

biosécurité des cultures et agroterrorisme

une menace, des questions scientifiques et une opportunité : réactiver un dispositif d'épidémiologie

Frédéric Suffert^{a, b}, Marc Barbier^c, Ivan Sache^a, Emilie Latxague^{b, d}

^aINRA-AgroParisTech, UMR 1290 Biologie et gestion des risques en agriculture –

Champignons pathogènes des plantes (BIOGER-CPP), 78850 Thiverval-Grignon

^bINRA-Agrocampus Ouest, UMR1099 Biologie des organismes et des populations appliquée à la protection des plantes (BiO3P), domaine de la Motte, 35653 Le Rheu

^cINRA-AgroParisTech, UMR1048 Systèmes agraires et développement : activités, produits, territoires (SADAPT), 16 rue Claude Bernard, 75231 Paris

^dINRA, UAR1241 Prospective, 147 rue de l'Université, 75338 Paris cedex 07

fsuffert@grignon.inra.fr ; barbier@grignon.inra.fr ; sache@grignon.inra.fr ; emilie.latxague@paris.inra.fr

Les 27 et 28 novembre 2007 s'est tenu à Paris un colloque consacré à la biosécurité des cultures et à l'agroterrorisme (European Crop Biosecurity Workshop), organisé par l'INRA dans le cadre d'un projet financé par l'Union européenne (encadré 1). Nous revenons à cette occasion sur la question des risques liés à l'utilisation volontaire d'agents phytopathogènes, abordée dans un précédent article du *Courrier de l'environnement de l'INRA* (Suffert, 2002).

Un état des lieux

L'agroterrorisme (bioterrorisme anti-cultures et emploi d'armes biologiques contre des végétaux¹) peut être défini comme l'utilisation délibérée et malveillante de bioagresseurs (agents phytopathogènes ou insectes phytophages) par un individu, une organisation ou un État, dans le but de provoquer des dommages aux plantes (cultures, arbres, denrées agricoles) ou d'affecter l'emploi qui pourrait en être fait (production, commercialisation, transformation, consommation) (Latxague *et al.*, 2007). La crainte que des agents biologiques puissent être utilisés contre des végétaux n'est pas irrationnelle (Foxwell, 2001 ; Wheelis *et al.*, 2002). Chacun peut faire le parallèle entre les conséquences désastreuses de grandes épidémies « naturelles » (par exemple les famines résultant d'attaques de pomme de terre par *Phytophthora infestans* en Europe entre 1845 et 1849 et de riz par *Bipolaris oryzae* au Bengale en 1942) et l'impact potentiel d'épidémies « délibérées » provoquées (répercussions sociales, économiques et politiques) (Strange et Scott, 2005 ; Suffert, 2002). Depuis un siècle, les conséquences des crises phytosanitaires ont néanmoins évolué en Europe : le risque de pénurie alimentaire a laissé la place à un risque économique et financier. Dans le contexte de la mondialisation des échanges de produits agricoles, la menace d'introduction accidentelle de

1. Pris dans son acception la plus large, l'agroterrorisme inclut également le bioterrorisme anti-bétail, que le présent article n'aborde pas.

Encadré 1. Le projet CropBioterror

L'action concertée CropBioterror, financée par l'Union européenne dans le cadre du sixième Programme cadre de recherche et développement (PCRD) entre 2005 et 2008, a été animée par un groupe de réflexion sur la biosécurité des cultures et l'agroterrorisme, constitué de scientifiques de différents pays européens (Italie, France, Royaume-Uni et Allemagne), auxquels ont été associés Israël et les États-Unis. L'INRA était représenté par des chercheurs des départements Santé des plantes et environnement (Frédéric Suffert et Ivan Sache, UMR BIOGER-CPP, Versailles-Grignon ; Emilie Latxague et Didier Andrivon, UMR BiO3P, Le Rheu), Écologie des forêts, prairies et milieux aquatiques (Jean Pinon, UR Pathologie Forestière, Nancy), et Sciences pour l'action et le développement (Marc Barbier et Julie Boumrar, UMR SADAPT, Paris-Grignon). Le groupe a fait des propositions visant à mieux définir, évaluer et maîtriser les risques d'agroterrorisme. Une liste préliminaire de 50 agents pathogènes qui pourraient représenter une menace pour les cultures et les forêts européennes a été élaborée. Une typologie des actes potentiels d'agroterrorisme, un schéma d'évaluation du risque adapté à l'utilisation intentionnelle de neuf ces agents (voir tabl. 2) et une démarche prospective ont été développés (Latxague *et al.*, 2007). Les partenaires de l'action concertée ont réalisé un état des lieux des méthodes de détection actuellement disponibles pour les 50 agents pathogènes sélectionnés (Henry, 2007) et étudié les stratégies d'éradication, d'enrayement ou de suppression selon les caractéristiques des agents pathogènes impliqués et la précocité de l'alerte (Gamliel, 2007). Ces résultats ont été présentés lors d'un colloque (European Crop Biosecurity Workshop) organisé par l'INRA à Paris les 27 et 28 novembre 2007, auquel ont participé une trentaine de personnes issues de la plupart des familles professionnelles concernées par le domaine de la biosécurité agricole. Un Livre blanc de réflexions et recommandations a été transmis à la Commission européenne. Une réponse a également été élaborée dans le cadre du Livre vert de l'Union européenne (consultation sur la manière de réduire les risques de bioterrorisme).

maladies causées par des parasites de quarantaine (à laquelle tente de répondre une législation internationale de plus en plus « élaborée ») contribue à l'émergence d'un nouvel ordre bio-géopolitique (Semal, 1982 ; Castonguay, 2005). L'agroterrorisme, un élément constitutif de ce nouvel ordre, doit être pris en compte : il est à la fois factuel (car faisant référence à un enjeu ordinaire, la protection des cultures, et à une discipline scientifique reconnue, l'épidémiologie végétale) et irrationnel (car faisant référence à un risque imprécis, diffus, inobservable dans le cas des cultures, bien que la menace générique du « bioterrorisme » ne soit pas contestée). Cette dimension hybride (Barbier, 2007) explique pourquoi le risque est mal identifié et généralement appréhendé sous un angle historique (Whitby, 2002) plutôt que comme une question d'actualité.

Pour certains, ni les programmes militaires anti-cultures conduits au milieu du XX^e siècle, basés sur des scénarios aujourd'hui dépassés, ni la posture sécuritaire des États-Unis en réponse au terrorisme international, ne sauraient justifier la pertinence de la menace. Dans les faits, il est fréquent qu'elle soit considérée comme irréaliste, suscitant l'incompréhension et parfois le dédain. Chacun est libre d'avoir cette appréciation, mais personne ne peut raisonnablement affirmer qu'un risque est négligeable sans qu'il n'ait été au préalable identifié, caractérisé et évalué. L'inconvénient est que ce flou conceptuel autorise plusieurs niveaux de lecture de la « menace agroterroriste » ; de ces différents niveaux de lecture dépend la façon dont elle est perçue, et donc la nature des questions de recherche qui en découlent. Enfin, en tenant compte des apprentissages collectifs des crises sanitaires récentes (Barbier et Joly, 2001), un tel centrage sur la question de la « réalité » de la menace conduit à explorer les cadres cognitifs à travers lesquels elle est abordée et les formes d'organisation de la production de connaissances.

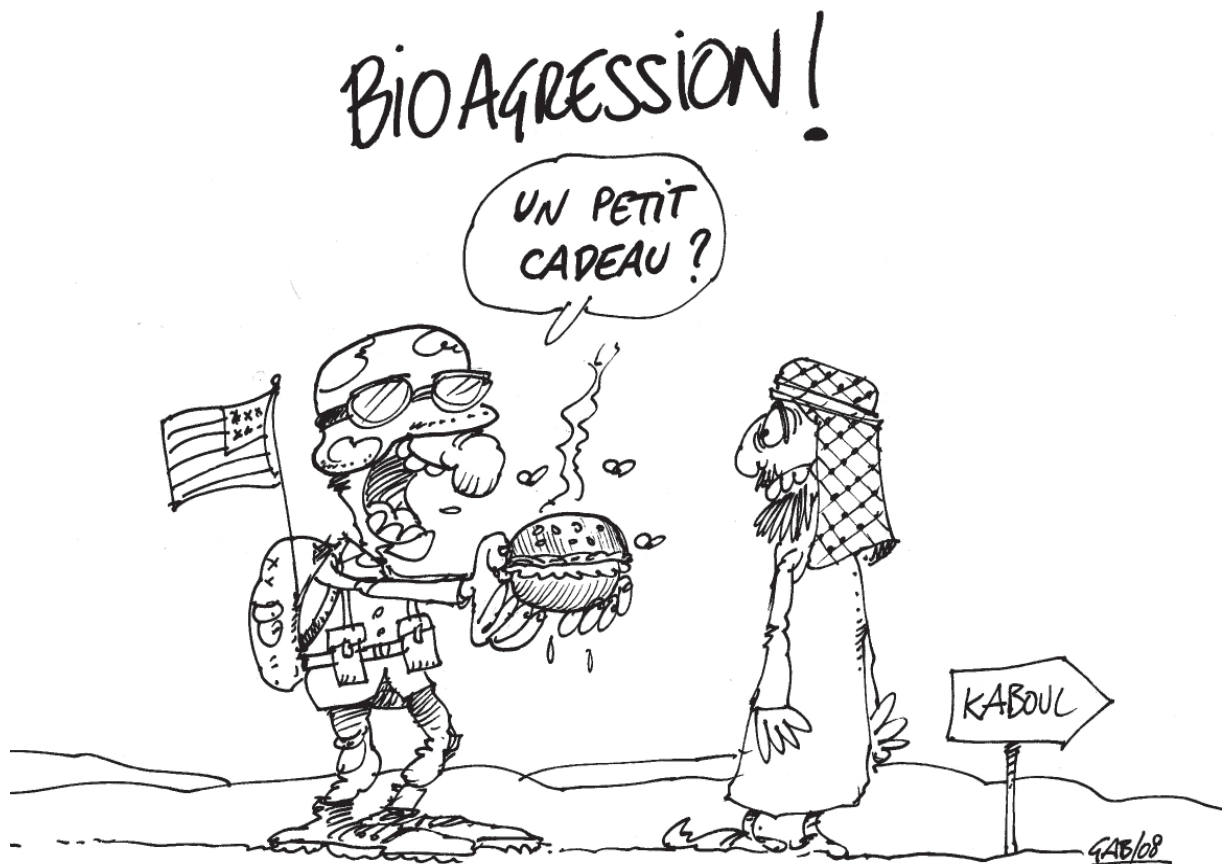
Destruction de cultures et pénurie alimentaire : un scénario qui a la vie dure

Une typologie des actes d'agroterrorisme a été récemment proposée (Latxague *et al.*, 2007) : guerre biologique (action militaire ou terrorisme d'État), bioterrorisme (action non étatique perpétrée par un individu ou une organisation), et biocrime (action criminelle générant localement un gain économique pour ses auteurs). Le premier type d'action, dont l'objectif est la destruction de cultures afin de créer une pénurie alimentaire pour affaiblir un État adverse, est le scénario le plus souvent évoqué. Pendant la Seconde Guerre mondiale, puis pendant la Guerre froide, plusieurs programmes de recherches militaires ont effectivement impliqué des ravageurs de cultures alimentaires : le doryphore (*Leptinotarsa decemlineata*) et le mildiou de la pomme de terre (*Phytophthora infestans*), la pyriculariose du riz (*Magnaporthe grisea*), la rouille brune et la rouille noire du blé (respectivement *Puccinia triticina* et *P. graminis* f. sp. *tritici*) (tabl. 1) (Madden et Wheelis, 2003 ; Suffert, 2003). La

Tableau 1. Bioagresseurs, cultures cibles et auteurs des actes de menace agroterroriste au cours du XX^e siècle (d'après Foxwell, 2001 ; Madden et Wheelis, 2003 ; Suffert, 2003 ; Zilinskas, 1999).

