'économie en général. La surface C peut être considérée comme représentant les bénéfices provenant de la réduction du prix au consommateur d'un produit donné (de P à P') alors que la surface A peut être considérée comme étant les bénéfices provenant de la réduction des coûts de production du produit (d'une courbe d'offre à l'autre). La somme des bénéfices (A+C) est souvent désignée comme étant le "gain social" de la recherche. L'objectif de ce manuel est de fournir des techniques simples pour estimer le gain social net, en utilisant les données disponibles.

Mesure des gains sociaux

Afin d'estimer le gain social, il est pratique de le diviser d'une manière différente de celle illustrée par le graphique 2. Sur le graphique 3, le gain social est représenté par la surface (R) délimitée par les deux courbes d'offre et la ligne pointillée verticale à l'axe des quantités et partant du point Q (quantité de produit du point d'équilibre dans la situation sans recherche), plus l'espace du triangle (T) défini par les deux courbes d'offre, les deux lignes verticales à l'axe des quantités à partir des points Q et Q' (quantité de produit dans la situation avec recherche) et la courbe de demande. La définition de ce triangle est différente suivant que nous conduisons une étude *ex-ante* sur des technologies non encore développées et/ou utilisées ou une étude *ex-post* sur des technologies qui sont déjà développées et utilisées. Ces deux alternatives sont illustrées par les graphiques 3 (dans le cas de l'étude *ex-ante*) et 4 (dans le cas de l'étude *ex-post*).

Le graphique 3 illustre une situation dans laquelle les résultats de recherche n'ont pas encore été développés, donc la quantité observée et le prix sont sur la courbe d'offre sans recherche (Q,P). L'objectif de l'évaluation de l'impact est d'estimer la situation non-observée avec la recherche (Q',P'). Dans ce cas, le gain social total que l'on veut mesurer est un parallélogramme ou un rectangle (surface R) plus un triangle (surface T).

Graphique 3 : Une évaluation ex-ante de l'impact



L'avantage de diviser les gains sociaux nets entre les surfaces R et T illustre bien la situation selon laquelle la plupart des bénéfices de la recherche proviennent en particulier de la réduction des coûts de production (une courbe d'offre plus basse), plutôt que de

l'augmentation de la production. La valeur de cette réduction des coûts, par référence au niveau de production sans recherche (Q) est illustrée par la surface R, tandis que les bénéfices sociaux résultant d'une augmentation de la production (de Q à Q') sont illustrés par la surface T. La surface R est presque toujours plus importante que la surface T, démontrant ainsi que les gains de la recherche ne doivent pas être mesurés en termes d'une augmentation de la production. La réduction des coûts de production a souvent une plus grande valeur économique.

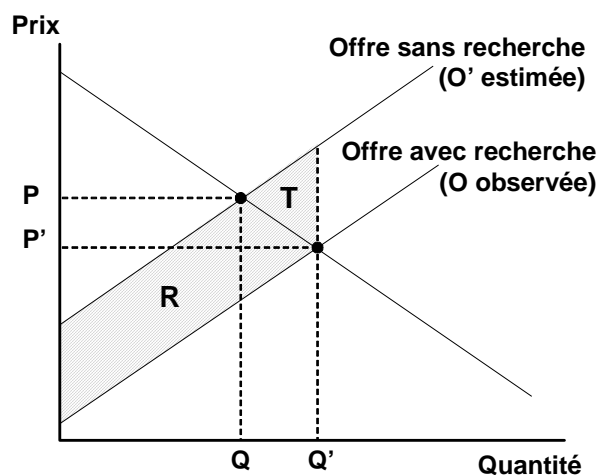
Le graphique 3 illustre le fait que la plus grande difficulté dans l'évaluation de l'impact provient de l'estimation de la hauteur du parallélogramme déterminant la surface R, c'est-à-dire de l'ampleur du déplacement de la courbe de l'offre. Cependant, avant d'aborder cette question, il est important de noter que la plupart des évaluations d'impact ne sont pas des études *ex-ante* comme l'illustre le graphique 3; mais plutôt des études *ex-post* sur des technologies qui ont déjà été adoptées par certains producteurs. La situation dans le cas d'études *ex-post* est différente. La quantité et les prix observés incluent déjà les effets de la recherche. C'est la situation d'équilibre avec recherche (Q',P') qui est observée, alors que la situation sans recherche (Q,P) doit être estimée à travers l'évaluation de l'impact.

Le cas de l'évaluation *ex-post* est illustré au graphique 4. Dans ce cas, le gain social total que nous désirons mesurer est la surface R (laquelle dans ce cas précis comprend la surface T), moins la surface T. La surface R représente le gain social dû à la réduction des coûts de production au niveau de production (Q') observé, alors que la surface T représente un ajustement résultant de l'augmentation de la différence dans la quantité produite, provenant de la recherche.

Comme les graphiques 3 et 4 l'illustrent, les évaluations d'impact utilisant l'approche du surplus économique sont basées sur l'estimation de l'ampleur des réductions de coûts de production, étant donné le niveau de production observé (la surface R), suivi d'un ajustement pour la différence de quantité associée à une différence de prix (la surface T). La hauteur du triangle délimitant la surface R est généralement le facteur le plus important des résultats d'évaluations d'impact. Comment peut-on l'estimer?

La hauteur de la surface R est mesurée en termes monétaires par unité produite. Normalement les effets de la recherche sont observés en termes de quantité produite par unité d'intrants, tel que l'augmentation du rendement par hectare. Pour un niveau donné de coût des intrants, une augmentation des quantités représente un déplacement horizontal de la courbe d'offre. Mais l'adoption des résultats de recherche pourrait nécessiter un certain niveau d'investissement en intrants additionnels. Pour un niveau donné de production, cette augmentation des coûts représente un déplacement vertical. Il s'avère donc indispensable de combiner les données sur les différences de quantités (déplacement horizontal) avec celles représentant les coûts additionnels des intrants (déplacement vertical) pour obtenir un déplacement net en termes de coûts par unité produite.

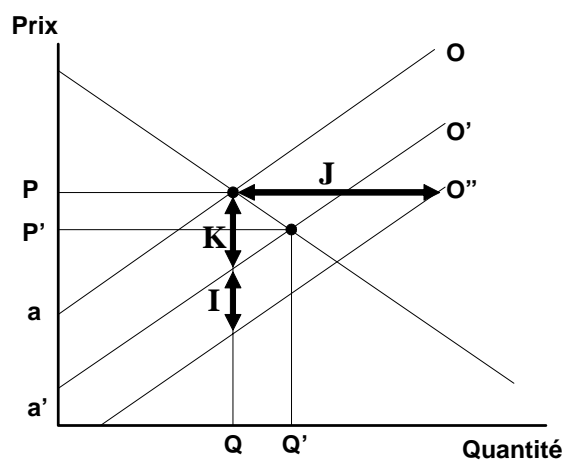
Graphique 4. Evaluation ex-post de l'impact



Le graphique 5 illustre comment ces différents types de données peuvent être combinés pour obtenir une évaluation type d'impact. Il illustre le cas d'un projet de recherche réussi qui, pour un niveau donné d'intrants, augmente la production d'une quantité J déplaçant ainsi la courbe de l'offre de O à O". Normalement, les données sont exprimées en unités par hectare (par exemple, en kg/ha). Pour obtenir un paramètre J exprimé en quantités totales (par exemple, en kg), nous devons multiplier le gain de rendement (en kg/ha) par la surface cultivée sous la nouvelle technique (ha). Par exemple, si la différence de rendement entre la nouvelle technique et celle dite traditionnelle est de 100kg/ha et si 1000 hectares sont cultivés sous la nouvelle technique, alors J serait de 100.000 kg (=100 kg/ha x 1.000 ha).

Dans la mesure où la nouvelle technique n'engendre pas de coûts supplémentaires, alors la courbe O" (O+J) serait la courbe d'offre avec recherche. Cependant de façon typique, l'adoption nécessite un investissement additionnel en intrants. Les producteurs pourraient avoir besoin d'acheter des semences certifiées (à pollinisation ouverte ou hybrides) ou d'utiliser plus de main d'oeuvre. La distance de la verticale I représente ces "coûts d'adoption" sur une base unitaire (par exemple US\$ par kg). En général, les données nécessaires pour estimer I sont exprimées en termes de coûts supplémentaires par hectare (par exemple, US\$/ha). Pour obtenir le paramètre I, les coûts d'adoption par hectare doivent être divisés par le rendement moyen global (en kg/ha). Par exemple, si les coûts par hectare avec la nouvelle technique sont \$50 plus élevés que ceux avec la technique traditionnelle, et si le rendement moyen global est de 500 kg/ha, alors le coût d'adoption par unité de la nouvelle technique est de 0,10\$ par kg (50 \$/ha / 500 kg/ha). Notez bien que le rendement moyen global est la moyenne sur la superficie totale cultivée (superficies sous la nouvelle technique et celle dite traditionnelle).

Graphique 5 : L'estimation des déplacements de l'offre avec des données observées.



La prise en compte de J et de I permet d'obtenir un déplacement net de la courbe d'offre de O (sans la recherche) à O' (avec recherche). La distance verticale K représente le gain net, en termes de réduction des coûts de production. C'est la hauteur de la surface R dans les graphiques 3 et 4 ou le déplacement vertical de la courbe d'offre, plus connu sous le nom de paramètre "K".

Formules mathématiques pour calculer les gains sociaux

Dans les graphiques 3-5 ci-dessus, la courbe d'offre aurait pu prendre une autre forme, mais pour des raisons de simplicité nous présumons que c'est une ligne droite. De même, le déplacement de la courbe d'offre peut prendre des formes différentes. Pour des raisons pratiques, nous présumons également un changement technique produit par un déplacement parallèle, c'est-à-dire une réduction égale des coûts à chaque niveau possible de production. Ainsi, sur le graphique 5, le paramètre K est également la différence entre les intercepts verticaux (a et a') des deux courbes d'offre.

La forme des courbes de demande et d'offre et le type de déplacement de la courbe d'offre déterminent la formule mathématique adéquate pour calculer le gain social net. Pour les besoins de ce manuel, nous utilisons une courbe linéaire et un déplacement parallèle en partie parce que c'est la spécification appropriée pour beaucoup de situations, mais aussi parce que c'est la spécification dont les formules adéquates sont plus facilement dérivées. Il est donc approprié de commencer avec le cas le plus simple, et d'aborder d'autres spécifications selon le besoin.

Dans le cas d'un déplacement parallèle avec des courbes linéaires d'offre et de demande, le gain social (GS) peut être exprimé comme étant la surface R plus ou moins la surface T. R est un parallélogramme, sa surface est égale à sa hauteur que multiplie sa longueur. T est un triangle de la même hauteur, avec comme base la différence de quantités imputables à la recherche.

Les formules précises pour estimer la surface du gain social et chaque paramètre individuel utilisé dans cette estimation, sont données dans les encadrés suivants (encadrés de A à F). Les formules sont alors appliquées à l'exemple sur le Burkina, présentée dans les études de cas (encadrés de 1 à 5).

Encadré A. Estimation des gains sociaux provenant de la recherche

Pour passer de l'approche graphique, présentée dans le texte, à une application pratique, il est nécessaire de développer des formules mathématiques correspondant spécifiquement aux graphiques. Les "encadrés avec formules" (encadrés A à F) donnent les détails sur l'origine et la signification des formules nécessaires, ainsi que la source et la nature de chaque variable utilisée dans le processus d'estimation.

