

Étude scientifique: Fertiliser les cultures pour améliorer la santé des hommes

Résumé

Tom W. Bruulsema, Patrick Heffer, Ross M. Welch, Ismail Cakmak et Kevin Moran

T.W. Bruulsema est Directeur, Northeast North America Program, International Plant Nutrition Institute, Guelph, Ontario, Canada; tom.bruulsema@ipni.net

P. Heffer est Directeur, Agriculture Service, International Fertilizer Industry Association, Paris, France; pheffer@fertilizer.org

R.M. Welch est Lead Scientist, Robert W. Holley Center for Agriculture and Health at Cornell University, Ithaca, New York, USA; rmw1@cornell.edu

I. Cakmak est Professeur, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Sabanci University, Istanbul, Turkey; cakmak@sabanciuniv.edu

K. Moran est Directeur de Yara's Foliar and Micronutrient Competence Centre, Yara Pocklington (UK) Ltd, Manor Place, Pocklington, York, UK; Kevin.Moran@yara.com



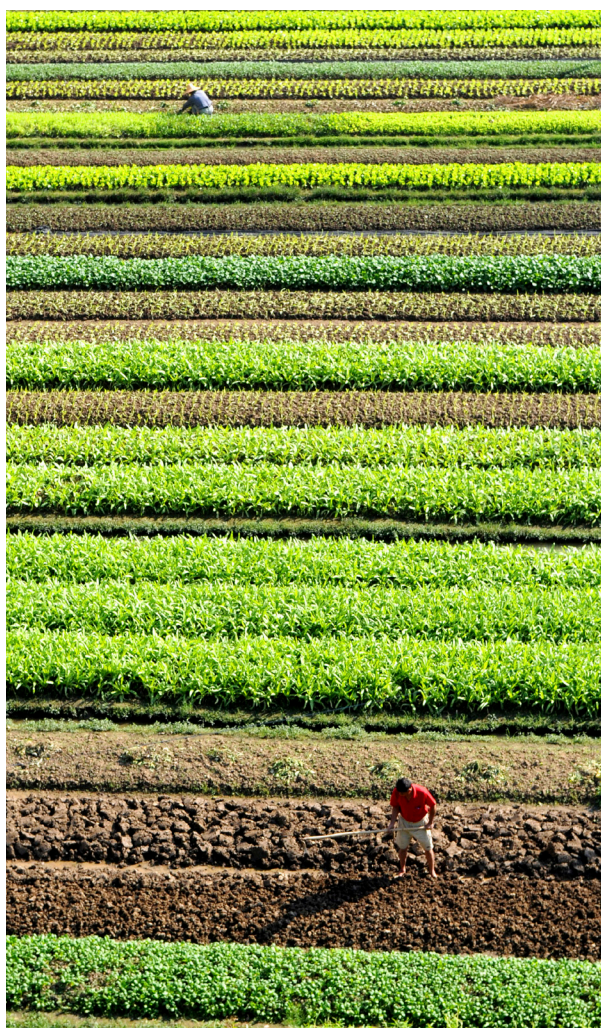
Une part importante de l'humanité dépend, pour se nourrir, des progrès des productions agricoles permises par l'apport d'engrais aux cultures. Les engrais contribuent tant à la quantité qu'à la qualité de la nourriture produite. Utilisés de manière raisonnée – la juste dose et le produit le mieux adapté ainsi que la date optimale et la bonne localisation de l'apport – ils contribuent immensément à la santé et au bien-être de l'humanité.

Depuis 1948, la santé des hommes est définie par l'Organisation Mondiale de la Santé de la manière suivante : « un état de complet bien-être physique, mental et social et ne consiste pas seulement en une absence de maladie ou d'infirmité. » Cette définition nous fait prendre conscience que la responsabilité de la santé humaine n'est pas uniquement restreinte à la médecine, mais s'étend à de nombreuses autres disciplines. La remise du Prix Nobel de Paix, en 1970, au Dr Norman Borlaug souligne le lien qui peut être fait entre l'agronomie et cette conception de la santé humaine.

L'utilisation croissante d'engrais dans les cultures a stimulé les rendements à l'hectare, augmentant l'offre globale de nourriture, mais a également contribué à une meilleure qualité des aliments, plus riches en oligoéléments essentiels. L'intensification de cultures plus exigeantes en engrais a également permis de faire évoluer la diversité des récoltes pour mieux répondre aux besoins nutritionnels des hommes.

