
Guerre et défoliation dans le Sud Viêt-Nam, 1961-1971

Aux sources de l'histoire

Thao Tran, Jean-Paul Amat et Françoise Pirot



Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/histoiremesure/2273>

DOI : 10.4000/histoiremesure.2273

ISSN : 1957-7745

Éditeur

Éditions de l'EHESS

Édition imprimée

Date de publication : 30 août 2007

Pagination : 71-107

ISBN : 978-2-7132-2130-9

ISSN : 0982-1783

Référence électronique

Thao Tran, Jean-Paul Amat et Françoise Pirot, « Guerre et défoliation dans le Sud Viêt-Nam, 1961-1971 », *Histoire & mesure* [En ligne], XXII - 1 | 2007, mis en ligne le 01 juin 2010, consulté le 19 avril 2019. URL : <http://journals.openedition.org/histoiremesure/2273> ; DOI : 10.4000/histoiremesure.2273

Thao Tran, Jean-Paul Amat & Françoise Pirot*

Guerre et défoliation dans le Sud Viêt-Nam, 1961-1971. Aux sources de l'histoire

Résumé. Trente ans après la fin de la guerre du Viêt-Nam en 1975, le débat sur l'utilisation très controversée des herbicides reste d'actualité. Le programme militaire américain *Ranch Hand* (1961 à 1971), visait la destruction totale du couvert végétal surtout dans le Sud. La communauté scientifique internationale se rendit vite compte, de l'ampleur des conséquences environnementales et sanitaires. À la disparition de vastes surfaces de forêts, de mangroves et d'autres formations végétales, qui affaiblit durablement la biodiversité des écosystèmes, s'ajoutent la pollution des sols et des eaux. Dès 1974, les rapports de l'Académie nationale des sciences américaine mentionnent le nombre de missions aériennes et les quantités d'herbicides déversées. Bien que les estimations varient d'un document à un autre et que ces statistiques comportent des erreurs et des oublis, elles révèlent l'ampleur du phénomène. Les documents du département de la Défense, peu à peu accessibles, sont aussi inestimables pour la reconstitution historique de la défoliation. Ils permettent d'évaluer le poids de la guerre en tant que perturbation, de localiser et de spatialiser le nombre de missions, les types et la quantité d'herbicides déversés et les régions touchées. Les géotraitements de ces sources permettent de vérifier et d'interpréter les faits de guerre, puis de comparer les résultats. Ce travail de traitement historique des sources est une première étape vers d'autres études environnementales ou sanitaires, destinées à comprendre les impacts de la défoliation sur le milieu et les hommes.

Abstract. War and Defoliation in the South Vietnam (1961-1971). The Sources of History. Thirty years after the end of the conflict in 1975, the debate on the controversial use of herbicides in Vietnam remains heated. The chemical component of this war carried by the program *Ranch Hand* (1961-1971), which aimed to the total destruction of the vegetational cover. At that time, the international scientific community already realized what would be the catastrophic environmental and medical consequences in the post-war period. The disappearance of very large surfaces of forests, mangrove forests and others plant communities durably endangered biodiversity; the soils and water were also polluted. Since 1974, reports of the American National Academy of Sciences have listed the number of air missions and the quantity of herbicides spread per military area and year. Although their statistics include variations, errors and omissions, these sources give an idea of the extent of the phenomenon. Nowadays, the American Defense Department tends to open its files to researchers. The few ones that are already available prove of priceless value for the history of defoliation and bring new dimensions. We can now weigh war as a disturbance and locate the number of missions and the type and quantity of herbicides, which will eventually allow us to assess the impact of defoliation on ecosystems and people.

* Université Paris IV-Sorbonne, Espaces, Nature et Culture, UMR 8185, CNRS, 191 rue Saint-Jacques, 75 005 – Paris. E-mail : vnth04@yahoo.fr ; jmjpamat@club-internet.fr

Centre de Compétence Thématique *Modélisation, Analyse spatiale, SIG*, UMR 8564, CNRS, Centre de Ressources Numériques Spatiales M²ISA, 54 bd Raspail, 75 006 – Paris. E-mail : pirot@msh-paris.fr

Les armes et les guerres, y compris la guerre chimique, ont des effets directs et indirects sur l'environnement : entraînant une rupture évidente de l'équilibre des écosystèmes, ils ont aussi des effets sur les terres agricoles et forestières. Les armes chimiques et biologiques sont à l'origine une pollution intentionnelle de l'environnement par la dispersion de toxiques chimiques et/ou de micro-organismes virulents. Durant la guerre du Golfe, l'Irak libéra ainsi de grandes quantités d'hydrocarbures pour polluer le littoral koweïtien et incendia 700 puits de pétrole, contaminant la troposphère¹. Ceux qui ont qualifié ce conflit de *guerre propre*² se sont peu souciés de ses conséquences écologiques. Cet exemple est assez symptomatique des nouvelles formes de guerres contemporaines ; celle du Viêt-Nam reste la référence en matière de guerre chimique. Pour certains chercheurs, malgré les dévastations, la nature possède une volonté indomptable de survivre et de se régénérer³. D'autres insistent au contraire sur les effets à long terme, la restauration et la régénération des milieux contaminés ne peuvent intervenir qu'à une cadence terriblement lente.