Pour estimer les gains sociaux illustrés par les graphiques 3 et 4, il nous faudra la formule pour calculer la surface d'un parallélogramme, plus ou moins la surface d'un triangle. La variable Q est la quantité totale observée, ΔQ est le changement de la quantité dû à la recherche (c'est à dire $Q' - Q$) et K le déplacement vertical de la courbe d'offre. Nous pouvons exprimer les gains sociaux par la formule très simple qui suit, en utilisant le signe "plus" dans les études *ex-ante* et le signe "moins" dans les analyses *ex-post* :

$$GS = KQ \pm \frac{1}{2}K\Delta Q$$

Notez bien que Q est directement observable, avec l'aide d'un recensement du département de l'agriculture ou des estimations publiées par le Bureau National des Statistiques ou le Ministère de l'Agriculture. Les variables inconnues, qui doivent être estimées dans l'évaluation de l'impact, sont K et ΔQ . Afin de calculer ces valeurs, nous devons d'abord estimer J et I.

Les paramètres J, I, K et ΔQ ne sont pas directement observables, mais ils peuvent être estimés en utilisant les données disponibles. En particulier, nous aurons besoin des estimations des résultats de la recherche en termes d'augmentation des rendements (ΔR), des coûts d'adoption (ΔC), des taux d'adoption (t), de la surface totale sous culture (S), de la production totale (Q) et du rendement moyen général ($R=Q/S$). Les encadrés suivants détaillent une approche directe pour calculer et utiliser ces variables.

Encadré B. Estimation de l'augmentation de la production : le paramètre J

Le paramètre **J** peut être défini comme étant l'augmentation totale de la production attribuée à l'adoption de la nouvelle technologie, en l'absence de tout changement des coûts ou du prix. Il peut être estimé sur la base de trois types de données observables :

- l'augmentation du rendement (ΔR), exprimé souvent en kg/ha;
- le taux d'adoption (t), exprimé en termes de proportion de la superficie totale; et
- la superficie totale (S) sous la nouvelle technologie (souvent en ha.).

Donc nous avons :

$$J = \Delta R \times t \times S$$

Notons que le taux d'adoption en termes de surface cultivée pourrait être très différent du taux d'adoption en termes de nombre d'agriculteurs qui ont adopté la technologie, puisque différents producteurs cultivent différentes surfaces. Il est essentiel d'essayer d'estimer l'adoption avec soin, en utilisant la meilleure information possible.

Dans la plupart des cas, il est souvent pratique de calculer le paramètre J en termes proportionnels, (augmentation de la quantité produite par rapport à la quantité totale):

$$j = J/Q$$

Cette transformation nous permet d'estimer le paramètre du déplacement de la courbe de l'offre (j) en utilisant le gain de rendement, le taux d'adoption, et le niveau général de rendement (R):

$$j = (\Delta R \times t) / R$$

Notons que cette formule simplifiée est valable uniquement si le dénominateur (R) est défini comme étant le niveau général du rendement moyen ($R=Q/S$). Il est souvent utile de vérifier la consistance de ce genre de formule avec les unités d'analyse. Dans ce cas, on peut avoir par exemple:

$$j = J(\text{kg})/Q(\text{kg}) = \Delta R(\text{kg/ha}) \times t/R(\text{kg/ha})$$

Puisque toutes ces unités s'annulent, cette formule est consistante avec le calcul d'un ratio sans unités.

Encadré C. Estimation des coûts d'adoption : le paramètre I

Le paramètre I peut être défini comme étant l'augmentation des coûts des intrants par unité nécessaires pour obtenir l'augmentation de la production donnée (J). Il peut être calculé sur la base des paramètres suivants:

- les coûts d'adoption (ΔC) par unité de surface sous la nouvelle technologie;
- le taux d'adoption (t), en terme de proportion de la superficie, et
- le rendement moyen général (R).

La formule complète est:

$$I = \Delta C \times t / R$$

Normalement les unités sont:

$$(\$ / \text{kg}) = (\$ / \text{ha}) / (\text{kg} / \text{ha})$$

Souvent il est plus utile de faire les calculs en termes proportionnels, comme étant l'augmentation des coûts de production (I) relative au prix du produit observé (P). Ce paramètre (c) proportionnel d'augmentation des coûts est:

$$c = I/P = (\Delta C \times t) / (R \times P)$$

Une analyse d'unités donne:

$$c = \frac{I \left(\frac{\$}{\text{kg}} \right)}{P \left(\frac{\$}{\text{kg}} \right)} = \frac{\Delta C \left(\frac{\$}{\text{ha}} \right) \times t}{R \left(\frac{\text{kg}}{\text{ha}} \right) \times P \left(\frac{\$}{\text{kg}} \right)}$$

Encore une fois, les unités s'annulent, indiquant que le c est une proportion sans unités.

Encadré D. Estimation des déplacements de l'offre : le paramètre K

Le paramètre K représente la réduction net des coûts de production induite par la nouvelle technologie, en combinant les effets de l'augmentation de la productivité (J) et des coûts d'adoption (I). Ce paramètre correspond à un déplacement vertical de la courbe d'offre, étant donné J et I, et peut être calculé en utilisant la pente de la courbe de l'offre (b_o) comme suit:

$$K = [J \times b_o] - I$$

En pratique, les valeurs des pentes des courbes d'offre (b_o) ne sont généralement pas utilisées dans les calculs, parce qu'elles sont associées à des unités spécifiques de mesure. Les chercheurs préfèrent utiliser l'élasticité d'offre (ϵ) laquelle est indépendante des unités de mesure:

$$\begin{aligned} \epsilon &= \% \Delta Q / \% \Delta P \\ &= (\Delta Q / Q) / (\Delta P / P) \\ &= (\Delta Q / \Delta P) \times (P / Q) \\ &= (1 / b_o) \times (P / Q) \\ b_o &= \epsilon \times Q / P \\ K &= J / (\epsilon Q / P) - I \\ &= [JP / \epsilon Q] - I \end{aligned}$$

En utilisant des termes proportionnels (c.à.d, la réduction nette des coûts de production en temps que proportion du prix du produit), nous avons:

$$\begin{aligned} k &= K / P \\ &= [JP / \epsilon QP] - I / P \\ &= (j / \epsilon) - c \end{aligned}$$

Cette formulation montre clairement que lorsque l'offre est "inélastique" (ϵ est moins de 1), l'élasticité amplifie le paramètre k ($k > j - c$). Dans ce cas, une augmentation du rendement donné causé par la recherche a relativement une grande valeur économique; peut-être parce qu'il y a peu de terre disponible sur laquelle on peut augmenter la production. Par contre, lorsque l'offre est "élastique" (ϵ est supérieur à 1), peut-être parce que la terre est abondante, alors l'élasticité diminue le paramètre k ($k < j - c$). Ceci correspond à une situation dans laquelle il est relativement facile d'augmenter la production, et les gains de la recherche ont une très faible valeur économique.

Encadré E. Estimation du changement de la quantité d'équilibre : ΔQ

Le changement de quantité dû en fait à la recherche (ΔQ) dépend du déplacement de l'offre et de la réponse de l'offre et de la demande. La situation d'équilibre sans recherche pourrait être le prix et la quantité qui satisfont la demande et l'offre:

$$\begin{aligned} Q_o &= Q_d \\ a_d + b_d P &= a_o + b_o P \\ P &= (a_o - a_d) / (b_d - b_o) \end{aligned}$$

Dans la situation avec recherche, l'équilibre doit être sur la nouvelle courbe d'offre, laquelle est déplacée dans la direction de l'augmentation du prix:

$$\begin{aligned} Q'_o &= Q_d \\ a_d + b_d P' &= a_o + b_o K + b_o P' \\ P' &= (a_o - a_d + b_o K) / (b_d - b_o) \end{aligned}$$

Le changement du prix qui en résulte est:

$$\begin{aligned} \Delta P &= -b_o K / (b_d - b_o) \\ &= b_o K / (-b_d + b_o) \end{aligned}$$

Et ainsi le changement de la quantité est:

$$\begin{aligned} \Delta Q &= b_d \Delta P \\ &= b_d b_o K / (b_d + b_o) \end{aligned}$$

Pour substituer les élasticité par les pentes, nous avons besoin de l'élasticité de la demande (e), exprimée en valeur absolue:

$$\begin{aligned} e &= \% \Delta Q / \% \Delta P \\ &= (\Delta Q / Q) \times (\Delta P / P) \\ &= (\Delta Q / \Delta P) \times (P / Q) \\ &= b_d \times (P / Q) \\ b_d &= e / (P / Q) = e Q / P \end{aligned}$$

Alors:

$$\begin{aligned} \Delta Q &= (e Q / P) \times (\varepsilon Q / P) K / [(e Q / P) + (\varepsilon Q / P)] \\ \Delta Q &= e \varepsilon K (Q^2 / P^2) / [(e + \varepsilon) \times (Q / P)] \end{aligned}$$

En termes proportionnels, on obtient en simplifiant:

$$\Delta Q = Q e \varepsilon k / (e + \varepsilon)$$

Encadré 2. L'estimation des déplacements de l'offre de coton au Burkina

Dans cet encadré nous retraçons étape par étape le calcul des déplacements de la courbe d'offre et les changements des prix dus à l'adoption des nouvelles variétés de coton avec des paquets technologiques adaptés à chacune des deux zones de production de coton au Burkina (l'Ouest, le Centre et l'Est), en fournissant les données et les formules de façon progressive.

L'estimation des gains sociaux commence par une revue de données de base sur le secteur cotonnier burkinabé. Le tableau 2.1 nous fournit les données agronomiques sur le coton dans chacune des deux zones de production.

Tableau 2.1 Données sur le coton au Burkina

Année	Zone Ouest			Zones Centre et Est		
	Superficie (ha)	Production (t)	Rdt moy Kg/ha	Superficie (ha)	Production (t)	Rdt moy. Kg/ha
	[S]	[Q]	[R]	[S]	[Q]	[R]
1980	71501	58597	820	3447	2041	592
1981	59343	52355	882	6424	5178	806
1982	63210	69224	1095	8760	6348	725
1983	68537	73657	1075	8253	5629	682
1984	73355	81961	1117	8945	6172	690
1985	81420	106611	1309	13205	8879	672
1986	110508	155545	1408	16342	13682	837
1987	156000	181773	1165	14395	11242	781
1988	157985	137084	868	11480	8794	766
1989	148687	142771	960	11993	9579	799
1990	153266	176055	1149	13124	10398	792
1991	173182	154465	892	13187	12705	963
1992	162547	150890	928	13353	12411	929
1993	137327	107737	785	13773	8861	643
1994	168985	142206	842	15125	10874	719
1995	142020	139369	981	17980	15485	861
1996	165575	192917	1165	30095	21435	712
1997	253386	304327	1201	41814	33814	809
1998	313209	256635	819	42227	28504	675
1999	203974	228770	1122	41252	25419	616
2000	207873	248220	1194	52126	27580	529

Estimation du paramètre j

La formule à appliquer est :

$$J = J/Q = (\Delta R \times t) / R$$

Pour estimer j, il nous faut calculer ΔR et t. La variable R, représentant le rendement moyen de coton par zone de production est donnée au tableau 2.1. Les deux autres éléments doivent être estimés séparément.