Chez l'homme, santé et nourriture sont indissociables. La mission de l'agriculture ne se limite pas à la seule production de matières premières alimentaires, elle doit produire des aliments favorisant la santé et l'utilisation d'engrais permet cette mission. Le développement d'une agriculture durable et de la fertilisation raisonnée doivent toujours plus se concentrer sur l'amélioration de la santé des hommes, afin de garantir à tous une vie saine et productive dans le contexte de croissance de la population mondiale.

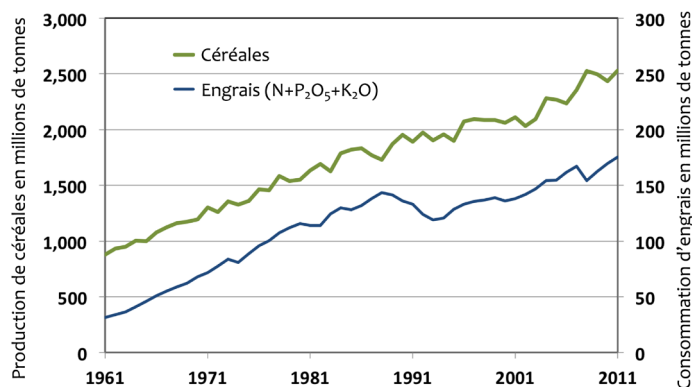
Les engrais apportent déjà beaucoup à la santé des hommes, mais ils pourraient jouer un rôle encore plus crucial. Le développement durable impose une vision qui va au-delà des considérations immédiates et importantes de productivité et rentabilité à l'échelle de l'exploitation agricole pour inclure la conception de solutions permettant d'améliorer la nutrition humaine. Cette étude ambitionne de réunir les connaissances précises sur les multiples liens entre cultures de qualité et santé humaine. L'approche raisonnée de la fertilisation qui détermine la juste dose et le produit le mieux adapté ainsi que la date optimale et la bonne localisation de l'apport devra inclure ces liens comme étant une de leurs caractéristiques à part entière.



istockphoto

Sécurité alimentaire et nutritionnelle

On parle de **sécurité alimentaire** lorsque toute la population a, sans limitation dans le temps, un accès physique, social et économique à une nourriture suffisante en quantité, sûre et suffisamment nutritive. La sécurité nutritionnelle se définit, quant à elle, par le fait de pouvoir bénéficier, dans son alimentation, des éléments nécessaires et adaptés permettant une vie saine et active (Food and Agriculture Organization, 2009).



Graphique 1. Evolution de la production de céréales et de la consommation d'engrais au niveau mondial de 1961 à 2011 (FAO 2012, IFA 2012).

Entre 1961 et 2008, la population mondiale est passée de 3,1 à 6,8 milliards. Dans la même période, la production céréalière mondiale a progressé de 900 à 2,500 millions de tonnes (graphique 1) ; cette croissance s'explique essentiellement par le progrès des fertilisants dans l'agriculture ; leur consommation est passée de 30 à 150 millions de tonnes durant la période. Sans les engrais, la production céréalière mondiale n'atteindrait que 50 % du niveau actuel (Erisman et autres, 2008).

En doublant la quantité d'azote et de phosphore dans la biosphère, l'utilisation d'engrais a joué un rôle crucial, rendant possible l'accès des hommes à la nourriture. Pourtant, tous n'y ont pas accès. En 2009, un sixième de la population mondiale souffraient de la faim. D'ici 2050, selon la FAO, la population exigera une augmentation de 70 % de la production agricole mondiale par rapport au niveau de la période 2005 - 2007 (FAO, 2012). Les progrès des rendements attendus avec l'amélioration génétique dépendront toujours du renouvellement des éléments nutritifs consommés, ce par l'utilisation, aussi efficacement que possible, de toutes les sources envisageables qu'elles soient organiques ou minérales.

Sécurité nutritionnelle. En plus des rendements, la nutrition végétale influence d'autres composants importants des besoins nutritionnels humains, notamment les quantités et les types de glucides, de protéines, d'huiles, de vitamines et de minéraux. Beaucoup de composants clés pour la santé dans la nourriture sont stimulés par l'application d'éléments nutritifs minéraux. Comme la plupart des exploitants agricoles utilisent les fertilisants d'abord pour optimiser leurs rendements, les répercussions décrites ci-dessus sont aisément oubliées.