Bioagresseur	Culture cible	Date	Aire géographique visée	Auteur potentiel ^a	Nature de l'acte ^b	Véracité ^c
<i>Puccinia triticina</i>	Blé	1950	États-Unis	Union Soviétique	BW2	++
		1950	Union Soviétique	États-Unis	BW2	++
		2000	États-Unis, Europe	Al-Qaida (en Afghanistan)	BT1	+
<i>Puccinia graminis</i> f. sp. <i>tritici</i>	Blé	1950	États-Unis	Union Soviétique	BW2	++
		1950	Corée	États-Unis	BW2	++
<i>Tilletia tritici</i>	Blé	1980	Iran	Irak	BW2	++
<i>Tilletia laevis</i>	Blé	1980	Iran	Irak	BW2	++
<i>Aspergillus</i> sp. (<i>aflatoxine</i>)	Blé	1980	Iran	Irak	BW2	+
<i>Cochliobolus miyabeanus</i>	Riz	1940	Japon	États-Unis	BW2	++
<i>Magnaporthe grisea</i>	Riz	1940	Japon	États-Unis	BW2	++
		1940	Chine	Japon	BW2	++
		1950	?	Union Soviétique	BW2	+
<i>Phytophthora infestans</i>	Pomme de terre	1940	Allemagne	France	BW2	++
		1950	?	États-Unis, Canada	BW2	++
		1950	?	Union Soviétique	BW2	++
<i>Leptinotarsa decemlineata</i>	Pomme de terre	1940	France	Allemagne	BW2	+
		1940	Allemagne	Royaume-Uni	BW2	+
<i>Puccinia melanocephala</i>	Canne à sucre	1970	Cuba	États-Unis	BW2	-
<i>Peronospora tabacina</i>	Tabac	1970	Cuba	États-Unis	BW2	-
<i>Thrips palmi</i>	Divers	1990	Cuba	États-Unis	BW2	-
<i>Hemileia vastatrix</i>	Café	1950	Guatemala	États-Unis	BW2	
<i>Crinpellis perniciososa</i>	Cacao	1980	Brésil		BW2	
<i>Diabrotica virgifera</i>	Maïs	2000	Europe	États-Unis	BC3	-
<i>Pleospora papaveracea</i>	Pavot à opium	1990	Asie Centrale (Afghanistan)	ONU (UNDCP ^d), OTAN, États-Unis, Royaume-Uni	BW3	++
<i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>erythroxyli</i>	Cocaïer	2000	Amérique du Sud (Colombie)	États-Unis, Colombie	BW3	++
<i>Melampsora larici-populina</i>	Mélèze	1990	Europe (France, Royaume-Uni)	Écoguerriers (en Europe)	BT2	+
<i>Melampsora pini</i>	Pin	1990	Europe (France, Royaume-Uni)	Écoguerriers (en Europe)	BT2	+

a. État, organisation ou individu ayant envisagé de perpétrer un acte d'agroterrorisme (bioterrorisme anti-cultures ou emploi d'armes biologiques contre des végétaux).
 b. BW = guerre biologique (*biowarfare*), BT = bioterrorisme (*bioterrorism*), BC = biocrime (*biocrime*). Les numéros correspondent à des scénarios détaillés dans le tableau 2.
 c. Crédit à accorder à l'information : ++ pour une intention avérée (internationalement reconnue) ; + pour une intention probable (considérée comme vraisemblable) ; - pour une allégation (considérée comme probablement fausse).
 d. United Nations International Drug Control Program.



signature de la Convention sur l'interdiction des armes biologiques et à toxines (CABT) en 1972, bien que ne prenant pas officiellement en compte les agents pathogènes portant atteinte au bétail et aux récoltes, a coïncidé avec la mise en sommeil des principaux programmes d'armement biologique américains et soviétiques (Whitby, 2002). Plus récemment, des inspections menées par des experts des Nations Unies (CSNU) ont établi que l'Irak avait testé, puis envisageait d'utiliser, les champignons *Tilletia tritici* et *T. laevis* (carie du blé) pendant le conflit contre l'Iran dans les années 1980. Depuis, la menace « alimentaire » s'est progressivement effacée au profit d'une menace internationale plus « économique » et « sociale ».

De nouvelles menaces bio-géopolitiques : info ou intox ?

Outre ces programmes militaires (avérés mais officiellement jamais appliqués), quelques États ont affirmé avoir été la cible d'attaques anti-cultures : utilisation de la rouille du caféier (*Hemileia vastatrix*) en Amérique centrale dans les années 1980 pendant la révolution sandiniste (pour affecter la production de café destiné à être exporté), et plainte de Cuba à l'encontre des États-Unis au sujet de l'utilisation de la rouille de la canne à sucre² (*Puccinia melanocephala*), du mildiou du tabac (*Peronospora tabacina*) et de *Thrips palmi* (tabl. 1). Ces allégations n'ont jamais été confirmées. Plus récemment, un ancien directeur des services de la protection des végétaux yougoslave a remis en cause le caractère accidentel de l'introduction en Europe au début des années 2000 de la chrysomèle du maïs (*Diabrotica virgifera*) et a suggéré qu'il pourrait s'agir d'un acte de sabotage économique – et donc d'agroterrorisme – perpétré par les États-Unis³. Une fédération française

2. Voir également le 32^e épisode de la série télévisée américaine « Hawai Police d'État » (1969) intitulé « Sweet terror ».

3. Cette allégation a été relayée dans le *Courrier de l'environnement de l'INRA* (n°48, 2003) sous le titre « Terreur entomologique ». Dans l'article « Rambling rootworms prompt agroterrorism claims » paru dans *The Scientist* (n°17, 2003), l'entomologiste Ted Agres juge plausible le transport accidentel de *D. virgifera* par avion entre deux aéroports proches de parcelles de maïs, et qualifie ces accusations envers les États-Unis de « plaisantes ».

d'associations écologistes a relayé cette allégation⁴ en se référant à la très sérieuse étude scientifique de Miller *et al.* (2005a). Enfin, une information émanant des services de renseignement américains a fait état de la découverte en 2002 dans des caves en Afghanistan de documents indiquant que l'organisation terroriste Al-Qaida ciblerait l'agriculture américaine.

Sur un site Internet en sommeil depuis quelques années, mais toujours accessible, un groupuscule d'écoguerriers (écologistes extrémistes adeptes de méthodes « musclées », que l'on pourrait qualifier d'écoterroristes) suggère d'utiliser des agents phytopathogènes pour lutter contre « l'introduction d'essences étrangères envahissantes » (en l'occurrence mélèzes et pins). Ils proposent d'introduire la rouille du peuplier (*Melampsora larici-populina*) dans une zone où sont à la fois présents des mélèzes et des peupliers, le parasite ayant besoin de ces deux essences pour boucler son cycle de reproduction⁵. L'idée est d'autant plus intéressante (ou effrayante, c'est selon...) qu'elle semble s'appuyer sur des connaissances scientifiques (implication d'un hôte écidien dans le cycle épidémique, qui complique en général la stratégie de lutte contre une maladie). Les écoguerriers estiment que ce « mode d'action biologique serait très efficace sur les peuplements homogènes » ; ils font en réalité un contresens, car leur compréhension du cycle est erronée : les dommages concernent seulement le peuplier car le mélèze héberge la rouille sans en pâtir. En pratique, une telle contamination délibérée passerait donc certainement inaperçue.

La lutte contre les cultures de plantes narcotiques illicites à l'aide de mycoherbicides a fait l'objet de programmes de recherches internationaux financés par l'ONU et les États-Unis à la fin des années 1990. Ceux-ci visaient notamment à optimiser la production d'inoculum en conditions contrôlées et à accroître l'agressivité de souches de *Fusarium oxysporum* f. sp. *erythroxyli*, pathogène du cocaïer (Connick *et al.*, 1998), et de *Pleospora papaveracea*, pathogène du pavot (O'Neill *et al.*, 2000) ; les cibles présumées étaient respectivement des régions d'Amérique du Sud et d'Asie centrale contrôlées par des narcotrafiquants. Prendre en compte la finalité de ce type d'action (moralement désirable) pour la légitimer ne suffit pas à l'exclure du champ des scénarios possibles d'agroterrorisme. D'un point de vue strictement biotechnique, la « guerre biologique » est identique à la « lutte biologique⁶ » ; les actions sont toutes les deux définies comme étant l'utilisation volontaire d'un parasite pour affecter une plante. Tout dépend de la position adoptée : les États « agroterroristes » peuvent reconnaître que l'espèce à éradiquer est une « mauvaise herbe » parce qu'illicite, à la différence des États cibles qui la considèrent comme une culture à part entière⁷. Que peut-on (et doit-on) qualifier d'agroterrorisme ?

4. Une lettre ouverte du président de France Nature Environnement (FNE) adressée au Premier ministre français le 1er décembre 2005 a demandé « l'ouverture d'une enquête administrative qui permette d'éclaircir les modalités d'arrivée de ces chrysomèles du maïs en Europe, sans écarter l'hypothèse d'une introduction volontaire de ces insectes sur le territoire national (...). Il avait été assumé que la propagation des parasites s'était faite, en Europe, à partir du foyer d'Europe de l'Est. Grâce à une étude génétique des microsattellites, Miller *et al.* montrent tout au contraire, et très clairement, qu'au moins deux des populations d'Europe de l'Ouest proviennent, non pas du foyer serbe initial, mais bien directement d'Amérique du Nord (...). Pour qu'une situation telle que décrite dans *Science* se produise, à savoir, au moins trois introductions viables en seulement dix ans, dont deux en deux ans, il faut qu'arrivent, en ayant échappé aux insecticides et aux rigueurs des conditions de soutes, des couples capables de trouver rapidement des conditions adéquates à la fécondation, ou des femelles déjà fécondées, que ces insectes arrivent à une saison propice et dans un lieu permettant de pondre, etc. ». Le doute que suscite une telle réflexion, légitime car scientifiquement étayée, ne saurait évidemment être dissipé par une simple enquête « administrative » (<http://members.aol.com/guerriers/site/ecoguerrier.html>).

5. « Une autre perspective pleine d'avenir est à approfondir : l'introduction de champignons ou d'insectes ravageurs qui pourraient par exemple détruire un peuplement pur de résineux (...). Les rouilles, champignons redoutables, présentent une particularité biologique qui les contraint, pour boucler leur cycle, de vivre en alternance sur deux essences distinctes. Le *Melampsora piniroqua*, rouille courbeuse des pins, dévore au cours de son premier cycle les jeunes rameaux de toutes les variétés de pins, puis vit la seconde partie de son cycle sur les trembles (...). Autre cas : le *Melampsora larici-populina* vit sur les mélèzes et sur les peupliers. Ainsi pour porter atteinte à un mélèze rien de tel que quelques peupliers. » (<http://members.aol.com/guerriers/site/ecoguerrier.html>).