Calcul du gain de rendement (ΔR) par zone de production

L'INERA a démarré son programme de recherche sur le coton en 1975 en poursuivant la recherche menée par l'IRCT. De 1981 à 2000, dix (10) variétés améliorées de coton ont été validées et adoptées par les producteurs de coton dans les deux zones cotonnières du Burkina. Nous désirons évaluer l'impact cumulé de tous les changements inhérents à l'introduction de ces nouvelles variétés par rapport aux variétés témoins BJA et SR1-F4 et associés aux intrants agronomiques. Ainsi, par zone de production, la valeur économique de ce gain sera cumulée pour obtenir son évolution sur toute la période 1981 à 2000.

Tableau 2.2 : Gains de rendement du coton par zone de production du Burkina

Variétés améliorées (années d'existence)	Zone Ouest	Variétés améliorées (années d'existence)	Zones Centre et Est
	Gain de rendement relatif à BJA (kg/ha) [ΔR]		Gain de rendement relatif à SR1F4 (kg/ha) [ΔR]
MK73 (81-83)	9	HCB4-75 (82-89)	82
L299-10-75 (81-88)	32	L299-10-75 (89-91)	221
ISA205A (86-92)	122	F135 (90-00)	237
ISA205G (88-96)	125		
GL7 (90-97)	77		
STAM42 (92-99)	196		
FK290 (94-00)	286		
STAM59 (98-00)	374		

Afin d'utiliser les données agronomiques du tableau ci-dessus comme estimation du paramètre sur le gain de rendement (ΔR) dans nos formules, nous aurons besoin d'identifier les gains de rendement pour chaque année par variété, comme indiqué dans le tableau suivant.

Tableau 2.3 Valeur de ΔR pour le coton dans les zones de production (kg/ha)

Année	Zone Ouest								Zones Centre et Est		
	MK 73	L299- 10-75	ISA 205A	ISA 205G	GL7	STAM 42	FK 290	STAM 59	HCB4 -75	L299- 10-75	F135
1981	9	32									
1982	9	32							82		
1983	9	32							82		
1984		32							82		
1985		32							82		
1986		32	122						82		
1987		32	122						82		
1988		32	122	125					82		
1989			122	125					82	221	
1990			122	125	77					221	237
1991			122	125	77					221	237
1992			122	125	77	196					237
1993				125	77	196					237
1994				125	77	196	286				237
1995				125	77	196	286				237
1996				125	77	196	286				237
1997					77	196	286				237
1998						196	286	374			237
1999						196	286	374			237
2000							286	374			237

Calcul du taux d'adoption (t) pour chaque nouvelle variété par zone

Le taux d'adoption est défini ici comme étant la superficie cultivée sous chaque variété améliorée de coton dans une zone de production divisée par la superficie totale sous coton dans ladite zone pour une année donnée. Ces données, présentées au tableau 2.4 proviennent de la Société des fibres et textiles du Burkina (SOFITEX). Notons que dans ce contexte, la superficie sous le coton est relativement exacte, puisque les ventes des semences et des autres intrants sont mieux contrôlées. Pour les autres cultures où les semences ne sont pas achetées chaque année, les taux d'adoption doivent être estimés en utilisant des enquêtes au niveau des exploitations.

Tableau 2.4 Superficie cultivée (S) par variété et par zone de production (ha)									
Année	Zone Ouest								
	BJA	MK73	L299-10-75	ISA 205A	ISA 205G	GL7	STAM 42	FK290	STAM59
1980	71501								
1981	527	58801	15						
1982		61210	2000						
1983		55591	12946						
1984			73355						
1985			81420						
1986			110308	200					
1987			148000	8000					
1988			119785	31250	6950				
1989				135112	13575				
1990				132015	21231	20			
1991				145182	27250	750			
1992				24129	132264	6137	17		
1993					99127	37865	335		
1994					110438	55000	3527	20	
1995					46000	50005	46000	15	
1996					199000	5000	135625	5050	
1997						483	176964	75939	
1998							28203	284655	351
1999							18751	152952	32271
2000								116895	90978

Année	Zone Ouest	Zones Centre et Est				
	Superficie totale	SR1F4	HCB4-75	L299-10-75	F 135	Superficie totale
1980	71501	3447				3447
1981	59343	6424				6424
1982	63210	8749	11			8760
1983	68537	8153	100			8253
1984	73355		8945			8945
1985	81420		13205			13205
1986	110508		16342			16342
1987	156000		14395			14395
1988	157985		11480			11480
1989	148687		412	11581		11993
1990	153266			13120	4	13124
1991	173182			13123	64	13187
1992	162547				13353	13353
1993	137327				13773	13773
1994	168985				15125	15125
1995	142020				17980	17980
1996	165575				30095	30095
1997	253386				41814	41814
1998	313209				42227	42227
1999	203974				41252	41252
2000	207873				52126	52126

En utilisant les données sur les superficies sous le coton ci-dessus, nous pouvons calculer le taux d'adoption pour chaque variété en divisant la superficie sous chaque variété dans chaque zone par la superficie totale cultivée en coton dans chaque zone également. Ceci nous donne les résultats suivants :

Tableau 2.5 Le taux d'adoption par variété (t) et par zone de production (ha) de coton au Burkina									
Année	Zone Ouest								
	BJA	MK73	L299-10-75	ISA 205A	ISA 205G	GL7	STAM 42	FK290	STAM59
1980	1,00								
1981	0,0089	0,9901	0,003						
1982		0,9684	0,0316						
1983		0,8111	0,1889						
1984			1,00						
1985			1,00						
1986			0,9982	0,0018					
1987			0,9487	0,0513					
1988			0,7582	0,1978	0,0440				
1989				0,9087	0,0913				
1990				0,8613	0,01385	0,0001			
1991				0,8383	0,1573	0,0043			
1992				0,1484	0,8137	0,0378	0,0001		
1993					0,7218	0,2757	0,0024		
1994					0,6535	0,3255	0,0209	0,0001	
1995					0,3239	0,3521	0,3239	0,0001	
1996					0,1202	0,0302	0,8191	0,0305	
1997						0,0019	0,6984	0,2997	
1998							0,0900	0,9088	0,0001
1999							0,0919	0,7499	0,1582
2000								0,5623	0,4377

Année	Zone Ouest	Zones Centre et Est				
	Total	SR1F4	HCB4-75	L299-10-75	F 135	Superficie totale
1980	1,00	1,00				1,00
1981	1,00	1,00				1,00
1982	1,00	0,9987	0,0013			1,00
1983	1,00	0,9879	0,0021			1,00
1984	1,00		1,00			1,00
1985	1,00		1,00			1,00
1986	1,00		1,00			1,00
1987	1,00		1,00			1,00
1988	1,00		1,00			1,00
1989	1,00		0,0344	0,9656		1,00
1990	1,00			0,9997	0,0003	1,00
1991	1,00			0,9951	0,0049	1,00
1992	1,00				1,00	1,00
1993	1,00				1,00	1,00
1994	1,00				1,00	1,00
1995	1,00				1,00	1,00
1996	1,00				1,00	1,00
1997	1,00				1,00	1,00
1998	1,00				1,00	1,00
1999	1,00				1,00	1,00
2000	1,00				1,00	1,00

Le calcul du paramètre du déplacement proportionnel de l'offre (j)

L'étape suivante dans le processus d'estimation est de calculer le déplacement proportionnel de la production (j) en utilisant la formule suivante :

$$j = J/Q = (\Delta R \times t) / R$$

Les éléments de cette formule sont fournis dans le tableau 2.3 (pour ΔR), le tableau 2.5 (pour t) et le tableau 2.1 (pour R). En insérant ces valeurs dans la formule, nous obtenons :

Tableau 2.6 Déplacements proportionnels de la production (j) de coton par zone de production

Année	Zone Ouest								
	MK73	L299-10-75	ISA 205A	ISA 205G	GL7	STAM 42	FK290	STAM59	Total
1981	0,01011	0,00001							0,01012
1982	0,00796	0,00092							0,00888
1983	0,00679	0,00562							0,01242
1984		0,02864							0,02864
1985		0,02444							0,02444
1986		0,02269	0,00016						0,02285
1987		0,02605	0,00537						0,03142
1988		0,02796	0,02781	0,00634					0,06211
1989			0,11545	0,01189					0,12734
1990			0,09148	0,01507	0,00001				0,10656
1991			0,11467	0,02205	0,00037				0,13709
1992			0,01951	0,10957	0,00313	0,00002			0,13223
1993				0,11501	0,02706	0,00061			0,14268
1994				0,09708	0,02978	0,00486	0,00004		0,13176
1995				0,04126	0,02763	0,06469	0,00003		0,13361
1996				0,01289	0,00200	0,13779	0,00749		0,16017
1997					0,00012	0,11397	0,07137		0,18546
1998						0,02155	0,31735	0,00051	0,33941
1999						0,01607	0,19121	0,05276	0,26004
2000							0,13469	0,13708	0,27177
Année	Zones Centre et Est				Le calcul du paramètre du coût unitaire d'adoption (c)				
	HCB4-75	L299-10-75	F 135	Total					
1982	0,00014			0,00014	<p>Afin de calculer le coût associé au gain de production, utilisons la formule suivante :</p> $c = I/P = (\Delta C \times t) / (R \times P)$ <p>Nous aurons besoins ici de deux séries de données supplémentaires : la différence de coût par hectare (ΔC) et les prix (P) du produit.</p>				
1983	0,00146			0,00146					
1984	0,11884			0,11884					
1985	0,12195			0,12195					
1986	0,09794			0,09794					
1987	0,10500			0,10500					
1988	0,10705			0,10705					
1989	0,00353	0,26720		0,27073					
1990		0,27884	0,00009	0,27893					
1991		0,22827	0,00119	0,22947					
1992			0,25499	0,25499					
1993			0,36836	0,36836					
1994			0,32965	0,32965					
1995			0,27518	0,27518					
1996			0,33275	0,33275					
1997			0,29307	0,29307					
1998			0,35110	0,35110					
1999			0,38462	0,38462					
2000			0,44793	0,44793					

Le calcul des coûts d'adoption par hectare (ΔC)

Le coût d'adoption pour chaque nouvelle technologie est la différence entre les coûts de production avec et sans la recherche. La recherche conduite par l'INERA a réduit ces coûts d'adoption de façon sensible. Ces coûts d'adoption par hectare et par an ont été estimés en moyenne pour l'ensemble des deux zones de production de coton du Burkina. Le tableau 2.7 ci-dessous montre les différents niveaux du coût d'adoption des technologies améliorées en terme réel.

Tableau 2.7 Coûts d'adoption (ΔC) des nouvelles variétés de coton au Burkina

Années	ΔC réel (FCFA/ha)
1981	7500
1982	7500
1983	7500
1984	7500
1985	7500
1986	7500
1987	7500
1988	5200
1989	5200
1990	5200
1991	5200
1992	5200
1993	5200
1994	5700
1995	5700
1996	5700
1997	5700
1998	5700
1999	6500
2000	6500

Le calcul du prix du produit en termes réels

Dans le tableau 2.8 suivant le prix nominal du kg de coton-graine est ajusté par rapport à l'inflation en utilisant l'indice des prix à la consommation.