La présence d'oligoéléments importants pour la nutrition humaine peut être optimisée dans le régime alimentaire par un apport aux cultures vivrières. On n'a pas su donner l'impulsion nécessaire pour accompagner la croissance démographique par une amélioration des rendements et de la qualité nutritionnelle des cultures vivrières. Garantir la compétitivité de ces cultures face à celle des céréales passe par des politiques de soutien aux agriculteurs ayant fait le choix de favoriser la production de ces éléments nutritifs cruciaux pour la santé des hommes.

Le **sous-apport d'oligoéléments** a cru, notamment parce que le progrès des cultures céréalières de base a été privilégié. La Révolution verte n'a pas vraiment favorisé les cultures riches en nutriments en particulier les légumes secs. Étant devenus relativement plus chers, leur part dans les régimes alimentaires des populations pauvres en malnutrition a diminué.

Le renforcement biologique des cultures se trouve être une stratégie efficace pour combattre les carences en fer, en vitamine A et en zinc pour une grande partie de la population affectée. Le choix d'approches génétiques et/

ou agronomiques d'un tel renforcement est lié aux microéléments nutritifs. Les deux approches pouvant être complémentaires et offrant des synergies.

Dans les cultures vivrières, les approches génétiques offrent plus de résultats pour le fer et la vitamine A, tandis que les approches agronomiques incluant les engrais peuvent stimuler les niveaux de zinc, d'iode et de sélénium dans les aliments. Alors que les carences en iode et sélénium ne limitent pas la croissance des plantes, la correction d'un manque de zinc peut être profitable aux cultures comme à ceux qui les consomment. Apporter du zinc et du sélénium aux céréales améliore tant la biodisponibilité de ces oligoéléments que leur concentration. Choisir le bon moment pour l'application foliaire de ces oligoéléments nutritifs apparaît être une pratique agronomique clé pour maximiser l'accumulation des substances nutritives, comme le zinc dans les grains. Selon les résultats obtenus par l'expérimentation au champ, la pulvérisation foliaire tardive de zinc dans la période de croissance des graines aboutit à une augmentation beaucoup plus massive de la concentration de zinc dans le grain par rapport à une application foliaire antérieure. Cela se manifeste particulièrement dans la partie endosperme* du grain de blé qui, le plus généralement, est utilisée dans l'alimentation. Dans le monde, une grande partie des sols est déficiente en zinc (tableau 1) et la part des hommes ayant des carences potentielles en zinc, bien qu'inégale selon les régions, est aussi substantielle (tableau 2).

* L'endosperme est, pour chaque céréale, la partie du grain contenant les réserves en glucides, protéines incomplètes et, en très petite quantité, en vitamines et minéraux.

Tableau 1. Part des sols souffrant d'un manque d'éléments minéraux (d'après une étude de 190 sols dans le monde entier – Sillanpaa, 1990).

Element	%
N (azote)	85
P (phosphore)	73
K (potassium)	55
B (bore)	31
Cu (cuivre)	14
Mn (manganèse)	10
Mo (molybdène)	15
Zn (zinc)	49

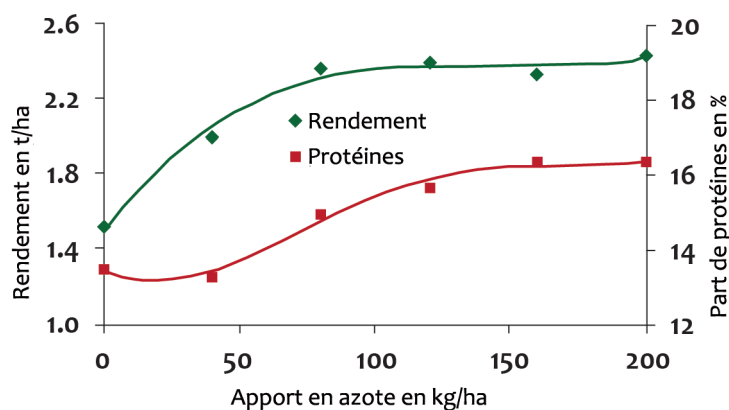
Tableau 2. Part estimée la population risquant des carences en zinc (Hotz et Brown, 2004).