Bien que les effets nuisibles de la guerre pour l'environnement aient été connus depuis longtemps, c'est à propos de l'utilisation massive des herbicides que la communauté internationale en est arrivée à reconnaître l'inacceptabilité des attaques militaires contre les milieux, en tant que stratégie de guerre. Ont ainsi été définis les types non-conventionnels de guerre : ABC, atomique, bactériologique et chimique. La guerre chimique peut viser deux types de cibles : les hommes et les animaux d'une part, les plantes et les récoltes d'autre part⁴. Les gaz moutarde et les gaz nervins, comprenant les types binaires et mycotoxines⁵, relèvent du premier type, les herbicides et les défoliants du second. Les effets sur les populations humaines et animales vont de l'irritation chronique à l'intoxication et/ou l'immobilisation létales ; pour la végétation, les agents chimiques provoquent l'assèchement des tiges et des feuilles, qui peut conduire à la mort brutale ou lente des plantes. Les doses utilisées durant la guerre du Viêt-Nam étaient dix, voire quinze fois supérieures à celles recommandées en agriculture⁶.

1 VAN YPERSELLE DE STRIHOU, J.-P., 1992. Il s'agissait probablement de réduire la visibilité pour les opérations adverses.

2 Le concept de *guerre propre* a eu un écho médiatique important depuis la guerre du Viêt-Nam. Il s'agit d'une forme de guerre dont l'objectif est de limiter les pertes, notamment le nombre de victimes.

3 LEBIGRE, J.-M., 1999, p. 59.

4 NGUYEN, V.-H., 1971, p. 21.

5 WESTING, A., 1971b, pp. 1225-1227.

6 Les herbicides sont employés en agriculture pour le brûlage en pré-semis (sup-

Une rétrospective historique est nécessaire pour comprendre l'origine et les enjeux de cette guerre chimique. De 1940 à 1975, l'Indochine fut le théâtre d'abord d'une guerre révolutionnaire et nationaliste contre la France, puis d'une guerre de libération contre les États-Unis et de réunification par un régime communiste, toujours au pouvoir aujourd'hui. Dès 1946, les Viêt-Minh (membres de la ligue révolutionnaire pour l'indépendance du Viêt-Nam) ouvraient le feu au Tonkin sur les garnisons françaises. Cette première guerre s'acheva avec les accords de Genève de juillet 1954, qui prévoyaient la création au nord du 17^e parallèle de la République démocratique du Viêt-Nam, au sud de l'État du Sud Viêt-Nam. De 1954 à 1964, le Nord Viêt-Nam réarme, mais surtout entretient la guérilla et le terrorisme au Sud. Après le départ des troupes françaises, les États-Unis prennent en charge l'armée nationale vietnamienne sudiste. Sous la présidence de Lyndon Johnson, les militaires réclament de nouveaux effectifs pour protéger les bases aériennes, puis lancer des opérations d'envergure. La tactique est simple : chercher le contact, même désavantageux pour les troupes, matraquer et utiliser l'appui des feux pour détruire la mécanique ennemie, ne pas sortir du rayon d'action de l'artillerie pour éviter le corps à corps, enfin ne pas s'aventurer la nuit hors des bases. Les deux plus célèbres opérations de la période américaine de la guerre du Viêt-Nam, sous les noms de code *Cedar Falls* et *Junction City*, sont conduites de janvier à mai 1967 dans le Triangle de fer, repaire fortifié des Viêt-Cong (combattants du Front national de libération du Sud Viêt-Nam), à 60 km au nord-ouest de Saïgon⁷. Le présent article porte, lui, sur l'opération *Ranch Hand*, moins connue, alors qu'elle a provoqué de très importants dégâts pour les milieux. Son rôle dans le dénouement de la guerre du Viêt-Nam et dans les effets sur l'environnement de cette guerre chimique dite *chirurgicale*⁸ a été reconnu.

Les États-Unis se sont engagés dans les guerres d'Indochine et du Viêt-Nam sans réelle prise de conscience du type de guerre qu'ils devraient affronter et conduire⁹, pour dénouer les crises persistantes depuis les années 1950. Dès 1961, la guerre s'*américanisa*. Avec l'engagement aérien correspondant aux bombardements sur le Nord Viêt-Nam et aux épandages d'herbicides,

pression des mauvaises herbes avant le semis) et pour la défoliation ou la dessiccation (moyen d'aide à la récolte). À raison de 1 à 3,5 l/km² en moyenne, les effets dépendent beaucoup des conditions environnementales : température, humidité, nature du sol, pratiques agricoles.

7 TOINET, R., 1997, p. 103.

8 Le concept de *guerre chirurgicale* a été très utilisé durant la guerre du Golfe. Il s'agit d'une forme de *guerre précise* par les bombardements, facile et rapide, où les dégâts collatéraux seraient limités.