Tableau 2.8 Prix du coton-graine au Burkina

Années	Prix nominal (FCFA/kg)	IPC (base : 2000=1)	Prix réel (P) (FCFA/kg)
1981	53,5	0,503	106
1982	53,5	0,554	97
1983	60	0,596	101
1984	80	0,623	129
1985	85	0,666	128
1986	85	0,648	131
1987	82,5	0,631	131
1988	80	0,658	122
1989	80	0,655	122
1990	80	0,649	123
1991	80	0,674	119
1992	70	0,653	107
1993	80,7	0,656	123
1994	80,7	0,818	99
1995	115	0,882	130
1996	155	0,936	166
1997	155	0,958	162
1998	155	1,011	153
1999	155	1,000	155
2000	150	1,000	150

Le calcul du coût proportionnel d'adoption (c)

L'augmentation proportionnelle des coûts liée à l'adoption des technologies améliorées est obtenue en utilisant les résultats du tableau 2.7 (ΔC), du tableau 2.5 (t), du tableau 2.1 (R) et du tableau 2.8 (P) et selon la formule suivante :

$$c = I/P = (\Delta C \times t) / (R \times P)$$

Tableau 2.9 Coûts proportionnels d'adoption (c) de coton au Burkina

Année	Zone Ouest								
	MK73	L299-10-75	ISA 205A	ISA 205G	GL7	STAM 42	FK290	STAM59	Total
1981	0.07921	0.00002							0.07923
1982	0.06862	0.00224							0.07086
1983	0.05627	0.01310							0.06938
1984		0.05223							0.05223
1985		0.04487							0.04487
1986		0.04055	0.00007						0.04062
1987		0.04672	0.00253						0.04925
1988		0.03737	0.00975	0.00217					0.04929
1989			0.04028	0.00405					0.04433
1990			0.03165	0.00509	0.00000				0.03674
1991			0.04116	0.00773	0.00021				0.04910
1992			0.00775	0.04249	0.00197	0.00001			0.05222
1993				0.03891	0.01486	0.00013			0.05391
1994				0.04490	0.02236	0.00143	0.00001		0.06870
1995				0.01444	0.01569	0.01444	0.00000		0.04457
1996				0.00355	0.00089	0.02421	0.00090		0.02955
1997					0.00006	0.02049	0.00879		0.02933
1998						0.00409	0.04126	0.00005	0.04540
1999						0.00344	0.02804	0.00592	0.03739
2000							0.02041	0.01588	0.03629
Année	Zones Centre et Est								
	HCB4-75	L299-10-75	F 135	Total					
1982	0.00013			0.00013					
1983	0.00132			0.00132					
1984	0.08458			0.08458					
1985	0.08738			0.08738					
1986	0.06829			0.06829					
1987	0.07348			0.07348					
1988	0.05583			0.05583					
1989	0.00183	0.05146		0.05329					
1990		0.05325	0.00002	0.05327					
1991		0.04524	0.00022	0.04546					
1992			0.05215	0.05215					
1993			0.06573	0.06573					
1994			0.08041	0.08041					
1995			0.05078	0.05078					
1996			0.04834	0.04834					
1997			0.04356	0.04356					
1998			0.05509	0.05509					
1999			0.06806	0.06806					
2000			0.08190	0.08190					

Le calcul du déplacement net de la courbe d'offre (k)

Pour combiner les données sur les gains de production (j) et les coûts d'adoption (c) dans le paramètre de déplacement net (k), nous avons besoin d'un seul nouveau paramètre, l'élasticité de l'offre (ε). Etant donné le faible potentiel d'expansion de la culture de coton ou d'utilisation des autres intrants agricoles, une petite valeur de (ε) est indiquée (par exemple, $\varepsilon = 0,2$). Nous obtenons les résultats du tableau 2.10 en utilisant la formule suivante :

$$k = K/P = [JP/ \varepsilon QP] - I/P = (j/ \varepsilon) - c$$

Tableau 2.10 Déplacements proportionnels de l'offre (k) au Burkina

Années	Elasticité de l'offre	Zone Ouest			Zones Centre et Est		
	ε	j	c	k	j	c	k
1981	0,2	0.01012	0.07923	-0.029			
1982	0,2	0.00888	0.07086	-0.026	0.00014	0.00013	0.0006
1983	0,2	0.01242	0.06938	-0.007	0.00146	0.00132	0.0060
1984	0,2	0.02864	0.05223	0.091	0.11884	0.08458	0.5096
1985	0,2	0.02444	0.04487	0.077	0.12195	0.08738	0.5224
1986	0,2	0.02285	0.04062	0.074	0.09794	0.06829	0.4214
1987	0,2	0.03142	0.04925	0.108	0.10500	0.07348	0.4515
1988	0,2	0.06211	0.04929	0.261	0.10705	0.05583	0.4794
1989	0,2	0.12734	0.04433	0.592	0.27073	0.05329	1.3003
1990	0,2	0.10656	0.03674	0.496	0.27893	0.05327	1.3414
1991	0,2	0.13709	0.04910	0.636	0.22947	0.04546	1.1019
1992	0,2	0.13223	0.05222	0.609	0.25499	0.05215	1.2228
1993	0,2	0.14268	0.05391	0.660	0.36836	0.06573	1.7761
1994	0,2	0.13176	0.06870	0.590	0.32965	0.08041	1.5678
1995	0,2	0.13361	0.04457	0.623	0.27518	0.05078	1.3251
1996	0,2	0.16017	0.02955	0.771	0.33275	0.04834	1.6154
1997	0,2	0.18546	0.02933	0.898	0.29307	0.04356	1.4218
1998	0,2	0.33941	0.04540	1.652	0.35110	0.05509	1.7004
1999	0,2	0.26004	0.03739	1.263	0.38462	0.06806	1.8551
2000	0,2	0.27177	0.03629	1.323	0.44793	0.08190	2.1577

Le calcul du changement de quantité (ΔQ) dû à la recherche

L'étape finale dans l'évaluation de l'impact est de calculer le changement de la quantité d'équilibre induit par la recherche, selon la formule suivante :

$$\Delta Q = Q e \varepsilon k / (e + \varepsilon)$$

Notons que pour obtenir ΔQ en termes de kilogrammes, il est nécessaire de multiplier les montants de la production totale (Q) du tableau 2.1 par 1000. Nous devons choisir également une valeur pour l'élasticité de la demande (e, exprimée en valeur absolue). Puisque le changement de la quantité de coton produite par le Burkina a peu d'effet sur le prix reçu, nous utilisons un niveau d'élasticité relativement élevé (e = 10). Ce niveau d'élasticité est généralement approprié pour la plupart des produits échangés et dont les prix sont déterminés sur l'ensemble du marché international. Les produits qui sont vendus sur le marché national, tels le mil ou le manioc, pourraient nécessiter une élasticité de la demande inférieure à l'unité.

Tableau 2.11 Changements de la quantité d'équilibre (ΔQ) au Burkina

Années	Elasticités offre-dde		Zone Ouest			Zones Centre et Est		
	ϵ	e	Q (kg)	k	ΔQ (kg)	Q (kg)	k	ΔQ (kg)
1981	0,2	10	52355000	-0.029	-294063			
1982	0,2	10	69224000	-0.026	-359012	6348000	0.0006	717
1983	0,2	10	73657000	-0.007	-105327	5629000	0.0060	6577
1984	0,2	10	81961000	0.091	1461888	6172000	0.5096	616745
1985	0,2	10	106611000	0.077	1616318	8879000	0.5224	909444
1986	0,2	10	155545000	0.074	2245710	13682000	0.4214	1130566
1987	0,2	10	181773000	0.108	3844633	11242000	0.4515	995268
1988	0,2	10	137084000	0.261	7022671	8794000	0.4794	826639
1989	0,2	10	142771000	0.592	16583096	9579000	1.3003	2442243
1990	0,2	10	176055000	0.496	17125000	10398000	1.3414	2734986
1991	0,2	10	154465000	0.636	19273814	12705000	1.1019	2744946
1992	0,2	10	150890000	0.609	18016474	12411000	1.2228	2975696
1993	0,2	10	107737000	0.660	13931959	8861000	1.7761	3085986
1994	0,2	10	142206000	0.590	16453815	10874000	1.5678	3342886
1995	0,2	10	139369000	0.623	17037590	15485000	1.3251	4023508
1996	0,2	10	192917000	0.771	29175548	21435000	1.6154	6789475
1997	0,2	10	304327000	0.898	53583685	33814000	1.4218	9426766
1998	0,2	10	256635000	1.652	83079321	28504000	1.7004	9503663
1999	0,2	10	228770000	1.263	56645169	25419000	1.8551	9245823
2000	0,2	10	248220000	1.323	64368800	27580000	2.1577	11668729

Encadré 2, page 10 de 10

Tableau 1. : Récapitulatif des formules clés pour l'évaluation des gains sociaux

Le tableau 1 résume la séquence logique des calculs à entreprendre pour calculer les paramètres nécessaires à l'évaluation des gains sociaux de la recherche agricole, avec la

Tableau 1. Récapitulatif des formules clés pour évaluer les gains sociaux

Etapes	Définitions	Formules	Données et unités typiques
1. Calcul de j	Changement proportionnel de la production par rapport à la production totale induit par la technologie nouvelle.	$j = \frac{(\Delta R_{xt})}{R}$	<ul style="list-style-type: none"> • ΔR : Différence de rendement entre les technologies nouvelles et traditionnelles (kg/ha) • R : rendement moyen (kg/ha), c.à.d. production totale (kg) divisée par la superficie totale (ha) • t : taux d'adoption c.à.d., superficie sous la nouvelle technologie divisée par la superficie totale.
2. Calcul de c	Coûts proportionnels d'adoption de la nouvelle technologie par rapport au prix du produit	$c = \frac{(\Delta C_{xt})}{R \times P}$	<ul style="list-style-type: none"> • ΔC : Différence entre les coûts des intrants pour les nouvelles technologies et ceux sous les anciennes technologies (unités monétaires/ha) • P : Prix moyen en termes réels payé aux producteurs (unités monétaires/kg)
3. Calcul de k	Changement proportionnel du coût net de production par rapport au prix du produit	$k = \left[\frac{j}{\varepsilon} \right] - c$	<ul style="list-style-type: none"> • ε : L'élasticité de l'offre, une donnée obtenue à partir des estimations faites par des économistes
4. Calcul de ΔQ	Changement de la quantité d'équilibre produite induit par la nouvelle technologie	$\Delta Q = \left[\frac{Q \times \varepsilon \times e \times k}{[\varepsilon + e]} \right]$	<ul style="list-style-type: none"> • Q : Production totale (kg). Notons que Q et ΔQ ont les mêmes unités. • e : L'élasticité de la demande, une donnée, obtenue à partir des estimations faites par des économistes

Etapes	Définitions	Formules	Données et unités typiques
5. Calcul des gains sociaux bruts	Bénéfices économiques bruts induits par l'adoption des résultats de la recherche	$GSB = [k \times P \times Q]$ $\pm \frac{1}{2}[k \times P \times \Delta Q]$	<ul style="list-style-type: none"> • Toutes les données exposées ci-dessus • Soustraire le deuxième membre lorsque l'information est observée après l'adoption (une étude <i>ex-post</i>), l'y ajouter si l'adoption n'a pas encore eu lieu (une étude <i>ex-ante</i>).
6. Le calcul des gains sociaux nets	Bénéfices économiques nets après déduction des coûts de la recherche et de la vulgarisation.	$GSN = GSB - CR - CV$	<ul style="list-style-type: none"> • CR : Coûts totaux de la recherche (en unités monétaires) • CV : Coûts totaux de la vulgarisation (en unités monétaires)

En appliquant ces formules, il est important de se souvenir que les valeurs retenues pour les élasticités de l'offre et de la demande (ε et e) ont bien moins d'influence sur les résultats que les autres paramètres. Au fait, il aurait été possible de simplifier ces calculs en supposant que $e = 0$ et que $\varepsilon = 1$. Avec de telles valeurs, qui sont possibles, il en résulte l'annulation de ΔQ dans la formule du gain social brut, ce qui la réduit à $GSB = k \times P \times Q$.