6. La lutte biologique est définie comme étant l'ensemble des méthodes de lutte contre les bioagresseurs d'une culture (incluant les adventices) qui font intervenir leurs ennemis naturels (virus, bactéries, champignons, insectes).

7. La nouvelle constitution bolivienne voulue par le président Evo Morales instaure la dépénalisation de la culture du cocaïer. Elle stipule que « l'État protège la coca originelle et ancestrale comme patrimoine culturel (...) et facteur de cohésion sociale ; à l'état naturel, ce n'est pas un stupéfiant. » Sa dimension patrimoniale ne peut donc être occultée.

Des contaminations (notamment au mercure et au cyanure) de produits agricoles destinés à l'alimentation humaine par des groupes terroristes ont marqué les esprits dans les années 1980 ; les risques directs pour la santé humaine de l'utilisation d'agents phytopathogènes s'avèrent néanmoins limités. Les maladies des plantes ne peuvent se transmettre ni aux humains ni aux animaux, à de très rares exceptions près⁸. En revanche, certains parasites végétaux synthétisent des molécules toxiques (appelées mycotoxines lorsqu'elles sont produites par des champignons) que l'on peut ensuite retrouver dans des produits semi-transformés, les rendant alors inconsommables (farines de blé contaminées par de l'ergotamine produite par *Claviceps purpurea* ou par du desoxynivalenol produit par *Fusarium graminearum*, jus de pomme contenant de la patuline produite par *Penicillium expansum*). Afin de minimiser les risques d'intoxication, la législation actuelle impose des seuils de contamination très bas et des contrôles réguliers sont pratiqués. Les conséquences d'un acte d'agroterrorisme consistant à infecter des cultures alimentaires avec un de ces champignons ne peuvent pourtant pas être négligées. L'impact psychologique est à prendre en compte, notamment la modification du comportement des consommateurs vis-à-vis de certains aliments (par exemple farine et pain biologiques, si la filière était touchée) ; en pareil cas, la menace ou le chantage par les auteurs d'actes agroterroristes auraient certainement autant d'effets qu'une contamination effective (Turvey *et al.*, 2003 ; Huff *et al.*, 2004). *A contrario*, certains biochimistes ont un discours alarmiste et considèrent que le risque pour la santé est bien réel (Elad, 2005 ; Stark, 2005 ; Paterson, 2006).

L'évaluation des risques

Caractériser « l'improbable »

Les affirmations infondées et invérifiables, tout comme les propos exagérément alarmistes⁹, ne favorisent pas la reconnaissance de l'agroterrorisme en tant que problème établi. Pourtant, les allégations sont le propre de ce type de menace et doivent, avec les conjectures les plus farfelues, être prises en considération. Les exemples d'agroterrorisme étant très peu nombreux, le risque apparaît comme diffus et a priori non quantifiable. Il existe au sein de la société une certaine réticence à considérer les menaces mal comprises, à concevoir « l'inconcevable », par exemple une pénurie de vivres due à une action terroriste. Pourtant, prendre en compte cette menace convie à aborder la protection des plantes sous un angle nouveau en cherchant à identifier des événements plausibles, bien qu'improbables. Par exemple, le contexte agricole actuel en matière de cultures alimentaires (blé, maïs, riz) et de cultures d'exportation (sucre, café, cacao, caoutchouc) rend vraisemblable la perspective de conflits bilatéraux (différends commerciaux, tension sur les prix, pénurie organisée) : sauf exception, l'objectif des agroterroristes ne serait plus de détruire des cultures pour affamer les populations civiles, mais d'affecter la production et la commercialisation de produits d'une importance économique stratégique pour un ou plusieurs États.

8. Le colibacille *Escherichia coli* fait partie de ces exceptions et sert régulièrement d'argument à quelques scientifiques « opportunistes ».

9. Des déclarations telles que : « les armées et les terroristes disposent d'une arme redoutable : les micro-organismes qui dévastent les cultures vivrières » publiées dans une revue scientifique (Roger *et al.*, 1999), et : « avec quelques bactéries, un essaim d'insectes ravageurs, on peut détruire les ressources alimentaires d'un ennemi ; c'est si simple qu'on se demande si cela n'a pas déjà été fait... » dans un hebdomadaire d'actualité grand public (Gruhler, 2003), illustrent l'absence de recul de certains auteurs.

Le contexte réglementaire phytosanitaire, actuellement déterminé par les accords de l'Organisation mondiale du commerce (OMC) et de la CIPV¹⁰, s'est profondément étoffé après la seconde moitié du XX^e siècle. De nombreux agents pathogènes sont « réglementés¹¹ ». La présence d'organismes de quarantaine dans un lot en provenance d'un pays tiers peut suffire à légitimer des restrictions à l'importation ou un embargo temporaire. Citons le cas récent d'un différend au sujet de mesures de restriction à l'importation de pommes en provenance des États-Unis imposées par le Japon. Jugeant ces mesures abusives (prétendument justifiées par la présence sur des pommes d'*Erwinia amylovora*, une bactérie de quarantaine responsable du feu bactérien), les États-Unis ont déposé en 2002 une plainte à l'OMC, motivée par le maintien en application par le Japon des restrictions quarantaines¹². Un accord, consécutif à la décision de l'OMC de donner tort au Japon, a seulement été trouvé en 2005, après de multiples procédures d'appels. De la même façon, en raison de la présence sporadique de *Tilletia controversa* (responsable de la carie naine du blé) aux États-Unis, les importations de blé américain ont fait l'objet d'un embargo par la Chine qui a duré plus de 25 ans (de 1973 à 1999). Dans ce contexte, on peut facilement imaginer que des États pourraient être tentés par l'agroterrorisme en détournant à leur profit les règles du commerce international. Si depuis le milieu du XX^e siècle les objectifs ont changé, les scénarios de guerre biologique sont toujours pertinents. Les exemples précédents illustrent le fait que, pour caractériser « l'improbable » et évaluer des risques, il faut identifier le champ des « possibles » dans un contexte en permanence réactualisé.

Les méthodes d'évaluation existantes

Les premières méthodes d'évaluation des risques d'agroterrorisme, publiées par des épidémiologistes américains, se sont inspirées d'approches classiques de dynamique des populations (Madden et Van den Bosch, 2002 ; Nutter, 2004). Celles-ci prennent très peu en compte le caractère « délibéré » d'une introduction, à la différence des analyses de risque de contamination de la chaîne alimentaire¹³, plutôt pertinemment structurées et bien documentées (Elad, 2005 ; Miller *et al.*, 2005b).

Madden et Wheelis (2003) ont tout d'abord proposé une approche probabiliste empirique basée sur le calcul, pour un agent pathogène donné, d'un indice de risque global R (correspondant à la probabilité d'occurrence de dégâts) en utilisant l'équation :

$$R = A \times E \times S \times H \times (1 - C)$$

10. La Convention internationale pour la protection des végétaux (CIPV) est un accord international visant à prévenir la dissémination et l'introduction d'organismes nuisibles aux végétaux, et à promouvoir des mesures appropriées pour leur contrôle. La CIPV encourage les pays à s'assurer que leurs exportations ne sont pas les voies d'introduction d'organismes nuisibles nouveaux chez leurs partenaires commerciaux, et que les mesures mises en place pour la protection phytosanitaire sont « techniquement justifiées ». La relation de la CIPV au commerce international est renforcée par l'accord OMC-SPS (Accord de l'Organisation mondiale du commerce sur les mesures sanitaires et phytosanitaires) qui oblige les membres de l'OMC à baser leurs mesures phytosanitaires sur les normes développées dans le cadre de la CIPV. Les mesures et réglementations qui s'écartent des normes internationales doivent être élaborées selon les principes de « preuves scientifiques » et l'évaluation du risque phytosanitaire encouru. Des mesures d'urgence ou provisoires peuvent être prises sans que de telles analyses ne soient faites. Cependant, ces mesures doivent *a posteriori* être passées en revue pour démontrer le bien fondé de leur justification scientifique afin qu'elles puissent légitimement être maintenues (https://www.ippc.int/IPP/Fr/default_fr.jsp).

11. Il s'agit d'organismes nuisibles « de quarantaine » (qui ont une importance potentielle pour l'économie de la zone menacée et qui ne sont pas encore présents dans cette zone ou bien qui y sont présents mais n'y sont pas largement disséminés et font l'objet d'une lutte officielle) ou d'organismes nuisibles « non de quarantaine » (dont la présence dans les végétaux destinés à la plantation affecte l'usage prévu de ces végétaux, avec une incidence économique inacceptable et qui sont donc réglementés sur le territoire de la partie contractante importatrice) (CIPV, 2004).

12. Parmi les mesures visées par la plainte des États-Unis figuraient l'interdiction d'importer des pommes en provenance de vergers dans lesquels la présence du feu bactérien avait été décelée, l'obligation d'inspecter les vergers d'exportation trois fois par an en vue de déceler la présence du feu bactérien et l'interdiction d'exporter à destination du Japon les produits provenant d'un verger si le feu bactérien était décelé dans une zone tampon de 500 mètres autour de celui-ci. Les États-Unis ont fait valoir qu'il n'y avait aucune preuve scientifique du fait que des pommes mûres asymptomatiques pouvaient constituer une filière de propagation de la maladie (http://www.wto.org/french/tratop_f/sps_f/sps_agreement_cbt_f/c5s6p2_f.htm).

13. La méthode « CARVER shock » permet notamment d'évaluer et hiérarchiser les risques d'acte de malveillance, à partir des points les plus vulnérables, les plus attractifs et les plus accessibles pour une éventuelle attaque. Après avoir décomposé un processus en unités pouvant présenter chacune un point de vulnérabilité, la méthode s'attache à affecter des coefficients à chacune d'elles, sur différents critères (criticality, accessibility, recoverability, vulnerability, effect, recognizability – criticité, accessibilité, récupération, vulnérabilité, effet, repérage) (http://www.ngfa.org/pdfs/Carver_Shock_Primer.pdf).

où A est la probabilité que l'agent pathogène soit introduit, E la probabilité que la maladie s'installe, S la probabilité de son extension à partir du foyer initial, H la probabilité qu'elle provoque des dégâts importants, et C la probabilité de pouvoir la contrôler.

Ces probabilités intermédiaires étant parfois très faibles, l'interprétation du résultat est difficile et la méthode s'avère finalement peu fonctionnelle et discutable. Schaad *et al.* (1999) ont proposé un système de questions pondérées permettant de mieux estimer ces probabilités : facilité d'obtention et de multiplication de l'agent pathogène, capacité infectieuse, capacité de survie et de dispersion, méthodes de contrôle disponibles, capacité de détection, statut réglementaire de l'organisme, importance des pertes de récolte, production de toxines. Les renseignements sont fournis par des experts en protection des plantes.