9 TRAN, T., 2006, p. 9.

le but de la guerre devint la destruction non d'une armée, mais de toute une nation. L'objectif était d'éradiquer non seulement l'armée Viêt-Minh toute entière, mais aussi les populations qui l'aidaient¹⁰. Les bombardements furent complétés par des actions de modification du temps et du climat, un aspect de la guerre qui reste très mal connu¹¹. Cet objectif de destruction générale était clair, même si les documents historiques montrent une ignorance plus ou moins feinte par les autorités officielles américaines quant aux effets à court et à long terme des produits chimiques sur l'environnement et sur la santé des hommes.

La communauté scientifique des géographes, surtout des écologues américains, canadiens et vietnamiens a demandé après guerre une estimation continue, une surveillance et une évaluation de l'impact militaire sur l'environnement, et encouragé les recherches sur les interactions entre sécurité et stabilité des écosystèmes aux différentes échelles. Elle préconise une démilitarisation des régions écologiquement importantes et demande l'interdiction de toute forme de guerre chimique anti-végétation. Enfin, elle insiste sur le renforcement de la convention sur l'interdiction de l'usage militaire (ou de toute autre utilisation hostile) des techniques de transformation de l'environnement et de celle la convention sur l'interdiction du développement et du stockage des armes bactériologiques, biologiques, des toxines et sur leur destruction¹².

Cet article revient sur une période sombre de l'histoire américaine (1961-1971) que beaucoup souhaiteraient passer sous silence¹³. Bien que les faits soient avérés, les sources militaires restent encore peu accessibles. L'intérêt d'une telle recherche est de trouver de nouvelles données pour apporter un éclairage, des explications sur la guerre chimique, malgré le caractère tabou du sujet. Notre travail de biogéographie historique se situe à l'échelle du Sud Viêt-Nam. Pour comprendre les perturbations de l'environnement, la méthodologie par Système d'Information Géographique (SIG)¹⁴ a été privilégiée, car elle permet des approches par modélisation et analyse spatiales des phénomènes les plus complexes. L'apport de sources archivistiques civiles

10 SAKKA, M., 1967.

11 TRAN, T., 2006, p. 354.

12 TRAN, T. & PIROT, F., 2006.

13 En 2003, le Viêt-Nam a demandé aux États-Unis une reconnaissance des faits passés, en mémoire de ses victimes de guerre et pour les enfants malformés de l'après-guerre. Les tribunaux ont classé sans suite l'affaire, prétextant qu'aucune guerre chimique n'avait été menée sur le territoire vietnamien.

14 La recherche par SIG repose sur l'utilisation du *labkit* ArcGIS-ArcInfo version 9.1, ArcInfo Workstation version 9.1.

et militaires (cartes topographiques, *pictomaps*¹⁵, photographies aériennes) et de sources récentes (images satellite, données du terrain) a permis d'utiliser des méthodes statistiques, de réaliser des géotraitements et des analyses spatiales. Pour présenter une partie de la démarche et des résultats obtenus, nous évoquerons d'abord le contexte général des manipulations militaires de l'environnement, puis le programme de défoliation, enfin les sources historiques concernant l'opération *Ranch Hand* et leurs usages possibles.

1. Les manipulations militaires de l'environnement

Face à l'armée nord-vietnamienne, qui n'engage ni son aviation ni ses blindés, mais utilise le terrain et le camouflage, se disperse et se regroupe à grande vitesse, recherche le corps à corps et l'attaque des bases d'artillerie ou des aérodromes, le commandement américain exploite l'aéromobilité. Utilisés aussi pour le transport de l'infanterie, hélicoptères et avions permettent de s'affranchir des routes dans un pays mal desservi, pour ravitailler les bases semi-logistiques et les unités en opérations. Elle donne au commandement la possibilité d'étendre la zone d'influence de l'infanterie, de modifier rapidement un plan d'opérations, d'obtenir localement la supériorité des feux dans le delta cochinchinois et en région montagneuse, même en saison des pluies. À partir de 1967, les bombardements sur le Nord Viêt-Nam visent des objectifs militaires et des voies de communication sans chercher à détruire les ports, les digues ou le pont Doumer sur le Fleuve Rouge. L'efficacité d'ensemble des bombardements a été discutée¹⁶. Impuissante contre un adversaire à l'armement simplifié, l'aviation tactique ne peut guère lutter contre une guerre souterraine. Par ailleurs, l'avion reste le vecteur des largages, notamment de produits chimiques. Les manipulations militaires de l'environnement prennent dès lors une place importante dans la guerre.

Les désastres environnementaux sont souvent des effets collatéraux des opérations militaires, mais ils peuvent aussi être délibérément provoqués. Briser l'équilibre d'un écosystème ou en exploiter l'instabilité devient une arme. On parle alors d'*Environmental Warfare*¹⁷. Les travaux de Westing

15 Mosaïque de photographies aériennes redressées et géoréférencées sur lesquelles les éléments topographiques ont été reportés. Cartes opérationnelles destinées au terrain pour l'identification du type de végétation, des unités d'occupation du sol, des infrastructures, des villages...