Il est également important de se rappeler que les formules présentées ici sont strictement correctes uniquement dans le cas des courbes linéaires avec un déplacement parallèle de la courbe d'offre. Mais, elles ne sont pas bien différentes des formules utilisées dans d'autres cas. Par exemple, la formule originale de Akino-Hayami, décrite dans l'encadré F qui suit, a été établie en supposant un mouvement pivotant autour de l'origine et des courbes à élasticité constante.

Encadré F. Les Formules de Akino-Hayami

L'une des études qui a contribué le plus à l'avancement de la méthode du surplus économique pour l'analyse de l'impact de la recherche est le fameux article de Masakatsu Akino et Yuhiro Hayami, "Efficiency and Equity in Public Research: Rice Breeding in Japan's Economic Development" (*American Journal of Agricultural Economics* vol. 57, no. 1, pages 1-10, février 1975). Puisque Akino et Hayami utilisent des formules différentes de celles utilisées dans ce manuel, il serait utile de comparer les deux approches. Leur travail se base sur des courbes à élasticité constante, avec un mouvement pivotant autour de l'origine, utilisant les formules suivantes:

La demande: $Q = H \cdot P^\varepsilon$ (Dans l'original, γ est utilisé au lieu de ε)
 L'offre avec recherche: $Q = G \cdot P^{-e}$ (Dans l'original, η est utilisé au lieu de e)
 L'offre sans recherche: $Q = (1-h)G \cdot P^{-e}$

Dans ces courbes, les élasticités ne varient pas avec le niveau de (P et Q). Cette formulation est nettement plus compliquée que le mouvement parallèle d'une courbe linéaire. Une différence est la relation entre le paramètre h (mouvement de la courbe d'offre) et l'augmentation de la production (que nous avons appelé j , et que Akino-Hayami appellent k). Dans ce cas la relation est approximative:

$$h \approx (1+\varepsilon)j$$

$$j = (Y_n - Y_t)/Y_n = 1 - Y_t/Y_n$$

Y_n = rendement à l'hectare avec la nouvelle variété
 Y_t = rendement à l'hectare avec la variété traditionnelle

Notons que l'augmentation des rendements est relative à la *nouvelle* variété par ce que les données de base (P,Q) sont observées (*ex-post*), avec la contribution de la recherche.

La formule de Akino-Hayami (GS_{AH}) pour les gains sociaux suit:

$$SG_{AH} \approx jPQ + \frac{1}{2}PQ[j(1+\varepsilon)]^2/(\varepsilon+\varepsilon)$$

Cette formule généralement donne des gains plus faibles que notre méthode:

$$GS = kPQ + \frac{1}{2}PQk^2\varepsilon/(\varepsilon+\varepsilon)$$

Les triangles sont les mêmes, mais la surface jPQ peut être différente du rectangle kPQ , car:

$$k = (j/\varepsilon) - c$$

La formule GS_{AH} généralement ne compte pas les coûts d'adoption. Il faut donc les soustraire séparément des gains sociaux, dans une étape à part.

COLLECTE ET UTILISATION DES DONNEES

La section précédente présente les formules de base et les besoins en information pour calculer les gains économiques résultants de l'adoption d'une nouvelle technologie. Nous abordons maintenant le problème tout aussi difficile que celui de la collecte de données appropriées, ainsi que leur utilisation judicieuse. Les données nécessaires pour calculer les gains sociaux tombent dans trois catégories générales:

- les données du "marché" sur les prix et les quantités observées
- l'évidence "agronomique" sur les rendements et les coûts de la technologie adoptée, et
- les paramètres "économiques" sur la réponse du marché au changement.

En plus de ces données sur les gains sociaux, il est également nécessaire d'obtenir:

- les coûts de la recherche et de la vulgarisation liés à la génération et au transfert de la nouvelle technologie.

Chaque catégorie de données provient de sources très différentes et a besoin d'être évaluée et utilisée différemment.

Les données du marché sur les prix et les quantités

Les données sur les prix (P) et les quantités (Q) du produit affecté par le changement technologique sont fondamentales et nécessaires aux études d'impact économique. Un changement technologique spécifique (disons une réduction de coût de 10%) a une plus grande valeur économique s'il s'agit d'un produit en grande quantité et caractérisé par un prix élevé. Le changement technologique lié aux produits en quantité réduite et un prix bas peut avoir le même impact uniquement en réduisant davantage les coûts ou bien s'ils sont caractérisés par des plus faibles coûts de recherche et de vulgarisation.

Les données sur la variable prix (P) sont souvent disponibles au niveau des Ministères de l'Agriculture, des services de vulgarisation ou des services de statistiques. Cependant, plusieurs types de prix sont disponibles et dans certains cas les chercheurs devront effectuer leur propre enquête sur les prix. L'objectif du chercheur devra être d'obtenir le prix marginal, représentant ce qu'on aurait payé pour toute augmentation de la production, pouvant provenir du changement technologique. Pour être réaliste, il est normalement plus approprié d'utiliser une moyenne des prix de gros provenant des principaux marchés ruraux et semi-urbains du pays.

Afin d'évaluer l'impact en terme de surplus économique, les prix doivent refléter les coûts d'opportunité pour toute l'économie. Lorsque les prix du marché ne sont pas équivalents aux coûts d'opportunité sociaux à cause des restrictions ou autres distorsions, il est préférable d'obtenir les estimations des coûts d'opportunité sociaux au lieu des prix du marché. Normalement, ceci veut dire qu'il faut estimer le prix d'importation ou d'exportation du produit en monnaie étrangère à la frontière du pays et ajouter (pour les importations) ou soustraire (pour les exportations) les coûts de commercialisation pour atteindre les marchés de gros, et convertir la monnaie locale en devise étrangère au taux de change d'équilibre plutôt qu'au taux du marché.

Lorsque le commerce se fait sur une base relativement libre du contrôle douanier ou autres restrictions du gouvernement, les prix du marché tendent à être très proches des coûts d'opportunité sociaux. Mais si cela n'est pas le cas, il est important que les chercheurs fassent l'effort nécessaire pour obtenir des estimations des prix frontières, des coûts de commercialisation, et des taux de change d'équilibre. Le plus souvent ceci est fait en consultant des économistes basés en dehors du système de recherche agricole, dans les bureaux du Ministère des Finances, de la Banque Centrale ou des agences d'aide concernées par la politique économique.

Les données sur les quantités (Q) proviennent souvent des mêmes sources que celles des prix. Ici c'est la quantité totale produite dans le pays ou la région où le changement technologique, qui nous intéresse, se produit. Normalement, ceci se fait au niveau national puisque c'est la zone de plus grand intérêt pour les décideurs. Il est possible d'effectuer une évaluation d'impact à tout endroit et à tout niveau du marché, tant que les données utilisées correspondent à la même définition de la zone concernée.

Pour les études *ex-post* qui utilisent des prix antérieurs, il est nécessaire de les "déflater" (c'est-à-dire de tenir compte des effets de l'inflation). Ceci est fait plus facilement en divisant le prix observé par un indice des prix à la consommation, lequel a été calculé afin que la valeur de l'indice à une année de base donnée (par exemple, 1990) soit de 1. Ceci transformerait tous les prix observés en prix "réels", c'est-à-dire à leurs valeurs de 1990.

Pour les études *ex-ante*, qui anticipent sur les prix futurs, la pratique normale est de supposer que les prix exprimés en terme réel resteront équivalents à une moyenne des prix récents. Il y aura sûrement une grande fluctuation autour de la moyenne, mais il sera difficile de prédire la direction ou l'amplitude de ces tendances.

Les données agronomiques sur les gains de rendement et sur les coûts d'adoption.

Il n'est pas possible d'évaluer l'impact de la recherche sans des données sur la technologie concernée. Dans la plupart des cas, ces données peuvent s'exprimer en terme d'augmentation de la production et des coûts d'adoption.

Les augmentations de la production, qui sont exprimées en termes proportionnels en utilisant le paramètre "j", sont les résultats associés aux gains provenant de l'adoption et du taux d'adoption. Ces deux variables sont d'une importance capitale pour toute étude d'impact. On peut utiliser comme exemple une nouvelle technologie qui augmente le rendement moyen d'une culture de 0,33 tonnes (t) par hectare, dans un environnement où le rendement moyen est de 1,5 t par hectare. Donc le gain proportionnel de l'adoption est une augmentation du rendement à l'hectare de 22 % (0,33/1,5). Si le taux d'adoption est de 50 %, alors la production globale augmenterait de 11 pour cent (0,22 x 0,5). En appliquant les formules susmentionnées, nous avons:

$$\begin{aligned} j &= 0,33 \text{ (t/ha)} \times 0,50 / 1,5 \text{ (t/ha)} \\ &= 0,165 / 1,5 \\ &= 0,11 \end{aligned}$$

L'information sur les changements de rendement provient normalement d'un ensemble d'essais sur le terrain et d'enquêtes au niveau des exploitations agricoles. Il est très important de s'assurer que les données utilisées sont peu ou pas biaisées. Puisque les gains de rendement

provenant des essais sur station ou au niveau de l'exploitation sont normalement plus importants que ceux obtenus par le producteur moyen. Il est donc nécessaire d'appliquer un facteur de correction basé sur les différences historiques entre les données d'essais et la performance actuelle au niveau de l'exploitation.

L'information sur les taux d'adoption provient normalement des enquêtes au niveau des exploitations et des estimations des agents de vulgarisation. Les ventes des semences et d'autres intrants peuvent également être utiles. Il est rare de trouver qu'une source unique de données sur l'adoption soit suffisante; le plus souvent il est nécessaire de compléter les données d'enquêtes ou les données sur les ventes de semences par une extrapolation et des estimations fournies par des experts et couvrant des producteurs d'autres zones et d'autres années. Pour certains produits dans certains pays, les fournisseurs d'intrants et la commercialisation de produits sont si strictement contrôlés que des données complètes sont disponibles. C'est le cas du coton au Burkina (l'étude de cas présentée dans les encadrés). Cependant, ceci n'est généralement pas le cas en ce qui concerne les enquêtes sur les produits alimentaires.