Zones	part de la population en %
Afrique du Nord et Est du bassin méditerranéen	9
Afrique subsaharienne	28
Amérique latine et Caraïbes	25
Etats-Unis et Canada	10
Europe de l'Est	16
Europe de l'Ouest	11
Asie du Sud-Est	33
Asie du Sud	27
Chine (dont Hong Kong)	14
Ouest du Pacifique	22
Monde entier	21

Nutriments utiles

Le calcium, le magnésium et le potassium sont des éléments nutritifs essentielles à l'homme. Le rôle principal de ces éléments minéraux est semblable chez l'homme comme chez la plante, à l'exception notable du rôle clé joué par le calcium pour les os et les dents. Leur teneur dans la plante est liée à l'apport qui en est fait aux sols. Ainsi, en plus d'assurer l'optimisation des récoltes, la fertilisation peut contribuer à atteindre la quantité de ces minéraux recommandée dans la nutrition humaine. Les carences en calcium apparaissent dans des pays où les régimes alimentaires reposent essentiellement sur les grains raffinés ou le riz (au Bangladesh et au Nigeria, notamment). Le niveau d'apport idéal en magnésium n'est pas clairement établi, toutefois, des études indiquent qu'un nombre important d'adultes, même aux États-Unis, n'en absorbe pas suffisamment. De même, aucun apport journalier recommandé en potassium n'a été défini, mais seulement 10 % des hommes et moins de 1 % de femmes aux États-Unis absorbent la quantité suffisante de 4,7 g. par jour.

Glucides, protéines et huiles. L'apport d'azote aux céréales augmente, à la fois, la quantité de protéines produite et leur rendement. Pour le riz, si l'azote a des effets positifs sur le rendement, il augmente légèrement la teneur en protéines et la qualité de celles-ci ; la glutéline ainsi favorisée étant davantage concentrée en acides aminés limitant, la lysine fabrique alors les autres protéines. Pour le maïs et le blé, la quantité de protéines peut augmenter avec des taux d'azote dépassant les seuils nécessaires à un rendement optimum, mais l'amélioration de la valeur nutritionnelle peut être limitée par la faible concentration en lysine, acide aminé essentiel.



Graphique 2. Evolution du rendement et de la quantité de protéines en fonction de l'apport en azote pour le blé.

Le maïs de protéines de qualité (QPM) fruit de la sélection génétique fait exception : sa teneur en lysine reste élevée avec une plus grande quantité d'azote apportée. Pour la pomme de terre, l'azote augmente l'amidon et la concentration de protéines tandis que le phosphore, le potassium et le soufre améliorent la valeur biologique des protéines. La part en matières grasses dans les cultures évolue peu avec la fertilisation, même si la part d'huile générée augmente à chaque fois que l'on circonscrit les freins au rendement que sont les carences en éléments nutritifs.

Les outils de pilotage permettant d'établir le bon dosage d'azote au bon endroit et au bon moment aideront à renforcer la contribution de l'engrais à la production des protéines utiles à la santé, des huiles et des glucides. Les améliorations génétiques combinées à l'efficacité d'utilisation de l'azote doivent faire l'objet d'une grande attention afin de pouvoir améliorer la quantité et la qualité des protéines dans les céréales. Les pratiques de pilotage de l'usage des éléments nutritifs telles que l'application foliaire tardive ou les techniques de diffusion contrôlée peuvent, toutefois, stimuler la disponibilité de l'azote pour la production de protéines tout en minimisant les pertes liées à un excédent d'azote.

L'impact sur la santé des fruits et légumes

Les résultats scientifiques provenant de nombreuses sources ont démontré que la gestion judicieuse de l'application des engrais pouvait à la fois augmenter la productivité et la valeur marchande des fruits et légumes comme leurs effets sur la santé. Les concentrations de caroténoïdes (provitamines A) ont tendance à augmenter avec la fertilisation azotée, tandis que la concentration en vitamine C diminue. L'application foliaire de potassium et de soufre améliore la douceur, la texture, la couleur, la teneur en vitamine C et beta-carotène et le contenu en acide folique du melon cantaloup. Pour le pamplemousse rose, l'application foliaire supplémentaire de potassium accroît la concentration en beta-carotène et en vitamine C. Plusieurs études sur la banane ont rapporté des corrélations positives entre la nutrition en



azote et des paramètres de qualité du fruit comme le taux de sucre et d'acide ascorbique et des corrélations négatives avec l'acidité de fruit.