16 ROUGERON, C., 1970, p. 50.

17 MAMPAEY, L., 1998, pp. 21-22 : « La littérature américaine comprend habituellement dans le concept d'*Environmental Warfare*, les notions de *weather-modification capabilities*, *Environmental modification techniques*, *Weather control* ou encore, plus radicalement, de '*Made-to-order*' *Weather* ».

fournissent une définition très détaillée de ce concept et des développements que les militaires ambitionnaient de lui donner¹⁸. Cet auteur, en illustrant ses propos par des cas empruntés à des conflits passés, distingue deux catégories. Les manipulations qui impliquent l'utilisation de perturbations massives, à grande échelle, sont par exemple la rupture volontaire d'une digue ou l'incendie d'une forêt. Celles qui engendrent de petites actions, contrôlées scientifiquement, peuvent entraîner des déséquilibres et des perturbations graves dans une période et un espace déterminés. Pulvérisation de produits chimiques, contamination par des isotopes radioactifs, destruction par explosions par intrants énergétiques, mécaniques (obus...) ou thermiques (bombes incendiaires...), introduction d'espèces étrangères, ensemencement par des micro-organismes pathogènes : autant de techniques, faciles à mettre en œuvre, d'altération des biocénoses¹⁹ et des biotopes.

À l'*Environmental Warfare* s'ajoute le concept de *conflit vert*, apparu en 2003²⁰ (cf. Figure 1 : le schéma de synthèse met en évidence les objectifs militaires de destruction et les écosystèmes cibles, tout en montrant les moyens employés et les conséquences attendues sur l'environnement). Il couvre en fait toutes les situations explosives, de l'émeute locale au conflit international en passant par l'insurrection, la répression ou la guerre civile, directement liées au changement de l'environnement. La route qui mène aux *conflits verts* passe par la rareté des ressources et les atteintes à l'environnement. La majorité des conflits sont des *conflits gigognes*²¹ : les effets écologiques attisent le plus souvent des étincelles d'ordre politique, social, ethnique, religieux...

Durant la guerre du Viêt-Nam, les bombardements intensifs, les incendies volontaires et les pulvérisation massives et répétées d'herbicides dévastèrent des milliers de km² d'écosystèmes forestiers. Sur de très larges surfaces au Viêt-Nam, mais aussi au Cambodge et au Laos, les destructions des peuplements forestiers, les appauvrissements faunistiques et floristiques, l'érosion des sols, les désorganisations des chaînes trophiques²² témoignèrent des ruptures structurelles et fonctionnelles dans les écosystèmes. L'environnement était réellement devenu une cible. Sur les terres agricoles et forestières, les objectifs étaient les destructions ciblées et totales

18 WESTING, A., 1971b, 1971c & 1976.

19 Ensembles d'êtres vivants cohabitant dans un biotope.

20 GROUPE DE RECHERCHE ET D'INFORMATION SUR LA PAIX ET LA SÉCURITÉ, 2003 ; WESTING, A., 1992, pp. 129-135.

21 SCHMITZ, M., 1992, p. 64.

22 Relations de dépendance entre êtres vivants, renvoyant à la notion de chaîne alimentaire.

du couvert végétal, des ressources naturelles, des modifications volontaires des milieux, des perturbations durables et des privations de refuge. Les techniques de guerre par voie aérienne (épandage d'herbicides, dispersion de napalm, de bombes, ensemencement d'iodure d'argent, de mauvaises herbes) sont en la matière plus efficaces que la voie terrestre (bulldozers). Elles provoquent des dommages étendus, sur plusieurs centaines de km², durables (plusieurs mois et même plusieurs années) et graves²³.

Nombreuses furent les tentatives françaises et américaines pour modifier les conditions climatiques et l'environnement durant les opérations en Indochine (cf. Photos 1 à 3, elles montrent le repérage des cibles telles les pistes à embourber, les jonques, les sampans et les côtes à bombarder) et au Viêt-Nam. En 1966, les États-Unis se lancent dans le programme *Project Popeye*, qui vise à prolonger la saison des moussons. L'efficacité de l'ensemencement de nuages par des agents nucléigènes, tels que l'iodure d'argent, a été reconvenue ; on pensait de plus qu'ils ne pouvaient pas gêner les combattants ou les populations civiles, ni provoquer de déficit de pluies dans les pays voisins²⁴. Ces opérations de pluies provoquées ont été réalisées par l'*Us Air Force* au Laos, surtout dans la plaine des Jarres, au Cambodge, au Sud Viêt-Nam et temporairement dans une petite partie du Nord Viêt-Nam, dans la période où la mousson humide de Sud-Est est marginale. Le but était de causer à l'adversaire des difficultés logistiques, en embourbant et en coupant par des effondrements de terrain certaines routes en terre utilisées pour les mouvements de troupes et de véhicules, en détruisant des ponts de fortune ou en interdisant des passages à gué : il s'agit d'une véritable arme tactique.