Schaad *et al.* (2006) ont aussi élaboré une méthode d'analyse de type AHP (Analytic Hierarchy Process) basée sur un ensemble de critères ordonnés selon une logique hiérarchique et renseignés de façon qualitative (élevé, moyen, faible) par des experts. La méthode a été appliquée à huit agents pathogènes de la pomme de terre aux États-Unis (Schaad *et al.*, 2006), et plus récemment à 27 parasites représentant une menace en Slovénie (Boben, 2007). Cette méthode relativement opaque (la source de connaissances est limitée à celle d'un panel d'experts) permet d'obtenir un unique score de risque dont la portée est limitée ; l'absence de profils de risque ne facilite pas le retour sur résultats qui permettrait de rendre l'analyse évolutive. La diversité potentielle des scénarios (et de leurs conséquences), qui dépend des caractéristiques de l'agent pathogène, n'est pas prise en compte : sur pomme de terre, les risques sont difficilement comparables selon qu'ils concernent par exemple *Phytophthora infestans* (parasite endémique non réglementé) ou *Ralstonia solanacearum* (parasite de quarantaine).

Dans les exemples traités, les évaluateurs ont tendance à se focaliser sur les parasites réglementés pouvant faire l'objet de mesures d'éradication et sur les attaques ayant un impact direct sur le rendement d'une culture, sans prendre en compte les effets psychologiques et économiques (Turvey *et al.*, 2003 ; Huff *et al.*, 2004 ; Waage et Mumford, 2007). La biosécurité des forêts et des écosystèmes considérés dans leur globalité aurait également mérité d'être intégrée à l'analyse (Cochrane et Haslett, 2002 ; Pinon, 2006). Enfin, ces méthodes d'évaluation des risques prennent peu en compte les spécificités de l'agroterrorisme, notamment la dimension hybride de la menace, à la fois humaine dans ses intentions et sa réalisation, et biologique du point de vue des moyens. Le risque est considéré comme « unique », alors qu'il est en réalité « multiple » ; il mériterait d'être qualifié avant d'être quantifié. Dans ces conditions, l'évaluation chiffrée est une issue improductive, car basée sur des hypothèses trop consensuelles et donc peu exploratoires. L'identification et la caractérisation de la menace par une analyse de scénario constituent une démarche heuristique permettant de concevoir un cadre d'évaluation ; il s'agit du principal avantage de l'approche prospective que nous avons choisi d'adopter.

Une méthodologie « mixte » basée sur une approche prospective

L'absence de cas d'agroterrorisme nous a conduit à privilégier dans un premier temps la caractérisation des risques, et dans un second temps leur évaluation analytique (Latxague *et al.*, 2007). La stratégie a consisté à « se mettre dans la peau » des auteurs de tels actes, d'imaginer l'ensemble des objectifs possibles et de sélectionner pour chacun d'eux un agent phytopathogène particulièrement « adapté » ; cette démarche prospective a ensuite été formalisée en une méthode d'évaluation des risques opérationnelle, reproductible et adaptable. Trois étapes interdépendantes ont été distinguées (fig. 1) : constitution d'une liste d'agents pathogènes potentiellement dangereux pour les cultures et les forêts européennes ; rédaction détaillée et analyse de différents scénarios d'actes d'agroterrorisme ; conception et application d'un schéma d'évaluation des risques multicritère adapté.

Une liste de 50 agents pathogènes « candidats » (champignons, bactéries, virus) a été élaborée à partir d'une dizaine de listes existantes rédigées par différents groupes de travail internationaux (Latxague *et al.*, 2007), complétées par un état des lieux (agents pathogènes déjà impliqués dans des programmes d'agroterrorisme) (voir tabl. 1), par la détermination des cultures et essences

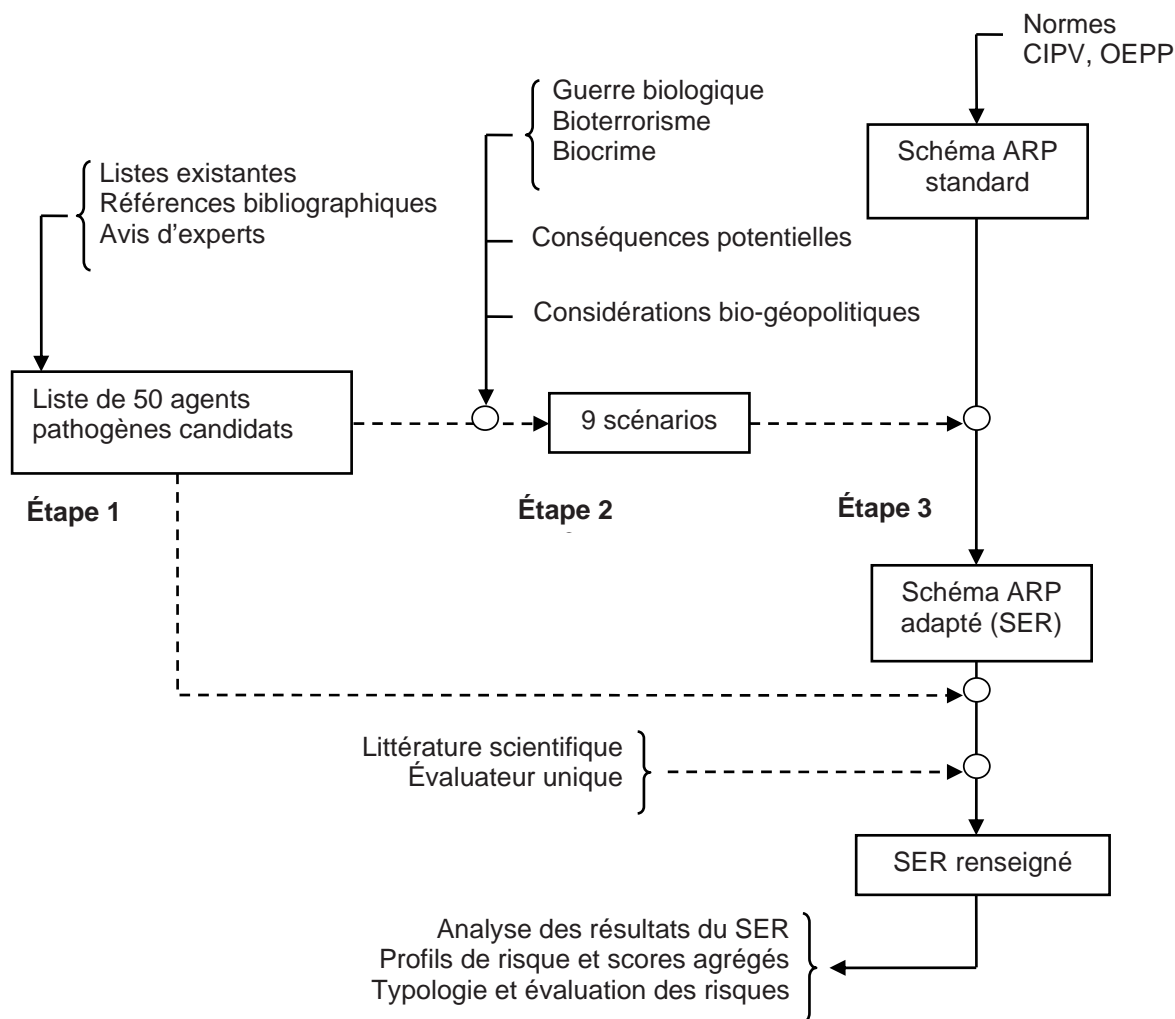


Figure 1. Représentation schématique de la méthodologie utilisée pour caractériser et évaluer les risques d'agroterrorisme en Europe (Latxague *et al.*, 2007). ARP : analyse de risques phytosanitaires ; CIPV : Convention internationale pour la protection des plantes; OEPP : Organisation européenne pour la protection des plantes ; SER : schéma d'évaluation des risques .

forestières européennes majeures ou vulnérables, et par des avis d'experts. Cette liste est constituée d'agents pathogènes exogènes ou réglementés (par exemple *Ceratocystis fagacearum*, *Pleospora papaveracea*, *Plum pox virus*, *Phakopsora pachyrhizi*, *Ralstonia solanacearum*, *Synchytrium endobioticum*, *Tilletia indica* et *Xylella fastidiosa*), mais également d'agents pathogènes endémiques en Europe et générateurs de profils de risque particuliers en lien avec leurs caractéristiques biologiques : production de mycotoxines (par exemple *Claviceps purpurea*, *Fusarium graminearum* et *Penicillium expansum*) ou possibilité de s'hybrider avec des souches exogènes plus virulentes (par exemple *Phytophthora infestans* et *Puccinia triticina*).

En plus des trois principaux types d'action, caractérisés par leurs objectifs distincts (guerre biologique, bioterrorisme et biocrime), une typologie des conséquences d'événements agroterroristes a été proposée : impact sur la production (destruction des récoltes ou diminution des rendements), impact sur les échanges commerciaux de produits agricoles (embargo), impact sur la santé humaine ou animale, impact environnemental et patrimonial, impact psychologique sur les consommateurs et déstabilisation sociale (Latxague *et al.*, 2007). Cette double classification (selon les objectifs de l'auteur des actes et selon leurs conséquences potentielles) a été utilisée pour concevoir neuf scénarios indépendants (tabl. 2). Chacun d'eux a été associé à l'agent pathogène de la liste le plus adapté

Tableau 2. Typologie des scénarios d'actes d'agroterrorisme et exemples d'agents phytopathogènes associés.

Intitulé du scénario		Agent phytopathogène ^a	Culture cible
Guerre biologique			
BW1	Introduction par un État (ou détection feinte) d'un parasite de quarantaine dans des produits agricoles à destination (ou en provenance) d'un État tiers afin d'en affecter le commerce (restrictions à l'importation) en se prévalant de la législation phytosanitaire internationale.	<i>Tilletia indica</i>	Blé
BW2	Attaque par un État de cultures vivrières d'un État tiers afin d'en diminuer les rendements et provoquer une pénurie alimentaire pour l'affaiblir (par exemple en prévision d'une intervention militaire).	<i>Phytophthora infestans</i>	Pomme de terre
BW3	Utilisation par un État d'un agent de lutte biologique afin d'éradiquer une culture considérée comme illicite (par exemple des plantes narcotiques) dans un État tiers.	<i>Pleospora papaveracea</i>	Pavot à opium
Bioterrorisme			
BT1	Utilisation revendiquée (ou chantage) par un groupe terroriste d'un agent pathogène ayant un impact sur la santé humaine ou animale (produisant par exemple des mycotoxines sur des plantes destinées à l'alimentation).	<i>Fusarium graminearum</i>	Blé
BT2	Attaque par des écoguerriers contre des essences forestières (constituant par exemple un peuplement jugé comme étant trop artificiel) dans le cadre d'une lutte écologique extrémiste.	<i>Mycosphaerella populorum</i>	Peuplier
BT3	Attaque terroriste médiatisée visant une espèce végétale symbolique (par exemple un arbre remarquable ou une culture à forte image sociétale) appartenant au patrimoine d'une nation.	<i>Ceratocystis fagacearum</i>	Chêne
Biocrime			
BC1	Utilisation d'un agent phytopathogène par un groupe d'agriculteurs extrémistes pour affecter le potentiel de production d'un bassin de production concurrent.	<i>Xylella fastidiosa</i>	Vigne
BC2	Acte de sabotage ou de malveillance (par exemple dissémination d'une souche exogène particulièrement virulente) perpétré par un individu travaillant dans le secteur de la protection des cultures afin de se venger d'un collègue ou de son employeur.	<i>Puccinia triticina</i>	Blé
BC3	Introduction volontaire d'un agent phytopathogène (ou absence délibérée de mesures prophylactiques) par une société appartenant au secteur de l'agrofourniture pour rendre dépendants des agriculteurs vis-à-vis d'un de ses produits (cultivar résistant ou produit phytosanitaire).	<i>Phakopsora pachyrhizi</i>	Soja

a. Choisi dans la liste des 50 « candidats » établie dans le cadre du projet CropBioterror (Latxague *et al.*, 2007).

aux actions envisagées. En pratique, ces scénarios ont consisté en des textes prospectifs¹⁴ de 4 à 6 pages organisés en trois sections (synopsis, justification et faisabilité) (Suffert, 2007). L'objectif de la section « synopsis » est de décrire le plus précisément possible les motivations des agroterroristes, leur façon d'opérer et la manière dont se déroule l'action, tout en choisissant un dénouement réaliste (échec, réussite partielle ou totale) et en décrivant les conséquences de l'évènement. La section « justification » correspond à une analyse de la pertinence du scénario : y ont été décrits les éléments contextuels (géopolitiques, agricoles, phytosanitaires) permettant d'accorder du crédit au synopsis, en s'appuyant en particulier sur l'existence de programmes passés, de menaces avérées ou d'allégations.