En plus des effets sur les vitamines, les engrais peuvent influencer les niveaux de composés nutraceutiques dans les récoltes. Le soja cultivé sur les sols pauvres en potassium de l'Ontario (Canada) a un taux d'isoflavones environ 13 % plus élevé avec un apport de potassium. Il a été également démontré que le potassium pouvait promouvoir les concentrations de lycopène dans le pamplemousse et dans la tomate.

Le brocoli et le soja sont, entre autres, des plantes pouvant apporter du calcium et du magnésium à l'homme. Quand leur culture se fait sur des sols acides à fertilité limitée, la quantité de ces minéraux importants peut être stimulée par le chaulage.

Les antioxydants puissants tels que la lutéine et la beta-carotène voient généralement leur teneur s'élever avec la fertilisation azotée. Associés aux vitamines A, C et E, ils peuvent contribuer à diminuer le risque d'apparition de dégénérescence maculaire liée à l'âge (DMLA), l'une des principales causes de cécité.

Réduction des risques

Maladie des plantes. Dans les céréales manquant de cuivre, l'ergot (*Claviceps* sp.) est un exemple d'un risque sur la sécurité alimentaire engendré par une maladie de la plante qui peut être maîtrisée par l'apport de fertilisants à base de cuivre. En immobilisant les éléments nutritifs minéraux et se battant pour les absorber, les pathogènes de la plante réduisent la teneur en minéraux, la qualité nutritionnelle et la sécurité des produits alimentaires issus des végétaux. Si beaucoup d'autres maladies de la plante ont été enrayerées, il y a encore trop peu de données concernant le niveau de nutrition nécessaire à la maîtrise des maladies végétales impactant le plus la sécurité alimentaire.



L'application d'engrais à base de cuivre (cristaux de CuSO_4 à droite) a été un traitement efficace dans des sols enclins à l'ergot.

La gestion de la nutrition des plantes a un impact sur les maladies des végétaux et en permet la maîtrise. Les stratégies visant à réduire ces maladies par la nutrition consistent notamment :

- au développement des variétés absorbant mieux le magnésium,
- à apporter une nutrition équilibrée avec les niveaux optimaux de chaque élément nutritif,
- à porter une attention particulière aux formes et sources adaptées aux cultures (par exemple, le nitrate par rapport à l'ammonium, le chlorure par rapport au sulfate),
- à bien choisir le meilleur moment pour l'apport d'azote offrant les conditions optimales pour l'absorption par la plante et sa croissance,
- à prendre en compte le labour, la rotation des cultures et l'activité biologique des sols.

Organisations agricoles. Les stratégies de nutrition des végétaux appliquées en agriculture biologique diffèrent de celles des autres productions. Quels en sont les impacts sur la salubrité des aliments produits ? En raison de la limitation des ressources en éléments nutritifs, l'agriculture biologique ne peut pas fournir la nourriture suffisante à la population mondiale actuelle et à venir. En outre, la part des catégories de matières premières produites par l'agriculture bio ne correspond pas aux exigences d'une alimentation saine, puisque ce système repose massivement sur l'élevage de ruminants et la culture fourragère pour assurer le cycle des éléments nutritifs. Un régime alimentaire déséquilibré peut engendrer des problèmes de santé par des carences en éléments nutritifs essentiels ou des excès d'autres éléments.

La composition des aliments produits montre les petits changements qui s'expliquent par des réponses physiologiques de la plante à la variation des apports en azote. La vitamine C augmente, mais les vitamines A et B, les protéines et le nitrate diminuent en agriculture bio. Des niveaux plus élevés de nitrates dans les aliments conventionnellement cultivés ne menacent pas la santé des hommes et peuvent même lui être favorables. Les défenseurs de l'agriculture bio ont beau s'intéresser fortement à la qualité de la nourriture, le plus important pour la santé des hommes est bel et bien de se concentrer sur l'approvisionnement en nourriture et la composition des régimes alimentaires.