D'autres opérations visent à déclencher d'importants incendies pour provoquer des pertes civiles. L'objectif est d'appliquer à de grandes étendues de forêt, au préalable défoliées, la technique, à base de bombes au phosphore, découverte par hasard lors des bombardements de Hambourg et de Dresde en 1944. La brutale aspiration d'oxygène que déclenche l'intense combustion du *fire-storm* engendre alors des vents d'allure cyclonique qui se précipitent vers le feu à des vitesses qui peuvent dépasser 200 km/h et le phénomène prend une allure exponentielle. Si cette technique a été utilisée de manière efficace en Amérique latine, plusieurs tentatives au Viêt-Nam ont avorté à cause de la très forte humidité de l'atmosphère et de la forêt, même durant les années 1961 à 1968, où l'utilisation des herbicides avait atteint son point culminant.

23 TRAN, T., 2006, p. 356.

24 GRANVILLE, P., 1975, p. 135.

Photo 1. Repérage des pistes et des ponts ferroviaires. Tonkin, avril 1950



Photo 2. Repérage des jonques et des sampans dissimulés. Cochinchine, mai 1950

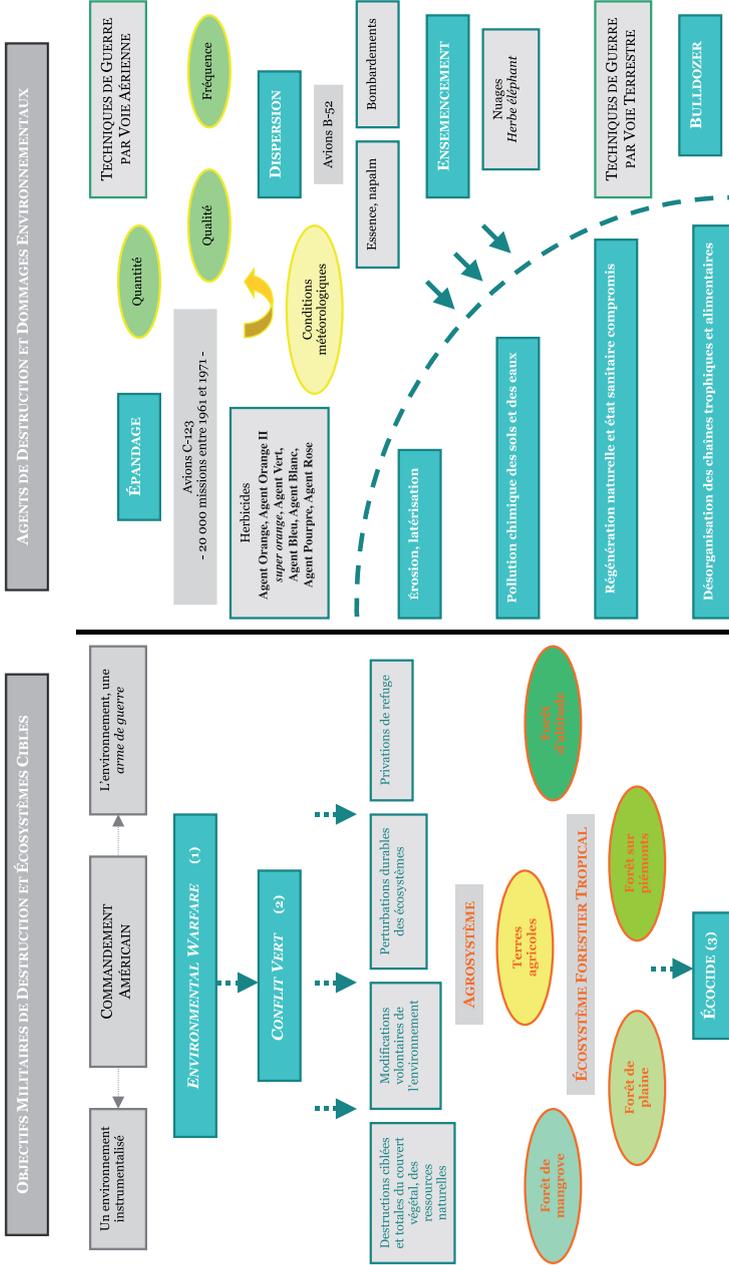


Photo 3. Repérage des points stratégiques le long d'une crête. Tonkin, mai 1950



© Service Historique de la Défense-Air

Figure 1. Guerre et environnement au Viêt-Nam



© T. TRAN, 2004

(1) A.-H. WIESTING (1984) (2) GRIP (2003) (3) A.-W. GALSTON (1972)