L'information sur les coûts d'adoption est souvent oubliée dans l'évaluation de la recherche. Pourtant, on devrait en tenir compte afin d'obtenir des résultats plus précis. Les coûts d'adoption comprennent la valeur de la main-d'œuvre, de la fumure organique et du capital fournis par l'exploitation familiale, ainsi que tout intrant acheté tels les engrais, les semences ou les produits chimiques nécessaires à l'obtention des gains de rendement associés à la nouvelle technologie. Encore une fois, ces coûts d'adoption sont exprimés d'une manière pratique en termes proportionnels relatifs au coût total marginal du produit, qui est plus ou moins égal à son prix sur le marché.

Normalement, les données sur les coûts sont présentées par hectare. Par exemple, on peut supposer que les gains de rendement présentés ci-dessus nécessitent un investissement annuel de 10.000 FCFA/ha au-dessus du coût des techniques actuelles. Ce chiffre doit être divisé par le rendement moyen (1,5 tonnes /ha) pour obtenir les coûts d'adoption sur une base unitaire, multiplié par le taux d'adoption (50 %) pour obtenir des coûts d'adoption globaux, et puis divisé par le prix du produit (50.000 FCFA/t) pour obtenir le coût proportionnel d'adoption. En appliquant les formules ci-dessus, on pourrait calculer:

$$\begin{aligned}
 c &= (\Delta C \times t) / (R \times P) \\
 &= 10.000 \text{ (FCFA/ha)} \times 0,50 / [1,5 \text{ (t/ha)} \times 50.000 \text{ (FCFA/t)}] \\
 &= 5.000 \text{ (FCFA/t)} / 75.000 \text{ (FCFA/t)} \\
 &= 0,07
 \end{aligned}$$

Dans ce cas nous pouvons estimer une augmentation du coût de production de 7 %, pour obtenir le gain de production de 11 % calculé plus haut. Ceci est une technologie profitable, mais la valeur économique exacte de l'adoption nécessite des calculs supplémentaires.

Avant de continuer, il est important de noter que les chercheurs peuvent préférer calculer le "j" et le "c" uniquement pour ceux qui adoptent, et de multiplier ces deux par le taux d'adoption à la fin des calculs. Ceci évite de devoir utiliser le taux d'adoption (t) dans deux formules différentes, mais ajoute une étape supplémentaire dans les calculs.

Les paramètres économiques des réponses de l'offre et de la demande

Dans l'exemple plus haut, une augmentation de la production de 11 % a été obtenue avec une augmentation de 7 % du coût des intrants. Ceci n'est pas la fin de l'évaluation de l'impact, cependant, comme les avantages économiques de cette réussite dépendent de leurs valeurs relatives, en comparaison à d'autres possibilités d'augmentation de la production, et également en comparaison avec les préférences des consommateurs.

La difficulté relative des producteurs à augmenter la production est exprimée par le paramètre de l'élasticité de l'offre (ε), définie comme étant la variation proportionnelle de la quantité produite, induite par la variation correspondante du prix de 1 %. Si c'est un petit chiffre, alors, augmenter la production en utilisant une technologie déjà en place est très difficile, et le changement technologique est relativement plus important. Normalement, les valeurs estimées de l'élasticité de l'offre sont comprises entre 0,2 et 1,2. Elles seraient assez faibles pour les produits avec peu de potentiel d'expansion de leur surface cultivée, parce que ces produits consomment déjà une grande partie des ressources disponibles. Elles seraient assez élevées dans le cas des produits moins importants qui ont un fort potentiel d'expansion.

La préférence relative des consommateurs pour une augmentation de la consommation est exprimée par l'élasticité de la demande (e), définie comme étant le changement proportionnel de la quantité consommée, induite par un changement de 1 % du prix. Ce chiffre est normalement négatif, et nous utilisons sa valeur absolue dans nos formules. Si sa valeur absolue est petite, alors les consommateurs sont très peu enclins à augmenter la consommation, et dans ce cas le changement technique résulte d'une faible augmentation de la quantité produite. Normalement, les estimations de l'élasticité de la demande varient entre 0,4 et 10. Elles se situeraient vers le bas de l'échelle pour les produits alimentaires de base dans un marché restreint et en haut de l'échelle pour les produits d'exportations et de substitutions aux importations dont les ventes peuvent augmenter rapidement.

Les élasticités ne peuvent pas être observées directement. Elles dépendent des attitudes, des anticipations, des possibilités de production et de la capacité d'achat des producteurs. Elles dépendent également de la longueur de la période d'ajustement retenue. Les élasticités ont tendances à être très faibles dans le court-terme et très importantes dans le long-terme, compte tenu de la plus grande flexibilité d'ajustement des prix. Il est possible d'estimer statistiquement les élasticités historiques, mais les estimations dépendent fortement des circonstances de l'analyse.

En tenant compte de l'incertitude inhérente aux élasticités, il est important d'entreprendre une analyse de sensibilité, mais ces analyses montrent presque toujours que les élasticités ont peu d'influence sur la rentabilité de la recherche. Il est donc bien plus important que les chercheurs mettent l'accent sur l'estimation des autres variables (prix, quantité, gains de production, coûts d'adoption et taux d'adoption). Il est éventuellement possible d'éviter toute discussion sur les élasticités en supposant que $e=0$ et que $\varepsilon=1$.

Afin de montrer comment utiliser les élasticités, nous pouvons continuer avec l'exemple sus-mentionné, en prenant le cas des produits alimentaires de base dont l'élasticité de l'offre peut être estimée à environ 0,3. En calculant le paramètre de déplacement "k", ou la réduction proportionnelle des coûts de production attribuée à la nouvelle technologie, l'augmentation de la production "j" est divisé par l'élasticité selon la formule suivante:

$$\begin{aligned}
 k &= j/\varepsilon - c \\
 &= 0,11 / 0,3 - 0,07 \\
 &= 0,30
 \end{aligned}$$

Dans ce cas, la combinaison d'une augmentation de la production de 11 % et d'une augmentation du coût de 7 % a contribué à déplacer la courbe d'offre de 30 %. Là où l'élasticité de l'offre est inférieure à 1, la valeur de l'augmentation de la production est amplifiée par la difficulté de le faire. Quand l'élasticité est supérieure à 1, la valeur de l'augmentation de la production diminue. Là où l'élasticité de l'offre est estimée être exactement égale à 1, alors elle n'a aucune influence ($k=j-c$).

La dernière étape dans l'estimation des gains économiques de l'adoption est d'incorporer le paramètre de l'élasticité de la demande afin de déterminer le changement de la quantité d'équilibre (ΔQ) induite par l'adoption. Dans le cas d'un produit agricole majeur, on peut estimer que l'élasticité de la demande est relativement faible (0,4). Ceci s'appliquerait à la formule suivante:

$$\begin{aligned}
 \Delta Q &= Qe\varepsilon k / (e + \varepsilon) \\
 &= (Q \times 0,3 \times 0,4 \times 0,3) / (0,3 + 0,4) \\
 &\approx Q \times 0,05
 \end{aligned}$$

Dans ce cas, l'augmentation de la quantité d'équilibre due à l'adoption est environ 5 % de la quantité observée (Q). C'est un chiffre relativement bas, étant donné que l'élasticité de la demande est relativement faible. Puisque le prix aux consommateurs a diminué, la recherche aurait pu avoir une valeur économique très large. Cet exemple illustre les interactions subtiles qui existent entre les différents types de données, et leur importance relative. Les résultats du gain social provenant de l'étude de cas du Burkina sont présentés dans l'encadré qui suit.

ENCADRE 3 : ESTIMATION DES GAINS SOCIAUX AU BURKINA

Dans le cadre précédent, nous avons estimé les paramètres nécessaires pour le calcul des gains sociaux bruts provenant de l'adoption des nouvelles technologies de coton. Maintenant, nous pouvons combiner ces paramètres en utilisant la formule suivante :

$$\text{GSB} = k P Q - \frac{1}{2} k P \Delta Q$$

En d'autres termes, le Gain social brut (GSB) pour chaque année sera égale au produit du paramètre k (du tableau 2.10) par le prix au producteur (P, du tableau 2.8) et par la quantité produite en kilogrammes (Q, du tableau 2.11) moins la moitié du produit de k par P et par le changement de la quantité d'équilibre (ΔQ , du tableau 2.11). Notons que le deuxième membre a été soustrait puisque c'est une étude *ex-post*, qui examine l'impact des technologies déjà adoptées par certains producteurs. Il faudrait additionner les deux membres dans le cas d'une étude *ex-ante*.

Tableau 3.1 : Le calcul des gains sociaux bruts dans la zone Ouest

Années	Zone Ouest				
	k	P (FCFA/kg)	Q (kg)	ΔQ (kg)	GSB (000 FCFA)
1981	-0.029	106	52355000	-294063	-159930
1982	-0.026	97	69224000	-359012	-177409
1983	-0.007	101	73657000	-105327	-54072
1984	0.091	129	81961000	1461888	949559
1985	0.077	128	106611000	1616318	1044228
1986	0.074	131	155545000	2245710	1491564
1987	0.108	131	181773000	3844633	2535453
1988	0.261	122	137084000	7022671	4243443
1989	0.592	122	142771000	16583096	9731941
1990	0.496	123	176055000	17125000	10237132
1991	0.636	119	154465000	19273814	10942983
1992	0.609	107	150890000	18016474	9268577
1993	0.660	123	107737000	13931959	8171606
1994	0.590	99	142206000	16453815	7794943
1995	0.623	130	139369000	17037590	10631703
1996	0.771	166	192917000	29175548	22769009
1997	0.898	162	304327000	53583685	40322655
1998	1.652	153	256635000	83079321	54428299
1999	1.263	155	228770000	56645169	39234323
2000	1.323	150	248220000	64368800	42857359

ENCADRE 3 : ESTIMATION DES GAINS SOCIAUX AU BURKINA (suite)

Tableau 3.2 : Le calcul des gains sociaux bruts dans la zone Centre et Est

Années	Zones Centre et Est				
	k	P (FCFA/kg)	Q (kg)	ΔQ (kg)	GSB ('000 FCFA)
1982	0.0006	97	6348000	717	353
1983	0.0060	101	5629000	6577	3372
1984	0.5096	129	6172000	616745	384012
1985	0.5224	128	8879000	909444	561718
1986	0.4214	131	13682000	1130566	725114
1987	0.4515	131	11242000	995268	634008
1988	0.4794	122	8794000	826639	488533
1989	1.3003	122	9579000	2442243	1327639
1990	1.3414	123	10398000	2734986	1492523
1991	1.1019	119	12705000	2744946	1482624
1992	1.2228	107	12411000	2975696	1432868
1993	1.7761	123	8861000	3085986	1598208
1994	1.5678	99	10874000	3342886	1422553
1995	1.3251	130	15485000	4023508	2326773
1996	1.6154	166	21435000	6789475	4824246
1997	1.4218	162	33814000	9426766	6694338
1998	1.7004	153	28504000	9503663	6190669
1999	1.8551	155	25419000	9245823	5979574
2000	2.1577	150	27580000	11668729	7038220

Tableau 3.3. : Le calcul des gains sociaux bruts au Burkina

Années	Gains sociaux bruts ('000 FCFA)		
	Zone Ouest	Zones Centre et Est	Total Burkina
1981	-159930		-159930
1982	-177409	353	-177056
1983	-54072	3372	-50700
1984	949559	384012	1333571
1985	1044228	561718	1605946
1986	1491564	725114	2216678
1987	2535453	634008	3169462
1988	4243443	488533	4731976
1989	9731941	1327639	11059580
1990	10237132	1492523	11729655
1991	10942983	1482624	12425607
1992	9268577	1432868	10701445
1993	8171606	1598208	9769813
1994	7794943	1422553	9217497
1995	10631703	2326773	12958476
1996	22769009	4824246	27593255
1997	40322655	6694338	47016993
1998	54428299	6190669	60618968
1999	39234323	5979574	45213898
2000	42857359	7038220	49895578

Les données sur les coûts de la recherche et de la vulgarisation

Jusqu'à présent nous avons uniquement examiné les gains sociaux bruts résultant de l'adoption par les producteurs des résultats de la recherche. Mais la recherche elle-même est coûteuse et les programmes de vulgarisation sont souvent nécessaires afin d'accélérer l'adoption. Il est donc important de réduire des gains sociaux bruts les coûts de la recherche et de la vulgarisation afin d'obtenir les bénéfices sociaux nets.