14. Pour des raisons de sécurité et d'éthique ces scénarios détaillés (et circonstanciés) n'ont pas été rendus publics.

La section « faisabilité » vient compléter cette analyse et contient l'ensemble des éléments permettant d'évaluer la probabilité de réussite des agroterroristes au regard des contraintes biotechniques de l'action envisagée. Chaque section a été rédigée en utilisant des références bibliographiques relatives à la biologie de l'agent pathogène, au contexte géopolitique et aux spécificités de l'agroterrorisme (Foxwell, 2001 ; Dudley et Woodford, 2002 ; Whitby, 2002 ; Wheelis *et al.*, 2002 ; Suffert, 2003 ; Madden et Wheelis, 2003 ; Cupp *et al.*, 2004).

Un Schéma d'évaluation des risques (SER) adapté à la problématique agroterroriste a été élaboré à partir du schéma classique d'Analyse de risque phytosanitaire¹⁵ proposé par la CIPV et utilisé par l'Organisation européenne et méditerranéenne pour la protection des plantes (OEPP)¹⁶ (CIPV, 2004 ; OEPP, 2006). Les modifications apportées à ce schéma concernent principalement la nature des questions (dont la portée a été élargie) et la combinaison des réponses apportées, rassemblées autour de cinq sections auxquelles un score de risque intermédiaire a été attribué, variant de 0 (composante de risque nulle) à 10 (composante de risque élevée) : r1 pour l'importance de la culture cible (exprime par exemple le fait qu'un parasite du blé constitue une menace plus importante qu'un parasite du persil...) (Dehne, 2007), r2 pour la facilité d'utilisation de l'agent pathogène (accès aux connaissances scientifiques, obtention de la souche, multiplication de l'inoculum, dissémination), r3 pour le potentiel épidémique de l'agent pathogène (risque d'établissement et de propagation de la maladie), r4 pour les difficultés à réagir et à mettre en place des mesures de lutte efficaces (détection, suppression¹⁷, enrayement¹⁸, éradication¹⁹), et r5 pour les conséquences potentielles (sur la production, la santé, le commerce, la société) (Latxague *et al.*, 2007). Les réponses aux questions ont été apportées par une seule et même personne (épidémiologiste, mais non-spécialiste d'une maladie en particulier) en se basant sur les dix publications scientifiques les plus pertinentes. Il résulte de cette démarche que les résultats des évaluations peuvent être comparés sans biais et dépendent peu du poids respectif des pathosystèmes dans la communauté scientifique.

Le bilan de cette évaluation de risque multicritère est à la fois qualitatif (profil de risque) et quantitatif (note de risque agrégé). Le profil de risque consiste en une représentation graphique de chacune de ses cinq composantes. La note de risque agrégé R (variant de 0 à 100) est égale au rapport entre la surface du pentagone obtenu et la surface correspondant à un risque maximal (scores de l'ensemble des sections égaux à 10). Elle est donnée par l'équation :

$$R = \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^{n-1} r_i \cdot r_{i+1} + r_n \cdot r_1 \right)$$

où n correspond au nombre de composantes (ici n = 5) et où ri est le score de risque de la section i (ri ∈ [0 ; 10]).

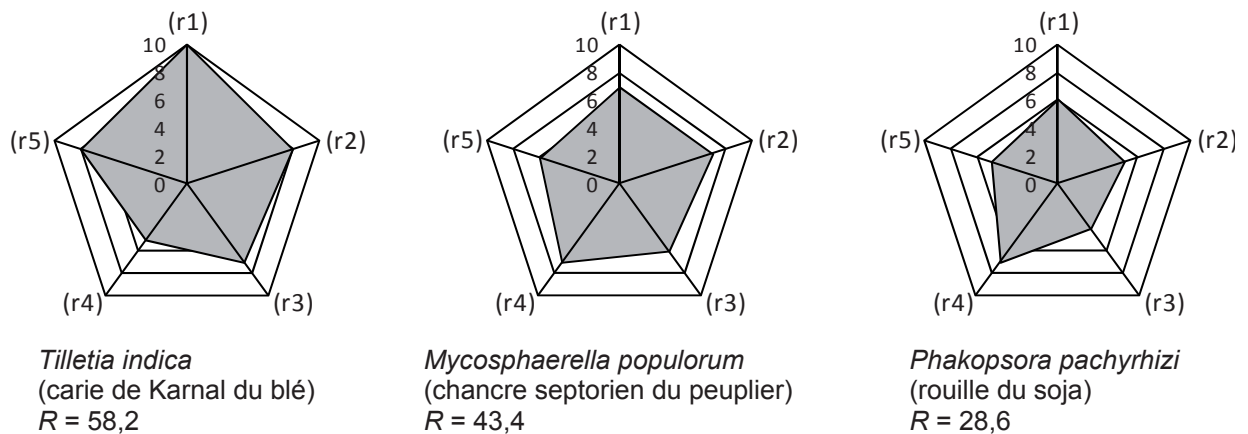
15. Une Analyse de risques phytosanitaires (ARP) est un processus permettant d'évaluer si l'introduction d'un parasite, reconnu comme nuisible dans certains pays, peut présenter un danger pour l'environnement et l'agriculture du pays d'introduction où il n'est pas présent. Une ARP regroupe la synthèse des informations nécessaires à l'évaluation de la nuisibilité d'un organisme pour l'environnement dans lequel il pourrait être introduit : la taxonomie et les méthodes d'identification de l'organisme, ses caractéristiques biologiques, sa répartition géographique, ses plantes hôtes, son mode de dissémination, son potentiel d'établissement dans la zone géographique définie, les moyens de lutte utilisés contre l'organisme, les impacts économiques potentiels. Si l'organisme est reconnu potentiellement dangereux, il est intégré à la législation phytosanitaire et est qualifié d'organisme de quarantaine.

16. L'OEPP est une organisation intergouvernementale responsable de coopération internationale en protection des végétaux dans la région européenne et méditerranéenne.

17. Application de mesures phytosanitaires dans une zone infestée en vue de la réduction des populations d'organismes nuisibles.

18. Application de mesures phytosanitaires dans ou autour d'une zone infestée afin de prévenir la dissémination d'un organisme nuisible.

19. Application de mesures phytosanitaires afin d'éliminer un organisme nuisible d'une zone.



- r_1 = importance de la culture cible
 r_2 = facilité d'utilisation de l'agent pathogène
 r_3 = potentiel épidémiologique
 r_4 = difficultés de réaction
 r_5 = conséquences

Figure 2. Comparaison de trois profils de risque.

Un schéma d'évaluation des risques (SER) appliqué à neuf agents phytopathogènes

Trois exemples de profils de risques (sur un total de neuf) sont présentés figure 2. Sans surprise, les scores de risque intermédiaires r_1 (importance de la culture cible) les plus élevés ont été attribués aux maladies du blé et du maïs. Les r_2 (facilité d'utilisation de l'agent pathogène) les plus élevés ont été obtenus pour les parasites saprophytes, dont l'inoculum est plus facile à multiplier que celui des parasites biotrophes stricts (par exemple les rouilles foliaires). Les r_3 (potentiel épidémiologique) les plus élevés ont été obtenus pour des agents pathogènes déjà présents en Europe, les plus faibles ayant été attribués à ceux ayant une dynamique épidémique plutôt lente (maladies telluriques) ou s'avérant assez mal adaptés au climat de leurs principaux bassins de productions (soja). Les r_4 (difficultés de réaction) les plus élevés ont été obtenus pour des maladies plutôt mal connues du personnel des organisations nationales de protection des végétaux – généralement absentes du territoire – ou pour celles dont la détection précoce est problématique pour des raisons biotechniques ou pratiques (affectant par exemple des essences forestières situées dans des zones montagneuses difficiles d'accès). Les r_5 (conséquences) les plus élevés ont généralement été attribués aux agents pathogènes réglementés.

Résultats

L'examen de l'ensemble des synopsis confirme qu'il est important de bien prendre conscience de ce qu'implique le caractère « délibéré » d'une contamination : ses auteurs ont la possibilité d'utiliser un cocktail de souches, de pratiquer une introduction multi-locale, ou de positionner le foyer initial dans une zone particulièrement vulnérable (au cœur d'une région de production ou dans une zone difficile d'accès) ; le synopsis de chaque scénario fait référence à au moins une de ces caractéristiques.

La diversité des scénarios est importante, du fait du grand nombre de cultures cibles et d'agents pathogènes associés, mais aussi du fait de leur différents statuts (de quarantaine ou non, exogène ou non) en lien avec la multiplicité des objectifs et des conséquences attendues ; en ce qui concerne

les événements les plus dommageables, le choix de l'agent pathogène est un élément crucial qui dépend de ces mêmes objectifs. Une expertise scientifique minimale est généralement nécessaire, et doit être complétée par un accès à l'information (publications scientifiques dans 2/3 des scénarios, information accessible sur Internet dans 1/3 des scénarios) et à du matériel biologique (inoculum prélevé sur le terrain dans 1/3 des scénarios, fourni par une mycothèque dans 2/3 des scénarios). Se procurer des souches virulentes n'est pas aussi facile qu'on pourrait l'imaginer compte tenu des mesures de restrictions instaurées par la plupart des laboratoires de recherche et mycothèques commerciales. La contamination par aéronef (avion, ballon ou drone) envisagée par les Soviétiques pendant la Guerre froide (Whitby, 2002) puis évoquée par Nutter (2004), un moyen *a priori* assez séduisant, n'est intervenue que dans un seul des scénarios.