2. *Ranch Hand* et le programme de défoliation

*Vous seuls pouvez empêcher les forêts*²⁵

Cette devise fut celle des militaires de l'opération *Ranch Hand*, qui effectuèrent des missions de défoliation au-dessus du Sud Viêt-Nam et de la piste Hô Chi Minh²⁶. L'emploi des herbicides datait du début des années 1950. En 1961, le président du Sud Viêt-Nam, Ngô Đình Diêm, demande aux États-Unis de conduire dans son pays des opérations aériennes de pulvérisation d'herbicides. En août commencent les missions de l'armée de l'air sud-vietnamienne, avec l'aide des Américains. La requête de Diêm provoque cependant un débat de politique générale au sein du gouvernement américain. En novembre 1961, le président John Kennedy autorise l'utilisation des herbicides, dans des expériences limitées qui exigent la participation vietnamienne et l'accord, mission par mission, de l'ambassade américaine, du commandement de l'aide militaire au Viêt-Nam et du gouvernement sud-vietnamien.

L'opération *Ranch Hand*, commencée en janvier 1962 contre les forêts, est étendue en novembre à la destruction des cultures. Quand elle se termine neuf ans plus tard, 70 000 000 l de produits chimiques environ²⁷ (essentiellement les Agents Orange pour toute la végétation, Bleu pour les cultures et Blanc pour les forêts) ont été pulvérisés sur près de 20 % de la superficie totale de la jungle sud-vietnamienne, dont 36 % de ses forêts de palétuviers, soit environ 26 000 km² touchés (cf. Figure 2). Les régions littorales ont été abondamment arrosées, dans les zones militaires 1, 2, 3 et 4 ; la zone 3 dans son ensemble a été la cible privilégiée des campagnes de défoliation. Ces zones correspondent peu aux zones de bombardement, situées plus au nord du pays, sauf aux environs du 17^e parallèle. En revanche, elles sont concentrées dans les zones de fortes densités de population, d'où une augmentation des risques sanitaires.

La carte de synthèse sur les épandages des herbicides a été réalisée à partir des données américaines, notamment des travaux de Westing et de Stellman²⁸. (cf. Tableaux 1 à 3). Les volumes déversés en dix ans avoisinent

25 FRATERNITÉ VIËTNAM, 1975, p. 5.

26 TSCHIRLEY, F., 1968, pp. 1211-1212.

27 Les quantités totales d'herbicides comptabilisées varient selon les organismes, les chercheurs et les pays.

28 WESTING A., 1971b, 1976, STELLMAN, J. & al., 2003b. Ces derniers auteurs ont eu un accès direct aux archives militaires, mais aussi aux fiches de vol de l'armée de l'Air, ce qui leur a permis de reconstituer l'ensemble des missions de défoliation.

les 75 000 000 l selon Westing, avec des années à très forts épandages en 1967, 1968 et 1969 : 19,4, 19,3 et 17,3 millions de l, soit plus des deux tiers des quantités totales. L'Agent Orange, avec ses 45,7 millions de l et l'Agent Blanc, avec 20,6 millions de l, sont les plus employés, avec des fréquences de passage des avions au-dessus des forêts estimées à un à quatre épandages par site, plus rarement au-delà, jusqu'à dix.

La défoliation des forêts fait partie de l'arsenal des mesures destinées à chasser les Viêt-Cong : sous des arbres sans feuilles, il n'y a plus de cache possible. Mais personne, à l'époque, ne mesura réellement la gravité morale ni les conséquences écologiques de ce choix stratégique. Les équipages *Ranch Hand* s'engagent à voler en vêtements civils si nécessaire ; ils savent aussi qu'en cas de capture, le gouvernement américain pourrait ne pas les reconnaître. Pour les missions les plus dangereuses, des avions de chasse bombardent et mitraillent le secteur cible avant l'intervention des C-123 d'épandage²⁹. Des lances de pulvérisation sont fixées sous les ailes et la queue des appareils ; la soute abrite un réservoir de 3 800 l et un système de pompe. Les C-123 mettent le cap sur le Laos, le Cambodge, puis plus intensément sur le Sud Viêt-Nam. Les repères de navigation au sol sont inefficaces, car les routes se trouvent rarement là où elles sont portées sur les cartes. Quand la jungle est très dense, avec des arbres qui atteignent 60 m de haut, les avions font un survol à basse altitude, localisent la route puis larguent des fumigènes. La colonne de fumée s'échappe de la canopée au bout d'une minute environ ; les avions pulvérisent alors, passant d'une colonne à l'autre. Au bout d'une semaine, le jaunissement de la forêt provoqué par la première pulvérisation se voit nettement d'en haut. Deux C-123 peuvent pulvériser en même temps, en suivant la bande de végétation défoliée et en l'élargissant de façon qu'elle déborde de 250 m de chaque côté de la route.