Le choix des données appropriées relatives aux coûts est souvent une des tâches les plus difficiles dans une évaluation d'impact. La première question est de définir la date de démarrage et l'étendue du projet de recherche à évaluer. On ne peut pas évaluer d'un coup l'impact de toute la recherche. On doit spécifier exactement quelle activité de recherche on voudra étudier. Toutes les dépenses avant cette activité, ou toutes les autres dépenses qui auraient été effectuées sans l'activité sont considérées comme des "coûts fixes". Elles auraient été effectuées même si la recherche n'avait pas été conduite et ainsi elles ne font pas partie du projet de recherche à évaluer. Par exemple, les dépenses de vulgarisation qui auraient été effectuées sans le projet de recherche devraient être exclues des coûts du projet, même si elles ont contribué à accélérer l'adoption.

Les projets de recherche à évaluer pourraient être très longs et très étendus (par exemple, toute la recherche depuis la création d'un institut particulier) ou très petits (par exemple, une initiative récente pour produire des variétés à l'intention d'une zone spécifique). Dans chaque cas, les gains sociaux devraient être définis de la même façon que les coûts des projets. Seuls les changements techniques qui résultent de projets spécifiques doivent être inclus. Dans plusieurs situations, un certain niveau de changement technique aurait eu lieu de toute façon et ses effets doivent être inclus dans le scénario "sans-projet". Cette question pourrait être de plus grande importance dans les études des programmes de vulgarisation, où le cas sans vulgarisation pourrait inclure un degré de diffusion entre producteurs.

Une fois établies la période et l'étendue du projet, il n'est toujours pas aisé de transformer les données comptables en données économiques appropriées. Les dépenses liées à la recherche et à la vulgarisation ne sont normalement pas liées aux technologies spécifiques pour plusieurs raisons y compris:

- les coûts de fonctionnement qui sont partagés par plusieurs projets de recherche à la fois : par exemple, les programmes de sélection des plantes et d'agronomie utilisent souvent les mêmes véhicules.
- les projets de recherche dépendent de plusieurs sources de financement : par exemple, le budget national et les donateurs.
- les Systèmes Nationaux de Recherche utilisent des systèmes comptables différents pour chaque projet à cause de la source de financement. Ainsi, une valeur totale qui comprend les coûts de fonctionnement et d'investissement pour un programme donné est difficile à obtenir.
- chaque projet de recherche utilise les résultats développés par d'autres projets. Il est difficile de séparer les coûts et bénéfices attribuables à un programme donné.

- les projets de recherche couvrent plusieurs années et les systèmes comptables peuvent changer entre temps. Par exemple, le carburant utilisé par un programme de recherche peut être comptabilisé comme étant un coût de fonctionnement pour un programme donné ou bien il peut être considéré comme étant un coût administratif au niveau d'un centre de recherche.

Une pratique courante pour estimer les coûts de recherche et de vulgarisation est:

- (a) d'obtenir les budgets comptables pour tout l'institut (Système National de Recherche Agricole ou Centres Internationaux de Recherches Agricoles ou autres), et
- (b) d'estimer le pourcentage des ressources allouées au projet, souvent sur la base du nombre de personnels et de la proportion de leur temps allouée au projet.

Notez bien qu'à l'instar des prix, il est très important de tenir également compte de l'inflation en divisant les coûts observés par un indice des prix à la consommation, défini comme étant égal à 1 pour l'année de base donnée, afin que les coûts soient exprimés en termes constants pour chaque année considérée.

ENCADRE 4. LES COÛTS DE LA RECHERCHE ET DE LA VULGARISATION SUR LE COTON AU BURKINA

Le programme de recherche sur le coton de l'INERA a certes démarré en 1975, mais il a pu bénéficier des résultats des programmes antérieurs. La première des dix nouvelles variétés améliorées adoptées a été introduite en 1981. Les coûts de la recherche sont restés constants de 1975 à 1982, soient les huit premières années du programme cotonnier, puis ils l'ont encore été de 1983 à 1987. De 1988 à l'an 2000, ces coûts n'ont fait qu'augmenter d'année en année, puisque les activités de recherche ont été maintenues soit pour soutenir les technologies déjà en diffusion ou pour générer de nouvelles, qui répondent mieux aux préoccupations du moment des producteurs. Dans certains cas, les dépenses de recherche inhérentes au projet peuvent prendre fin bien avant la fin des bénéfices générés par le projet si les chercheurs quittent celui-ci pour s'occuper d'autres activités.

Les coûts de vulgarisation, dans la fourchette de 100 à 500 millions de FCFA de 1980 à 1996, ont plus que doublés dans les dernières années. Il n'est cependant pas évident que tous ces coûts de vulgarisation soient nécessaires pour que l'adoption d'une technologie ait lieu. Mais, l'utilisation du budget entier des programmes de vulgarisation du coton dans l'évaluation de l'impact permet d'éviter de sous-estimer les coûts. Les coûts totaux en termes réels sont obtenus en divisant les coûts en termes nominaux par l'indice des prix à la consommation.

Tableau 4.1 Coûts de la recherche et de la vulgarisation sur le coton au Burkina

Année	Coûts de la Recherche (FCFA)	Coûts de la Vulgarisation (FCFA)	Coûts nominaux Totaux (FCFA)	Coûts réels totaux (FCFA)
1975	50646000		50646000	186443000
1976	50646000		50646000	178929000
1977	50646000		50646000	153615000
1978	50646000		50646000	142318000
1979	50646000		50646000	123805000
1980	50646000	133893000	184539000	404833000
1981	50646000	133893000	184539000	366805000
1982	50646000	133893000	184539000	333354000
1983	57885000	191790000	249675000	418580000
1984	57885000	116600000	174485000	280283000
1985	57885000	106330000	164215000	246602000
1986	57885000	201380000	259265000	400119000
1987	57885000	190110000	247995000	392859000
1988	85160000	186123000	271283000	412333000
1989	74873000	186500000	261373000	399134000
1990	69216000	218650000	287866000	443334000
1991	75894000	138893000	214787000	318782000
1992	64393000	176195000	240588000	368708000
1993	99522000	85531000	185053000	281953000
1994	135483000	100531000	236014000	288351000
1995	125141000	258512000	383653000	434768000
1996	106989000	468630000	575619000	614761000
1997	188151000	978630000	1166781000	1217942000
1998	159221000	991084000	1150305000	1137524000
1999	159410000	1044084000	1203494000	1203494000
2000	216287000	904084000	1120372000	1120371000

Actualisation de la valeur de la recherche

Les flux des bénéfices et coûts de la recherche s'étendent normalement sur plusieurs années; la période des coûts précédant celle des bénéfices. Par conséquent, une comparaison pertinente de ces flux nécessite la prise en compte de l'effet du facteur temps sur ces grandeurs économiques. Les logiciels de tableur électronique fournissent des fonctions préprogrammées et précises qui rendent aisée la procédure d'actualisation de ces flux.

L'indicateur privilégié pour comparer le flux actualisé des bénéfices et coûts de la recherche est le Taux de Rentabilité Interne (TRI). Il mesure le taux d'intérêt auquel la valeur actuelle des coûts égale la valeur actuelle des bénéfices. Le TRI peut alors être mis en relation avec tout autre taux d'intérêt, notamment le taux pratiqué par les banques commerciales ou le taux de rémunération des investissements privés. Dans la mesure où ce TRI est supérieur à ces autres taux mentionnés, il est adéquat de conclure que le projet de recherche fut un bon investissement. Son implantation a contribué de façon significative à rehausser le revenu national par personne.

Un deuxième indicateur de choix également utilisé, pour apprécier la pertinence d'un investissement dans un projet, est sa Valeur Actualisée Nette (VAN). Cet indicateur mesure l'excédent des bénéfices sur les coûts du projet, quand ces derniers sont évalués sur la base d'un taux d'intérêt donné. Ce taux cible doit refléter de façon adéquate le coût d'opportunité des fonds investis, aussi bien sur le plan des investissements additionnels que sur celui des investissements alternatifs.

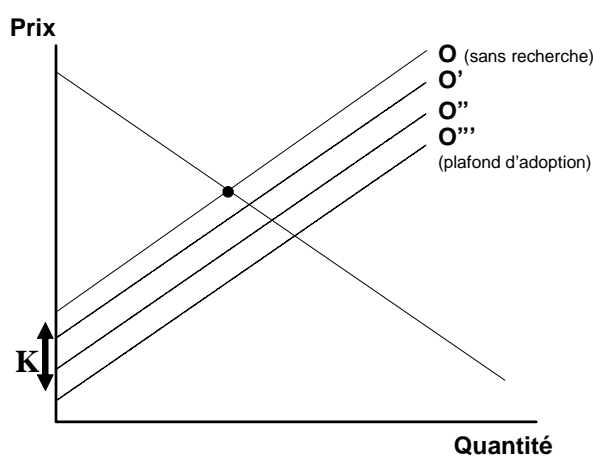
Le contexte de l'actualisation de la mesure de l'impact des projets de recherche est cependant quelque peu différent de celui de l'analyse des projets en général. Ces différences s'expliquent par les délais d'attente avant la période des bénéfices de la recherche. Par ailleurs, la réalisation de ces bénéfices est plus incertaine pour la recherche que pour les autres types de projet. La figure 6 illustre ces délais d'attente avant la période des bénéfices; le déplacement de la courbe d'offre est progressif dans le temps.

Durant les premières années suivant l'introduction d'une nouvelle technologie, les niveaux d'adoption peuvent être faibles. Les changements de l'offre et le paramètre K sont alors faibles. Au fur et à mesure que l'adoption progresse, le surplus économique croît de façon exponentielle, étant plus relié à la superficie qu'à l'ampleur du déplacement de la courbe d'offre. Par conséquent, les premiers gains de la recherche sont souvent faibles; et les gains les plus importants ne sont réalisés que quand la diffusion se généralise.

Dans ce cas, le graphique 6 montre que la courbe d'offre passe successivement à O' , O'' pour finalement s'arrêter à O^{\max} quand l'adoption atteindra le plafond.