Contrairement à l'idée qui voudrait que le bioterrorisme soit « l'arme du pauvre²⁰ », les actions agroterroristes ne doivent pas être considérées comme faciles à mettre en œuvre malgré l'accessibilité des cibles agricoles (Roger *et al.*, 1999 ; Wheelis *et al.*, 2002 ; Gruhier, 2003). Un discours simpliste (trop théorique) assure que, compte tenu du contenu relativement faible en technologie du bioterrorisme visant les cultures, une maladie pourrait être facilement introduite dans des parcelles ; seul un faible volume de particules infectieuses seraient nécessaires pour causer des dommages, tandis qu'il serait peu probable que les services d'inspection soient en mesure de les déceler (Madden et Wheelis, 2003). Or, pour reprendre l'exemple de l'utilisation de mycoherbicides contre des plantes narcotiques, même si des scientifiques se disent inquiets qu'une telle intervention n'établisse un précédent dangereux, les plus sceptiques doutent que les diverses souches de champignons sélectionnées soient efficaces une fois libérées dans un écosystème complexe. Les expérimentateurs et phytopathologistes de terrain savent combien il est difficile de réussir une inoculation en plein champ même pour un spécialiste d'une maladie. Les probabilités qu'un agroterroriste réussisse du premier coup une contamination et que celle-ci dégénère en épidémie sont assez faibles. En revanche, qu'un agent pathogène soit détecté (lors d'un contrôle aléatoire ou consécutif à la revendication de son introduction) après avoir simplement été « déposé » quelque part est nettement plus plausible ; les conséquences n'en seraient pas moins importantes.

Pour les agroterroristes disposant de moyens techniques et scientifiques limités (individus ou organisations non étatiques), une menace associée ou non à un chantage est un moyen (pas forcément le moins efficace) de s'affranchir du caractère aléatoire de la réussite d'une contamination : la crainte d'un passage à l'acte aurait des répercussions sur les échanges commerciaux (augmentation du nombre de contrôles, restriction à l'importation) ou l'économie (crise de confiance, modification des habitudes de consommation, perte de marchés) (Turvey *et al.*, 2003 ; Huff *et al.*, 2004 ; Waage et Mumford, 2007). Dans les 2/3 des scénarios les agroterroristes ont intérêt à rendre peu visible leur action, tandis qu'une revendication s'avère pertinente dans 1/3 des cas ; une stratégie de prévention reposant exclusivement sur la « détection précoce » serait dans ce second cas inopérante.

Dissenter sur l'agroterrorisme amplifie sensiblement le risque qu'un tel événement se produise puisque la probabilité qu'une personne mal intentionnée ait accès à une bonne « mauvaise idée » augmente inévitablement. Les scientifiques doivent être conscients de leur rôle et éviter de laisser instrumentaliser leur discipline (Pasquali, 2006 ; Young *et al.*, 2008). Si l'accès à des listes d'agents pathogènes ou aux résultats complets d'une analyse de risque mérite d'être contrôlé, restreindre l'accès à la connaissance scientifique une fois qu'elle est « produite » n'est pas souhaitable. Les publications scientifiques ne doivent pas être censurées, à l'exception peut-être de celles qui proposent des « recettes » en mentionnant explicitement que leur finalité est une contamination délibérée (Connick *et al.*, 1998 ; O'Neill *et al.*, 2000).

20. À la différence du terrorisme nucléaire, qui nécessite une technologie dont beaucoup d'États ou d'organisations ne disposent pas.

Quelle « expertise scientifique » d'une menace autorisant plusieurs niveaux de lecture ?

Prendre la menace « au pied de la lettre »

Outre les États-Unis et la France, plusieurs pays se préoccupent ouvertement de l'agroterrorisme : par exemple la Nouvelle-Zélande (Cochrane et Haslett, 2002), le Canada (Turvey *et al.*, 2003), l'Australie (Ungerer et Rogers, 2005), la Pologne (Lipa, 2006), le Portugal (Paterson, 2006), l'Inde (Baiswar *et al.*, 2007 ; Khetarpal et Gupta, 2007), l'Italie (Gullino *et al.*, 2007), l'Allemagne (Dehne, 2007), Israël (Gamliel, 2007), le Royaume-Uni (Byrne, 2007 ; Waage et Mumford, 2007), et la Slovénie (Boben, 2007). Dans les congrès internationaux de phytopathologie, les sessions consacrées à la biosécurité se multiplient : depuis le congrès annuel de la Société américaine de phytopathologie (APS) de Montréal en 1999, jusqu'au Congrès international de phytopathologie (ICPP) qui s'est tenu en 2008 à Turin.

Des revues spécialisées ont fait leur apparition : *Biosecurity and Bioterrorism – Biodefense Strategy, Practice, and Science* en 2003, et *International Journal of Rural Crime* en 2007 (ça ne s'invente pas !). Le nombre de rapports, publications scientifiques et articles de vulgarisation faisant référence à l'agroterrorisme a fortement augmenté en 10 ans. Incontestablement les buzzwords ou mots en vogue relatifs à la biosécurité agricole (*agricultural biosecurity, crop biosecurity, agricultural terrorism, agroterrorism, anti-crop bioterrorism, environmental terrorism, ecoterrorism, rural crime, biowarfare, agro-warfare, anti-crop bioweapons...*) ont favorisé l'obtention de crédits conséquents dans le monde de la recherche (et parfois leur gaspillage) ; les mises en gardes de nombreux scientifiques américains n'y ont rien changé (Schwägerl, 2005).

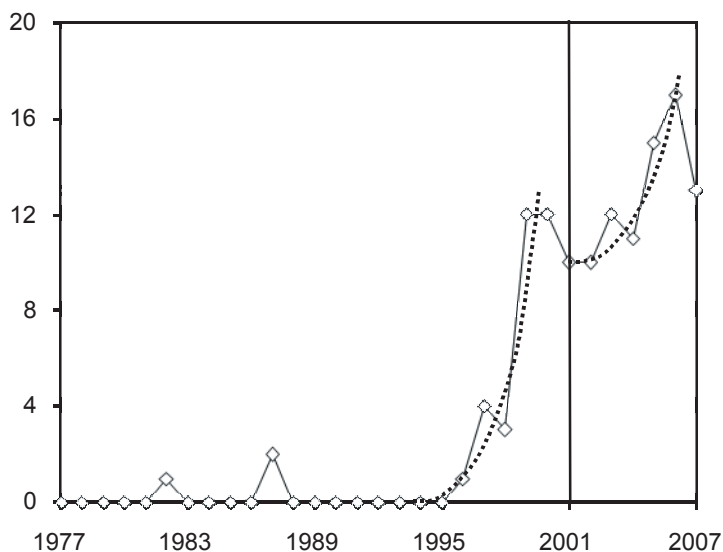


Figure 3. Les années 1997^a et 2001^b, deux années charnières dans la dynamique de publication^c sur l'agroterrorisme^d.

a. 7 juin 1997 : première occurrence du terme « agroterrorisme » (Paquin, 2006).

b. 11 septembre 2001 : attentats contre le World Trade Center.

c. Nombre d'ouvrages, articles de revues scientifiques, notes de synthèse et rapports accessibles au public (accès libre ou payant à une version papier ou électronique) en langue anglaise ou française, consultés dans le cadre du projet CropBioterror.

d. Identifié par la thématique générale abordée (bioterrorisme anti-cultures et emploi d'armes biologiques contre des végétaux) et par l'occurrence d'au moins un des mots clés suivants : *agricultural biosecurity, crop biosecurity, agricultural terrorism, agroterrorism, anti-crop bioterrorism, environmental terrorism, ecoterrorism, rural crime, biowarfare, agro-warfare, anti-crop bioweapons* (en anglais ou en français).

Contrairement aux apparences, l'émergence de la problématique agroterroriste a précédé de quelques années les attentats du 11 septembre 2001 (fig. 3) et semble être reliée au contexte de la mondialisation et aux 4 « T » (*trade, travel, transportation, tourism* – commerce, voyage, transport, tourisme) (Waage et Mumford, 2007). Des réflexions parmi les plus pertinentes ont d'ailleurs résulté d'approches individuelles ou collectives initiées avant 2001 (Roger *et al.*, 1999 ; Schaad *et al.*, 1999 ; Kohlen, 2000 ; Foxwell, 2001 ; Whitby, 2002). Les interrogations bibliographiques les plus récentes laissent penser que la production scientifique sur ce sujet s'est éteinte entre 2002 et 2006, alors qu'elle caractérise seulement un premier niveau de lecture de la menace, se manifestant parfois par un certain opportunisme éditorial. Des auteurs arrivent à la conclusion (souvent alarmiste et hâtive) que « le risque » est élevé, sans pour autant l'avoir caractérisé (Wheelis *et al.*, 2002 ; Sprinkle, 2003 ; Cupp *et al.*, 2004).

Instrumentaliser la menace

Depuis les attentats contre le World Trade Center et l'épisode des enveloppes piégées à l'anthrax, de nombreux experts américains prennent la menace agroterroriste (anti-cultures et anti-bétail) très au sérieux (Wheelis *et al.*, 2002 ; Madden et Wheelis, 2003 ; Sprinkle, 2003 ; Cupp *et al.*, 2004 ; Lepo et Henson, 2004). Deux symposiums internationaux consacrés à l'agroterrorisme (International Symposium on Agroterrorism) ont été organisés en 2005 et 2006 par le FBI (Federal Bureau of Investigation), sous le patronage du ministère de la sécurité du territoire national (Department of Homeland Security), avec la participation active du ministère de l'agriculture (USDA) et du ministère de la santé (FDA). Le second symposium a réuni en 2006 environ 1 000 participants (pour la plupart américains) issus de l'ensemble des familles professionnelles concernées (justice, police, armée, services de contrôle des produits agricoles et alimentaires, laboratoires de recherche, universités), ainsi que des entreprises privées ayant des activités dans le domaine de la biosécurité. Le service de l'USDA chargé de la sécurité alimentaire (Food Safety and Inspection Service) a demandé à ses inspecteurs d'intégrer la préoccupation agroterroriste dans toutes leurs inspections, associant désormais le concept de « défense alimentaire » à celui de « sécurité sanitaire ». Des sessions de sensibilisation ont été mises en place par différentes structures fédérales, des guides à l'usage des agriculteurs et des entreprises ont été diffusés, et des études ont été menées en partenariat avec des entreprises de la filière agro-alimentaire volontaires dans le cadre du SPPA (Strategic Partnership Program Agroterrorism).

Une partie de la communauté scientifique s'est impliquée dès 1999, notamment au sein de l'APS²¹, par la constitution d'un comité interne chargé du bioterrorisme et la rédaction d'un Livre blanc. Le concept réglementaire de bioforensic²² (Fletcher *et al.*, 2006) a récemment émergé, tandis qu'un vaste réseau de laboratoires de diagnostic chargés de la veille phytosanitaire a été mis en place (Stack *et al.*, 2006). L'USDA est allé jusqu'à éditer un badge illustrant le caractère imminent de la menace (fig. 4). Est-ce à prendre au premier degré ? En pratique, les préoccupations de l'agroterrorisme et de la santé végétale (mais surtout de la santé animale et de la sécurité sanitaire des aliments) (Kosal et Anderson, 2004 ; Miller *et al.*, 2005b) s'avèrent largement confondues, au point que l'on peut se demander dans quelle mesure la question anti-terroriste, omniprésente aux États-Unis, n'a pas également constitué une occasion pour l'USDA de moderniser et d'harmoniser un système d'épidémiologie et de maîtrise de la sécurité alimentaire.



Figure 4. Badge édité par l'équipe locale des urgences agricoles : « Parce que la question n'est pas de savoir SI cela arrivera, mais QUAND cela arrivera ».

21. Voir <http://www.apsnet.org/media/biosecurity.asp>

22. On peut traduire ce terme par « biologie légale » qui, par analogie à la médecine légale, fait référence à l'ensemble des techniques d'investigation scientifiques qui permettent (ou permettront dans un avenir proche...) d'identifier l'origine d'une souche pathogène afin d'établir, notamment, le caractère délibéré ou accidentel de son introduction.