Les populations s'inquiètent de cette pluie de liquide rouge et nauséabond. Les Viêt-Cong distribuent des petites brochures qui expliquent comment éviter les effets néfastes. Ainsi peut-on protéger les produits alimentaires en les enterrant à 1,80 m au minimum. Pour faire pièce à cette propagande, des équipes gouvernementales sillonnent la campagne : les hommes mangent du pain imbibé de liquide défoliant et s'y lavent la figure. Mais la rumeur selon laquelle les Américains utiliseraient des poisons chimiques finit par se répandre dans les villages. Une visite de quelques

29 NEILANDS, J.-B. & *al.*, 1972, pp. 68-102. Ces chercheurs, présents au moment des faits, ont pu assister aux missions de défoliation. C'est pourquoi ils ont pu relater avec précision les manœuvres des avions au-dessus des forêts. Leurs récits concordent avec les rapports de l'armée américaine et ceux du département de la Défense.

sites forestiers autrefois défoliés a permis de recueillir les témoignages des habitants sur leur vécu et leurs perceptions³⁰.

L'activité de *Ranch Hand* ne se limite pas à la défoliation de la jungle. À partir de 1962, les cultures sont visées au moyen de l'Agent Bleu, afin de limiter, voire d'interrompre le ravitaillement des Viêt-Cong. L'effet est pervers : manquant de riz, les partisans augmentent les réquisitions dans les villages. En fait, la pulvérisation des cultures sert plutôt la propagande des Viêt-Công. Les fermiers, n'ayant jamais rien possédé de plus qu'un petit lopin et quelques arbres, aiment leur terre et leurs cultures, que les pulvérisations détruisent en quelques jours. Mais cela déclenche aussi un exode : les paysans hésitants quittent les zones occupées par les Viêt-Cong pour s'installer dans des régions contrôlées par le gouvernement sud-vietnamien. La destruction des cultures devint donc un moyen de pousser les paysans dans les villes ou dans les camps de réfugiés, où il était plus facile de les surveiller, ce qui inquiétait les partisans Viêt-Cong.

Cette guerre a donc utilisé des moyens chimiques, ici des désherbants³¹ employés en temps ordinaire pour combattre les mauvaises herbes et augmenter le rendement en agriculture. Les doses sont très supérieures à la normale, ce qui les rend incontestablement toxiques pour les plantes, les animaux et les hommes. À défaut d'atteindre directement l'adversaire par les armes conventionnelles, il fallait détruire la végétation qui lui servait de refuge³². Ainsi, les zones défoliées (*cf.* Figure 3) se calquent à peu près sur les zones de batailles recensées dans les archives du département de la Défense et les bases Viêt-Minh. À chaque zone militaire correspondent des camps bien précis, des bases aériennes, des lieux de stockage des fûts d'herbicides et des lieux de pompage. Ces données ont été fournies par l'équipe américaine de Stellman, qui travaille sur les conséquences épidémiologiques de la guerre chimique, mettant en avant la dangerosité de la dioxine contenue dans l'Agent Orange.

Interdire l'Agent Orange ?

En 1966, alors qu'un déluge d'Agent Orange tombe sur les forêts sud-vietnamiennes, certains responsables du gouvernement américain se déclarent hostiles à l'utilisation de ce produit, alors même que sa dangerosité n'est pas prouvée : ils pensent qu'elle expose les États-Unis à une accusation de

30 La visite terrain au Viêt-Nam, dans les forêts de mangrove, s'est déroulée de février 2006 à juin 2007.

31 GRÜMMER, G., 1969.

32 TRAN, T., 2006, p. 356.

guerre chimique. La convention de La Haye (1907) a interdit l'usage de poisons et d'armes empoisonnées, celle de Genève (1925) a proscrit les gaz toxiques et tous les liquides, matières et dispositifs toxiques analogues. Les Américains considèrent finalement que la convention de Genève ne s'appliquait pas aux herbicides et aux produits chimiques utilisés aux États-Unis, en Union soviétique et dans d'autres pays pour détruire les mauvaises herbes dans les cultures. L'Organisation des Nations Unies ne partageait pas cet avis au moment de la guerre du Viêt-Nam : elle considérait que la convention concernait toutes les armes. Était-il légitime de dévaster presque 1/7 de la superficie d'un pays allié et d'utiliser des armes dont les effets à long terme n'étaient pas prévisibles ?

Dix ans après la fin des opérations de pulvérisation, certains secteurs de jungle étaient couverts de forêts de bambous, qui rendaient le reboisement difficile³³ ; dans d'autres secteurs, le feu et l'érosion avaient durci la terre au point que toute reprise spontanée était compromise. Des terres ont été raclées et rasées au bulldozer, de vastes étendues de forêts brûlées à l'aide de matières incendiaires comme le napalm. Le nombre de trous d'obus et de bombes est estimé à plus de 20 millions, pour une superficie totale de 1 400 km² ; parfois larges de 12 m et profonds de 6 m, ces entonnoirs, emplis d'eau de pluie, sont devenus des lieux de reproduction de moustiques vecteurs de maladies infectieuses³⁴. Dans les régions où se sont déroulés de violents combats, les fragments de métal et les munitions non explosées sont si nombreux que les paysans n'osent plus retourner dans leurs champs. Dans les forêts, beaucoup de troncs, criblés d'éclats métalliques, ont pourri.