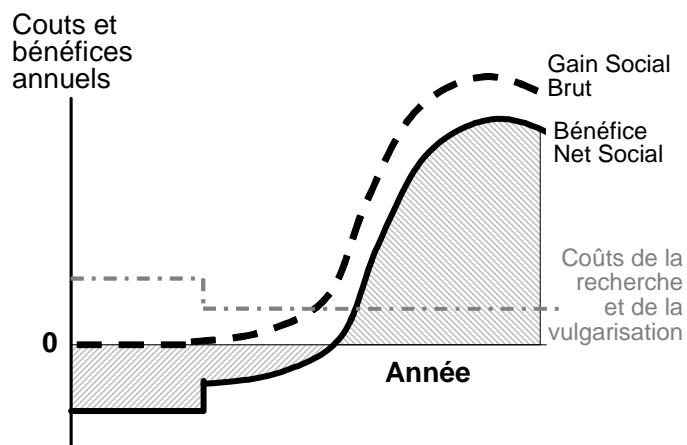
Une deuxième raison expliquant les délais de gestation des bénéfices de la recherche est illustrée par le graphique 7. Non seulement les bénéfices de la

Graphique 6 : Déplacements de l'offre et du paramètre K dans le temps



recherche se développent lentement, mais ils ne commencent que quand plusieurs autres coûts associés sont payés. Le bénéfice social net est par conséquent négatif sur plusieurs années et peut le rester même après les premières années d'adoption. Sur le graphique 7, les coûts de la recherche plafonnent avant la disponibilité de la technologie. Après cette période, les coûts de la recherche et de la vulgarisation demeurent constants et à un plus faible niveau, et les gains sociaux commencent. Cependant, les bénéfices nets ne deviennent positifs qu'une fois l'adoption est effective.

Graphique 7 : Gains sociaux, coûts et bénéfices nets dans le temps



Par la suite, les gains s'accroissent de façon exponentielle au fur et à mesure que l'adoption se poursuit. Après que le plafond soit atteint, une autre technologie commence à faire son entrée et de surcroît, les gains sociaux déclinent. Ce schéma est typique mais le plafond n'est atteint qu'après plusieurs années d'existence de la technologie, produisant un effet marginal sur le TRI et la VAN

Encadré 5 : La valeur actualisée et le taux d'actualisation au Burkina

La Valeur Actualisée Nette (VAN) du projet de recherche représente la valeur économique totale des bénéfices moins les coûts. Afin de calculer cette valeur, le chercheur doit spécifier un taux d'intérêt pour chaque investissement alternatif. Il est plus approprié d'utiliser le Taux de Rentabilité Interne (TRI), qui est équivalent au taux d'intérêt rapporté par l'investissement dans la recherche, pour effectuer une comparaison entre différents investissements.

Ces valeurs sont estimées plus facilement en utilisant un tableur électronique avec des formules pré-programmées. En se basant sur les résultats des calculs effectués dans les précédents encadrés et résumés dans le tableau 5.1 ci-dessous, le TRI pour le programme de recherche sur le coton au Burkina, entre 1975 et 2000, est de 39,3 %, ce qui est largement supérieur à la plupart des investissements alternatifs. Au taux alternatif d'intérêt de 10 %, la valeur actualisée nette du programme de recherche sur le coton est de 38 milliards de FCFA constants de l'an 2000 (en termes réels).

Tableau 5.1 : Le taux de rentabilité interne du programme de recherche sur le coton au Burkina

Année	Gains sociaux bruts ('000 FCFA)	Coûts de la recherche et de la vulgarisation ('000 FCFA)	Gains sociaux nets ('000 FCFA)	Mesures de rentabilité (% , FCFA)	
1975		186443	-186443	Taux de Rentabilité Interne (TRI) (pourcentage annuel) = 39,3 %	
1976		178929	-178926		
1977		153615	-153615		
1978		142318	-142318		
1979		123805	-123805		
1980		404833	-404833		
1981	-159930	366805	-526734		
1982	-177056	333354	-510410		
1983	-50700	418580	-469280		
1984	1333571	280283	1053288		
1985	1605946	246602	1359344		
1986	2216678	400119	1816559		
1987	3169462	392859	2776603		
1988	4731976	412333	4319644		
1989	11059580	399134	10660447		
1990	11729655	443334	11286321		Valeur Actualisée Nette (VAN) à 10% = 38 316 millions de FCFA
1991	12425607	318782	12106826		et à 15 % = 14 883 millions de FCFA
1992	10701445	368708	10332737		
1993	9769813	281953	9487860		
1994	9217497	288351	8929146		
1995	12958476	434768	12523709		
1996	27593255	614761	26978494		
1997	47016993	1217942	45799051		
1998	60618968	1137524	59481444		
1999	45213898	1203494	44010404		
2000	49895578	1120371	48775207		

CONCLUSION : LE SURPLUS ECONOMIQUE EN PERSPECTIVE

Ce manuel met l'accent sur l'approche du surplus économique pour évaluer l'impact. Bien que ce soit la méthode la plus simple et la moins exigeante du point de vue de données, d'autres approches existent.

Les approches par indicateurs

Une alternative à la méthode du surplus économique est d'ignorer complètement la valeur économique et d'utiliser simplement les taux d'adoption, les niveaux de rendement, les quantités produites ou tout autre indicateur du succès apparent d'une technologie ou d'un programme de recherche. Cette approche peut s'avérer nécessaire dans le cas où des données ne sont pas disponibles. Mais en omettant cette information, une approche par "indicateurs" risque de donner des mauvais résultats.

Par exemple, une nouvelle technologie alimentaire peut être adoptée par des producteurs avec pour seul but de les aider à atteindre l'autosuffisance alimentaire. En augmentant les rendements, elle peut leur permettre d'atteindre leur but avec moins de terre et de main-d'œuvre. Mais il y a souvent peu de demande pour de la nourriture produite avec excédent, ainsi les agriculteurs réallouent ces ressources à d'autres activités. Avec la nouvelle technologie, la production alimentaire resterait plus ou moins constante et la surface cultivée sous cette culture baisserait. Une évaluation de cette technologie basée sur les indicateurs pourrait nous amener à conclure qu'elle a été incapable d'augmenter la production. Cependant, elle aurait généré un large surplus économique en créant des ressources destinées à d'autres activités.

En général, le meilleur indicateur du succès d'une recherche donnée pourrait être le taux d'adoption, mais ceci peut être erroné. D'autres technologies pourraient avoir des bénéfices latents, puisqu'une faible augmentation de l'adoption entraîne des gains économiques importants.

Les approches économétriques

Une critique que l'on pourrait émettre à l'égard de l'approche du surplus économique est qu'elle met un accent exclusif sur des projets spécifiques de recherche qui ne sont pas représentatifs d'autres activités de recherche dans le système. On pourrait considérer les projets qu'on évalue comme étant des pertes exceptionnelles ou alors des succès exceptionnels. Pour cette raison, beaucoup de chercheurs préfèrent obtenir des estimations statistiques de l'impact moyen des différentes activités de recherche sur une longue période de temps. Dans ce cas, l'approche économétrique est nécessaire afin d'établir la relation statistique entre les produits et les différents types d'intrants parmi lesquels on peut inclure la recherche.

Une estimation économétrique de l'impact de la recherche saisit l'effet additif (marginal) sur la production de chaque unité monétaire dépensée dans la recherche pendant la période d'étude. Puisqu'il est très difficile de distinguer l'impact de la recherche des autres facteurs tels que les prix d'intrants, la pluviométrie, la formation des agriculteurs, ces études sont spécifiquement entreprises uniquement s'il existe beaucoup de données. En plus, l'impact estimé peut être excessivement sensible à la spécification des formulations mathématiques utilisées pour estimer les paramètres d'impact. Donc, la méthode économétrique est

normalement plus appropriée aux études académiques et n'est pas utilisée dans les contextes où les données sont limitées et les besoins de résultats urgents.

Les méthodes de programmation

Une critique importante de toutes les méthodes déjà examinées est qu'elles offrent très peu de directives sur le choix des technologies ou activités de recherche les plus appropriées. Dans l'approche de programmation, les chercheurs essaient d'identifier la meilleure ou les meilleures activités ou techniques parmi une série d'alternatives. Ceci se fait en spécifiant un modèle mathématique qui quantifie l'objectif et les contraintes, par exemple, pour maximiser quelque chose tout en prenant en compte d'autres choses. Beaucoup de différents types de modèles sont disponibles: les plus simples sont les modèles de programmation linéaire, mais une multitude d'autres types de modèles peuvent également être développés afin de simuler des situations particulières. Des progrès dans la technologie informatique ont rendu l'utilisation de ces modèles bien plus faciles aujourd'hui qu'ils ne l'étaient dans le passé, mais ils restent plus complexes et généralement plus intensifs du point de vue de données que l'approche du surplus économique.

Les modèles de programmation peuvent représenter les choix d'une exploitation, d'une région ou d'un secteur de l'économie. Ou bien, ils peuvent représenter les choix d'un gouvernement ou d'un organisme de recherche. L'objectif dans le cas d'un organisme de recherche peut être de maximiser son impact en termes de surplus économique provenant de ses activités, compte tenu des contraintes de personnel et d'autres ressources, et les probabilités de succès de certains types de recherche. Un tel modèle serait en fait basé sur les évaluations d'impact *ex-ante* d'une série de projets, afin de choisir la combinaison de projets la plus apte à maximiser le surplus économique total ou à atteindre les autres objectifs des décideurs.

Les modèles de programmation sont le plus souvent utilisés pour représenter les décisions au niveau de l'exploitation, afin de montrer comment une ou plusieurs nouvelles technologies affectent le fonctionnement de l'exploitation. Un tel modèle spécifierait les objectifs et les contraintes des agriculteurs et serait exécuté avec et sans la disponibilité de la nouvelle technologie. Dans sa forme la plus simple et commune, le modèle de programmation peut spécifier l'objectif de maximiser le profit, et les contraintes seraient la disponibilité de la terre, la main-d'œuvre, le bétail et les autres intrants. Le modèle avec les nouvelles techniques montre comment leur utilisation modifie l'utilisation de chaque facteur, et modifie la production des autres produits.

Les approches économétriques et de programmation pour l'évaluation de l'impact sont essentielles dans certaines situations, mais généralement demandent un effort de recherche très intensif. Chaque cas typique demande un modèle spécial, des données et des analyses spécifiques. L'approche du surplus économique, par contre, offre un cadre d'analyse simple qui peut être adapté à une grande diversité de problèmes, produisant des résultats utiles avec relativement peu de données. A travers l'analyse, des exemples et des exercices informatisés fournis avec ce manuel, les chercheurs avec peu d'expérience en analyse économique pourraient être équipés pour exécuter des études d'impact économique efficaces. De cette façon, des scientifiques de toute discipline peuvent largement contribuer à rendre plus visible leur travail et ainsi assurer la continuation de leur recherche de grande qualité dans les années futures.

ANNEXE: INSTRUCTIONS POUR LES EXERCICES SUR SUPPORTS INFORMATIQUES

La section qui suit donne les instructions détaillées pour compléter les trois exercices informatisés.

Les données des trois exemples présentés dans ces instructions apparaissent exactement de la même façon dans les fichiers tableurs "exemple1.wk1", "exemple2.xls" et "exemple3.xls". Les cellules de couleur nuancée contiennent déjà les formules correctes.

En traitant les exercices sur votre propre ordinateur, votre objectif devrait être de reproduire les résultats qui se trouvent dans ces cellules de couleur nuancée, en utilisant les formules indiquées dans le texte.