Réduction de la radioactivité des sols. Lors d'une contamination des sols par des éléments radioactifs, comme cela s'est produit après les accidents de réacteurs nucléaires à Tchernobyl ou Fukushima, limiter l'assimilation de ces éléments par les plantes est clé pour protéger la santé des hommes. Les études conduites sur des sols de la région de Gomel en Biélorussie ont montré que les niveaux de césium 137 et de strontium 90 diminuaient dans les cultures suite à une hausse de la quantité de potassium assimilable, apporté sous forme d'engrais ou de fumier. Les niveaux d'éléments radioactifs ont également baissé avec un apport en calcaire (dolomite) et en engrais azoté et phosphorique. L'engagement de la population rurale dans les processus de réadaptation et de redéveloppement est une façon d'améliorer la qualité de vie de l'ensemble de la population dans des territoires contaminés par la radioactivité.

Synthèse

La présente étude montre le très grand rôle joué par les engrais en améliorant les éléments adaptés à la santé des hommes dans les cultures.

Étant donné le rôle important des engrais dans le développement de la sécurité alimentaire et nutritionnelle, il devient d'autant plus crucial d'investir dans la recherche visant à optimiser les bénéfices associés à leur utilisation. Cette recherche doit soutenir l'adoption des 4R de la démarche de fertilisation raisonnée qui détermine la juste dose et le produit le mieux adapté ainsi que la date optimale et la bonne localisation de l'apport.

Ce concept – défendu par l'industrie de la fertilisation – est juste dans la mesure où il est le plus approprié pour assurer une durabilité économique, sociale et environnementale ; ces trois éléments étant, chacun, essentiel pour la santé des hommes. Associé aux changements stratégiques appropriés des systèmes agricoles - orientés davantage pour répondre à un équilibre alimentaire dont une famille a besoin – l'accent porté à la démarche de fertilisation raisonnée dans la recherche agronomique et l'extension améliorera les bénéfices et minimisera les impacts négatifs potentiels associés à l'utilisation d'engrais.



istockphoto

Déterminer la juste dose et le produit le mieux adapté ainsi que la date optimale et la bonne localisation de l'apport améliore la qualité des cultures.

Références

Erismann, J.W., M.A. Sutton, J. Galloway, Z. Klimont, and W. Winiwarter. 2008. How a century of ammonia synthesis changed the world. *Nature Geoscience* 1:636-639. FAO. 2012. <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx> and <http://www.fao.org/worldfoodsituation/wfs-home/csdb/en/>.

FAO. 2009. The State of Food Insecurity in the World 2009. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/docrep/012/i0876e/i0876e00.HTM>

Hotz, C. and K.H. Brown. 2004. International Zinc Nutrition Consultative Group (IZiNCG), technical document no. 1: Assessment of the risk of zinc deficiency in populations and options for its control. *Food Nutr Bull* 25(1): S94-204.

IFA. 2012. International Fertilizer Industry Association statistics. [Online]. <http://www.fertilizer.org/ifa/Home-Page/STATISTICS>.

Sillanpaa, M. 1990. Micronutrient assessment at the country level: A global study. FAO Soils Bulletin 63. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome.

Plus d'information

Fertilizing Crops to Improve Human Health: A Scientific Review. Bruulsema, T.W., Heffer, P., Welch, M. R., Cakmak, I. and K. Moran. IPNI, IFA, Octobre 2012. 290 pp. Disponible en format livre et pdf.

Fertiliser les cultures pour améliorer la santé des hommes. infographies, Juillet 2013.

Site web IPNI. <http://info.ipni.net/FCIHH>

Site web IFA. www.fertilizer.org/ifa/HomePage/SUSTAINABILITY/Nutrition



Juillet 2013



3500 Parkway Lane, Suite 550
Norcross, GA 30092 USA
Tel: +1 770 447 0335
Fax: +1 770 448 0439
circulation@ipni.net
www.ipni.net



28, rue Marbeuf
75008 Paris, France
Tel: +33 1 53 93 05 00
Fax: +33 1 53 93 05 45/ 47
publications@fertilizer.org
www.fertilizer.org



Union des Industries de la Fertilisation
Le Diamant A, 92909 Paris
La Défense Cedex, France
Tel: +33 1 46531030
Fax: +33 1 46531035
unifageneral@unifa.fr
www.unifa.fr