À l'échelle internationale, les exigences des États-Unis ont fortement augmenté depuis 5 ans. Dans le cadre de la lutte contre le bioterrorisme, les autorités fédérales ont adopté le Bioterrorism Act, une série de mesures relatives à la sécurité alimentaire. Cette loi, en vigueur depuis fin 2003, a été vécue par de nombreux exportateurs européens comme un frein à leur activité²³. À côté de ces dispositions limpides, des règles tacites plus ambiguës s'appliquent ; ainsi, une part importante des effectifs (parfois très limités) des organisations nationales de protection des végétaux de plusieurs pays africains ont en charge la réalisation d'ARP pour des produits exportés vers les États-Unis, alors que les moyens humains et financiers consacrés à la protection des cultures vivrières sont localement très limités²⁴.

Les États-Unis ont fait le choix de prendre la menace agroterroriste « au pied de la lettre » et d'en faire une contrainte extérieure forte, au risque de fragiliser leur propre marché intérieur. En pratique, en instrumentalisant la crainte du terrorisme, ils ont su imposer à leurs partenaires commerciaux des règles contraignantes ; ces règles ont contribué à améliorer leur propre dispositif de biosécurité mais ont aussi indirectement permis de légitimer des mesures que l'accord OMC-SPS aurait jusqu'alors qualifié d'« entraves à l'importation scientifiquement injustifiées ». Dans les prochaines années, l'agroterrorisme pourrait devenir un argument stratégique (invocation d'une « logique de biosécurité »), ferment d'un nouvel ordre bio-géopolitique, alors que l'évaluation du risque était conduite jusqu'à présent sur des bases exclusivement biologiques.

23. Les conséquences de cette réglementation tiennent essentiellement en trois formalités : 1. Immatriculation auprès de la FDA des établissements de production du secteur alimentaire (denrées destinées à la consommation humaine ou animale) qui souhaitent commercialiser leurs produits aux États-Unis ; 2. Déclaration préalable d'importation qui doit précéder chaque expédition de produits alimentaires ; 3. Élaboration d'un dispositif de traçabilité de ces produits.

24. Constat fait au cours de l'atelier International Plant Health Risk Analysis Workshop organisé en 2005 à Niagara Falls (Canada) dont l'objectif était de former différents acteurs de la protection des cultures à l'analyse de risques phytosanitaires.

Des questions scientifiques et une opportunité : réactiver un dispositif d'épidémiologie

L'agroterrorisme est, dans une certaine mesure, « à la mode ». En se limitant à un premier niveau de lecture, beaucoup d'acteurs concernés par la biosécurité n'ont pas jugé nécessaire de caractériser la menace : certains sont convaincus de sa pertinence et veulent convaincre, alors que d'autres sont au contraire persuadés qu'elle ne relève que du fantasme (propension à négliger un risque lorsqu'il est jugé peu probable ?). L'agroterrorisme fait ainsi le jeu de deux types d'obscurantistes²⁵. Un second niveau de lecture a permis à d'autres acteurs d'instrumentaliser la menace (consciemment ou non) et d'en faire l'élément d'un nouvel ordre bio-géopolitique. Les réflexions de quelques scientifiques (Foxwell, 2001 ; Schaad *et al.*, 2006 ; Latxague *et al.*, 2007 ; Waage et Mumford, 2007) ont pourtant montré que la question de l'évaluation des risques méritait d'être soulevée et pouvait être traitée de façon objective. Les États européens devraient faire le choix d'un troisième niveau de lecture : prendre au sérieux la menace elle-même, mais aussi les conséquences politiques et économiques de son instrumentalisation. Consciente du premier point, la Commission européenne a initié en 2007 un processus de consultation²⁶ visant à susciter un débat sur la manière de réduire les risques de bioterrorisme. Elle suggère que la mise en œuvre des recommandations formulées à cette occasion soit renforcée par la mise en place d'un bioréseau européen (European Bio-Network), une structure consultative réunissant l'expertise européenne en matière de préparation à la menace biologique dans divers secteurs.

Les normes biologiques²⁷ susceptibles d'être proposées par ce réseau pourraient malheureusement s'avérer inadaptées et inutiles dans le cas de l'agroterrorisme si les risques n'étaient pas mieux identifiés et caractérisés. Faire reposer une gestion préventive sur des outils exclusivement juridiques (ou au contraire sur une expertise exclusivement biologique) conduirait à la rendre bureaucratique (ou, respectivement, scientifique) : le modèle « rationnel-légal » (dont la rationalité du savoir scientifique et la représentation substantive de la décision sont les piliers) s'appuie sur une conception des décisions publiques qui laisse peu de place à la complexité des arbitrages liés à la prise en compte des intérêts contradictoires (Barbier et Joly, 2001).

Le flou qui entoure l'agroterrorisme et ses composantes de risque s'explique par la diversité des connaissances à agencer pour cerner la menace. Boumrat (2007) qualifie de « paradoxe du risque agroterroriste » le fait que beaucoup d'acteurs considèrent qu'il est important de prendre en compte cette menace, alors même qu'ils la jugent très peu probable. Par conséquent, améliorer la capacité de l'Union européenne (ou de la France) à prévenir un acte d'agroterrorisme implique que l'ensemble des parties concernées par la biosécurité agricole soient consultées et coopèrent (par exemple les instances nationales chargées de la santé végétale, les douanes, la protection civile, les autorités répressives, l'armée, la bio-industrie, les professionnels de l'agriculture et de l'agroalimentaire, les établissements universitaires et les instituts de recherche) et reconnaissent ouvertement la multiplicité des risques. Parmi les propositions spécifiques visant à améliorer la capacité de réaction, on compte l'amélioration des services de renseignement, de nouvelles méthodes pour différencier les événements déclenchés naturellement et les contaminations délibérées, ainsi qu'un système de dépistage et de caractérisation des agents pathogènes permettant de signaler l'émergence d'épidémies dites « anormales » (Lepo et Henson, 2004 ; Fletcher *et al.*, 2006 ; Stack *et al.*, 2006 ; Waage et Mumford, 2007). Produire de telles connaissances finalisées mobiliserait des domaines de recherche fondamentale (aspects taxonomiques, biologiques, écologiques) nécessaires au traitement de

25. Personnes qui prônent et défendent une attitude de négation du savoir, ou de restriction dans la diffusion d'une connaissance : sans nier la véracité (ou, au contraire, la fausseté) d'une information, considèrent qu'elle ne peut (ou doit) être diffusée pour diverses raisons (intérêts personnels ou corporatistes, craintes sociales, *etc.*).

26. Livre vert sur la préparation à la menace biologique : http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/site/fr/com/2007/com/2007_0399fr01.pdf

27. La Commission suggère que ces normes puissent par exemple comporter « des procédures pour les États membres en matière de contrôles de sécurité des scientifiques et techniciens qui souhaitent manipuler (...) des agents biologiques dangereux figurant dans une liste communautaire » et « un système européen (...) de certification d'installations et de chercheurs fiables et dignes de confiance, qui facilite l'échange sûr et sans risque d'échantillons et de résultats de recherche sensibles ».



l'émergence naturelle ou accidentelle de maladies. Dans ces domaines, les compétences clés sont généralement détenues par un nombre restreint de scientifiques.

La réflexion sur l'agroterrorisme constitue aussi une opportunité pour penser nos recherches, non pas sous l'angle d'une opposition entre connaissances académiques et connaissances pour l'action, mais en termes de structuration des moyens et de finalité de la production du savoir.

Quelques questions méritent d'être soulevées :

- Quel cadre expérimental et théorique pour caractériser épidémiologiquement des « événements rares » et des « processus cachés » accessibles seulement après qu'une épidémie s'est développée (et qu'il est alors quasiment impossible de déterminer si elle résulte d'une contamination délibérée) ?
- Le milieu de la protection des cultures n'est pas familier des approches mixtes prospectives / analytiques permettant d'aborder des problématiques complexes (caractériser ce qui n'est « jamais arrivé », ce qui est « extrêmement improbable », ce qui est « non expérimentable »), alors qu'il est confronté depuis plusieurs années à des évaluations de risques pour lesquelles l'instrumentalisation de la menace prend parfois le dessus sur le fait scientifique. Quelles méthodologies d'analyse de risque pour quel type de décision ?
- En ce qui concerne plus spécifiquement le monde de la recherche, quels sont les effets de la constitution de dispositifs d'expertise collective en matière de biosécurité sur la création de nouvelles capacités de recherche (collections de souches, plateformes de détection et d'identification, portabilité des technologies, banques de données géo-référencées) et sur la formulation de problématiques susceptibles de générer de nouvelles connaissances scientifiques ?
- Quels types d'interactions et quels partenariats public-public sont-ils nécessaires à la production de référentiels et d'agencement de compétences permettant de concevoir des politiques de biosécurité et les rendre opérationnelles (Boumram, 2007) ?

La formulation de ces questions, rattachées à la problématique de l'agroterrorisme (et plus largement à la biosécurité des cultures), va dans le sens d'un appel à la constitution d'un front de recherche autour du thème des « pathologies émergentes » et conduit à légitimer la réactivation d'un dispositif intégré de veille phytosanitaire et d'épidémiologie. Nos réflexions font également écho à la montée des préoccupations d'évaluation des risques qui questionnent la façon dont les scientifiques, au sein même de leurs conditions de « travailleurs de la preuve », appréhendent les liens entre science et société (Barbier, 2007 ; Barbier et Prete, 2008). Un nouvel ordre biopolitique se cristallise

autour de la gestion des risques : les conditions de constitution de la preuve de l'existence d'une menace ne se réduisent pas à celles du laboratoire ou à celles de l'expertise d'administration. Cette « preuve » fait désormais l'objet d'une économie, d'une politisation et d'un engagement civique ; les chercheurs sont invités à réfléchir à sa nature et à son contenu, mais aussi aux conditions dans lesquelles elle vient à exister, qu'elle concerne la biosécurité des cultures ou toute autre problématique scientifique ■

Références bibliographiques

- BARBIER M., JOLY P.B., 2001. Sécurité alimentaire : quels enseignements pour les filières agro-alimentaires ? In Club Demeter, *Études et stratégies agricoles : la nouvelle agriculture*. Armand Colin, Paris, 73-138.
- BARBIER M., 2007. The governance of animal and crop emergent diseases in agriculture: towards a shift in biopolitics ? Results from comparative studies. XXIInd Congress of the European Society for Rural Sociology, 20-24 août 2007, Wageningen, Netherlands.
- BARBIER M., PRETE G., 2008. Un regard sociologique sur la biopolitique des maladies émergentes et ré-émergentes. In I. Sache I., Barnouin J. (éds.) : *Maladies émergentes chez les plantes, les animaux et l'homme : stratégies et méthodes d'analyse épidémiologique*. Quae Editions, Paris (à paraître).
- BOBEN J., 2007. Slovenian perspective on crop biosecurity. IIIrd European Crop Biosecurity Workshop, 27-28 novembre 2007, Paris, France.
- BOUMRAR J., 2007. *Étude de la prévention et de l'anticipation d'une crise d'agroterrorisme par la mise en place d'une gestion préventive des risques dans le cadre de coopérations pluridisciplinaires*. Mémoire de mastère 2 en Sciences du management, université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines, France, 102 p.
- BYRNE R., 2007. Horizon scanning rural crime – agroterrorism an emerging threat to UK agriculture ? *International Journal of Rural Crime*, 1, 62-78.
- CASTONGUAY S., 2005. Biorégionalisme, commerce agricole et propagation des insectes nuisibles et des maladies végétales : les conventions internationales phytopathologiques, 1878-1929. *Ruralia*, 16-17, 137-152.
- CIPV/IPPC, 2004. Pest risk analysis for quarantine pests, including analysis of environmental risks and living modified organisms. *International Standard for Phytosanitary Measures*, 11, FAO, Rome, Italia.
- COCHRANE H., HASLETT D., 2002. Deliberate release – what are the risks ? *New Zealand Journal of Forestry*, 47(2), 16-17.
- CONNICK W.J., DAIGLE D.J., PEPPERMAN A.B., HEBBAR K.P., LUMSDEN R.D., ANDERSON T.W., SANDS D.C., 1998. Preparation of stable, granular formulations containing *Fusarium oxysporum* pathogenic to narcotic plants. *Biological Control*, 13(2), 79-84.
- CUPP O.S., WALKER D.E., HILLISON J., 2004. Agroterrorism in the U.S.: key security challenge for the XXIst Century. Biosecurity and Bioterrorism: *Biodefense Strategy, Practice, and Science*, 2(2), 97-105.
- DEHNE H.W., 2007. Crop and agrifood vulnerability in Europe. IIIrd European Crop Biosecurity Workshop, 27-28 novembre 2007, Paris, France.
- DUDLEY J.P., WOODFORD M.H., 2002. Bioweapons, bioterrorism and biodiversity: potential impacts of biological weapons attacks on agricultural and biological diversity. *Revue scientifique et technique – Office international des épizooties*, 21(1), 125-137.
- ELAD D., 2005. Risk assessment of malicious biocontamination of food. *Journal of food protection*, 68(6), 1302-1305.
- FLETCHER J., BENDER C., BUDOWLE B., COBB W.T., GOLD S.E., ISHIMARU C.A., LUSTER D., MELCHER U., MURCH R., SCHERM H., SEEM R.C., SHERWOOD J.L., SOBRAL B.W., TOLIN S.A., 2006. Plant pathogen forensics: capabilities, needs, and recommendations. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 70(2), 450-471.
- FOXWELL J., 2001. Current trends in agroterrorism (anti-livestock, anticrop, and antisoil bioagricultural terrorism) and their potential impact on food security. *Studies in Conflict and Terrorism*, 24(2), 107-129.
- GAMLIEL A., 2007. Eradication and containment techniques applied to crop biosecurity. IIIrd European Crop Biosecurity Workshop, 27-28 novembre 2007, Paris, France.
- GRUIER F., 2003. La guerre dans nos assiettes. *Le Nouvel Observateur*, 1997, 78-80.
- GULLINO M.L., SUFFERT F., DEHNE H., THOMAS J., BARKER I., GAMLIEL A., BONIFERT M., STACK J., FLETCHER J., ABDEL-SALAM K., 2007. Crop and food biosecurity: 1st results of European research. *Phytopathology*, 97, S44.
- HENRY C., 2007. Pathogen diagnostic systems, field diagnosis and mycotoxin identification: tools available for crop biosecurity. IIIrd European Crop Biosecurity Workshop, 27-28 novembre 2007, Paris, France.
- HUFF K.M., MEILKE K.D., TURVEY C.G., CRANFIELD J., 2004. Modeling bioterrorism in the livestock sectors of NAFTA members. *Current Agricultural, Food and Resource Issues*, 5, 1-22.
- KHETARPAL R.K., GUPTA K., 2007. Plant biosecurity in India – status and strategy. *Asian Biotechnology and Development Review*, 9(2), 83-107.
- KOHNE A., 2000. Responding to the threat of agroterrorism: specific recommendations for the United States Department of Agriculture. In J.A. Davis, Schneider R. (eds.): *The Gathering Biological Warfare Storm*. USAF Counterproliferation Centre, Alabama, USA.
- KOSAL M.E., ANDERSON D.E., 2004. An unaddressed issue of agricultural terrorism: a case study on feed security. *Journal of Animal Science*, 82, 3394-3400.

- LATXAGUE E., SACHE I., PINON J., ANDRIVON D., BARBIER M., SUFFERT F., 2007. A methodology for assessing the risk posed by the deliberate and harmful use of plant pathogens in Europe. *EPPO Bulletin*, 37(2), 427-435.
- LEPO J.E., HENSON J.M., 2004. Crop bioterrorism: risk, diagnosis, control, prevention, the future. In : Lartey R.T., Caesar A.J. (eds): *Emerging Concepts in Plant Health Management*. Research Signpost, Trivandrum (India), 1-15.
- LIPA J.J., 2006. Agroterrorism – a challenge for quarantine and plant protection. *Progress in Plant Protection*, 46(1), 162-168.
- MADDEN L.V., VAN DEN BOSCH F., 2002. A population-dynamics approach to assess the threat of plant pathogens as biological weapons against annual crops. *BioScience*, 52(1), 65-74.
- MADDEN L.V., WHEELIS M., 2003. The threat of plant pathogens as weapons against U.S. crops. *Annual Review of Phytopathology*, 41, 155-176.
- MILLER N., ESTOUP A., TOEPFER S., BOURGUET D., LAPCHIN L., DERRIDJ S., KIM K.S., REYNAUD P., FURLAN L., GUILLEMAUD T., 2005a. Multiple transatlantic introductions of the western corn rootworm. *Science*, 310(5750), 992.
- MILLER A.J., HILEMAN C.L., DROBY S., PASTER N., 2005b. Science and technology based countermeasures to foodborne terrorism: introduction. *Journal of Food Protection*, 68(6), 1253-1255.
- NUTTER F.W., 2004. Crop biosecurity and safety of grain based foods. International Quality Grains Conference Proceedings, 19-22 July 2004, Indianapolis, Indiana, USA.
- OEPP/EPPO, 2006. PM 5/3 (2) Decision-support scheme for quarantine pests. OEPP, Paris, France, <http://www.eppo.org/QUARANTINE/quarantine.htm>
- O'NEILL N.R., JENNINGS J.C., BAILEY B.A., FARR D.F., 2000. *Dendryphon penicillatum* and *Pleospora papaveracea*, destructive seedborne pathogens and potential mycoherbicides for *Papaver somniferum*. *Phytopathology*, 90(7), 691-698.
- PAQUIN A., 2006. *Étude de la néologie dans la terminologie du terrorisme avant et après septembre 2001 : une approche lexicométrique*. Mémoire de maîtrise en linguistique. Faculté des arts et des sciences, université de Montréal, Canada, 127 p.
- PASQUALI M., 2006. Biosecurity research and agroterrorism: are there ethical issues at stake? In Kaiser M., Lien M.E. (eds.): *Ethics and the Politics of Food*. Wageningen Academic Publisher, 203-206.
- PATERSON R.R.M., 2006. Fungi and fungal toxins as weapons. *Mycological Research*, 110, 1003-1010.
- PINON J., 2006. Protection of European forest against a potential terrorist attack: a common issue. 1st European Crop Biosecurity Workshop, 15th May 2006, Cambridge, UK.
- ROGER P., WHITBY S., DANDO M., 1999. Biological warfare against crops. *Scientific American*, 280, 70-75.
- SCHAAD N.W., ABRAMS J., MADDEN L.V., FREDERICK R.D., LUSTER D.G., DAMSTEEGT V.D., VIVADER A.K., 2006. An assessment model for rating high-threat crop pathogens. *Phytopathology*, 96(6), 616-621.
- SCHAAD N.W., SHAW J.J., VIDAVER A., LEACH J., ERLICK B.J., 1999. Crop Biosecurity. APSnet Feature, <http://www.apsnet.org/online/feature/BioSecurity/>
- SCHWÄGERL C., 2005. La recherche sur le bio terrorisme ne mérite pas tant d'argent. *Courrier international*, 752, 56.
- SEMAL J., 1982. *Pathologie des végétaux et géopolitique*. La Maison Rustique, Paris, 270 p.
- SPRINKLE R.H., 2003. The biosecurity trust. *BioScience*, 53(3), 270-277.
- STACK J., CARDWELL K., HAMMERSCHMIDT R., BYRNE J., LORIA R., SNOVER-CLIFT K., BALDWIN W., WISLER G., BECK H., BOSTOCK R., THOMAS C., LUKE E., 2006. The National Plant Diagnostic Network. *Plant Disease*, 90(2), 128-136.
- STARK A.A., 2005. Threat assessment of mycotoxins as weapons: molecular mechanisms of acute toxicity. *Journal of Food Protection*, 68(6), 1285-1293.
- STRANGE R.N., SCOTT P.R., 2005. Plant disease: a threat to global food security. *Annual Review of Phytopathology*, 43, 83-116.
- SUFFERT F., 2002. L'épidémiologie végétale, nouvelle discipline de guerre ? Lumière sur le bioterrorisme agricole, un enjeu émergent pour la recherche agronomique. *Le Courrier de l'environnement de l'INRA*, 47, 57-69.
- SUFFERT F., 2003. L'utilisation volontaire d'agents phytopathogènes contre les cultures. L'agroterrorisme et ses conséquences sur notre approche de la lutte contre les maladies des plantes. *Phytoma*, 563, 8-12.
- SUFFERT F., 2007. *Analyse de scénarios d'agroterrorisme : une approche prospective de la biosécurité des cultures*. Rapport 2004-2007 des travaux de recherche et d'expertise menés dans le cadre du projet CropBioterror (classé confidentiel), 109 p.
- TURVEY C.G., MAFOUA E., SCHILLING B., ONYANGO B., 2003. Economics, hysteresis and agroterrorism. *Canadian Agricultural Economics Society Annual Meeting*, 27-30 juillet 2003, Montréal, Canada.
- UNGERER C., ROGERS D., 2005. The threat of agroterrorism to Australia: a preliminary assessment. *Studies in Conflict and Terrorism*, 29(2), 147-163.
- WAAGE J.K., MUMFORD J.D., 2007. Agricultural biosecurity. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 363(1492), 863-876.
- WHEELIS M., CASAGRANDE R., MADDEN L.V., 2002. Biological attack on agriculture: low-tech, high-impact bioterrorism. *BioScience*, 52(7), 569-576.
- WHITBY S., 2002. *Biological warfare against crops*. Palgrave, Basingstoke, 271 p.
- YOUNG J.M., ALLEN C., COUTINHO T., DENNY T., ELPHINSTONE J., FEGAN M., GILLINGS M., GOTTFWALD T.R., GRAHAM J.H., IACOBELLIS N.S., JANSE J.D., JACQUES M.A., LOPEZ M.M., MORRIS C.E., PARKINSON N., PRIOR P., PRUVOST O., RODRIGUES NETO J., SCORTICINI M., TAKIKAWA Y., UPPER C.D., 2008. Plant-pathogenic bacteria as biological weapons – real threats? *Phytopathology*, sous presse.
- ZILINSKAS R.A., 1999. Cuban allegations of biological warfare by the United States: Assessing the evidence. *Critical Reviews in Microbiology*, 25, 173-227.