33 ASHTON, P., 1986, p. 33.

34 WESTING, A., 1976, p. 98.

Figure 2. Viêt-Nam du Sud.
Épandages d'herbicides et bombardements, 1961 à 1971

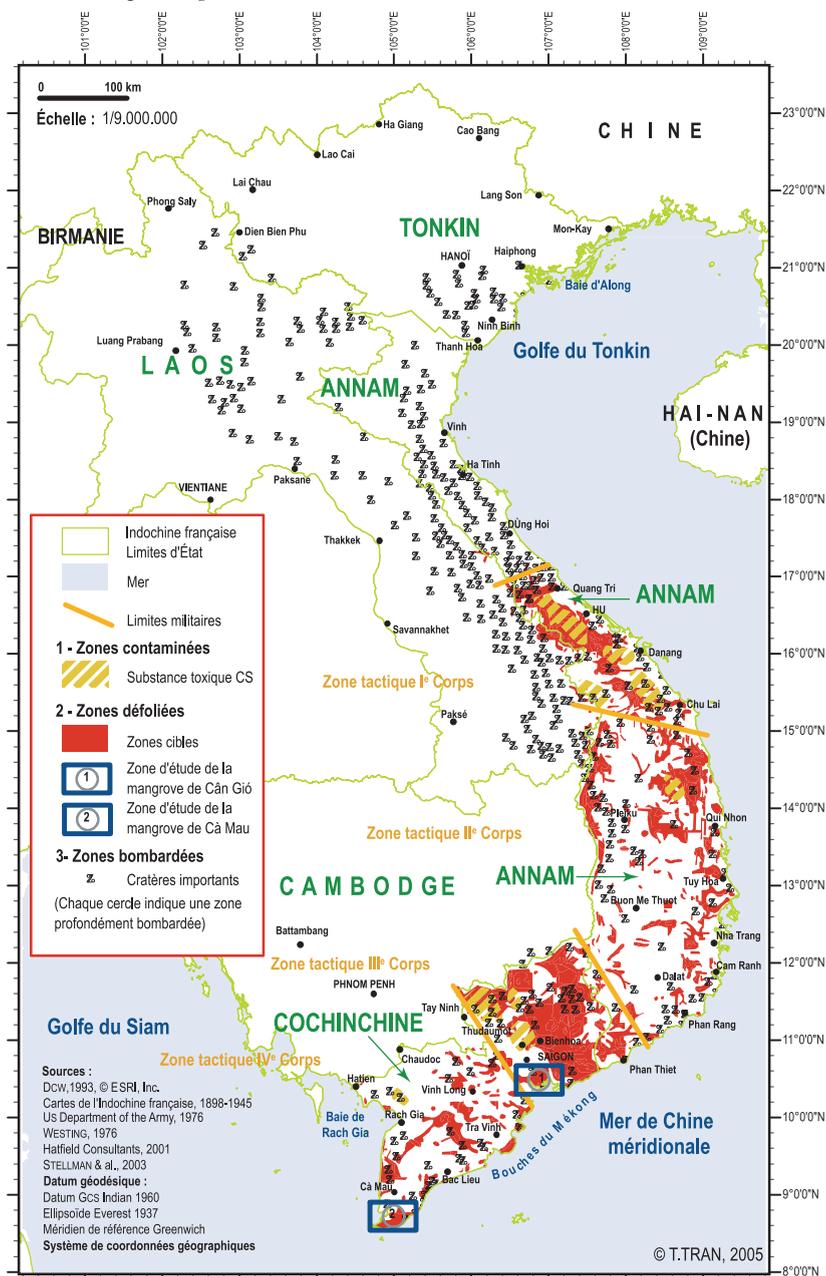


Tableau 1. *Viêt-Nam du Sud.*
Statistiques des volumes déversés, 1961 à 1971 (Westing, A.-H., 1976)

<i>Année</i>	<i>Quantités d'herbicides utilisés (volumes déversés en litres)</i>
1962	64 990
1963	280 695
1964	1 065 880
1965	2 515 730
1966	9 597 960
1967	19 391 890
1968	19 261 900
1969	17 255 120
1970	2 872 120
1971	38 000
Année inconnue	1 064 345
<i>Total</i>	<i>73 409.200</i>

Tableau 2. *Viêt-Nam du Sud.*
Statistiques des herbicides utilisés, 1961 à 1971 (Westing, A.-H., 1976)

<i>Herbicides</i>	<i>Périodes d'utilisation</i>	<i>Quantités répandues (estimations en litres) **</i>
Agent Rose *	1961 et 1965	50 312
Agent Vert *	1962-1964	31 026
Agent Pourpre *	1962-1965	1 892 773
Agent Orange *	1965-1970	45 677 937
Super Orange *	1968-1969	3 591 000
Agent Blanc	1966-1971	20 556 525
Agent Bleu	1962-1964	25 650
Agent Bleu	1964-1971	4 715 731

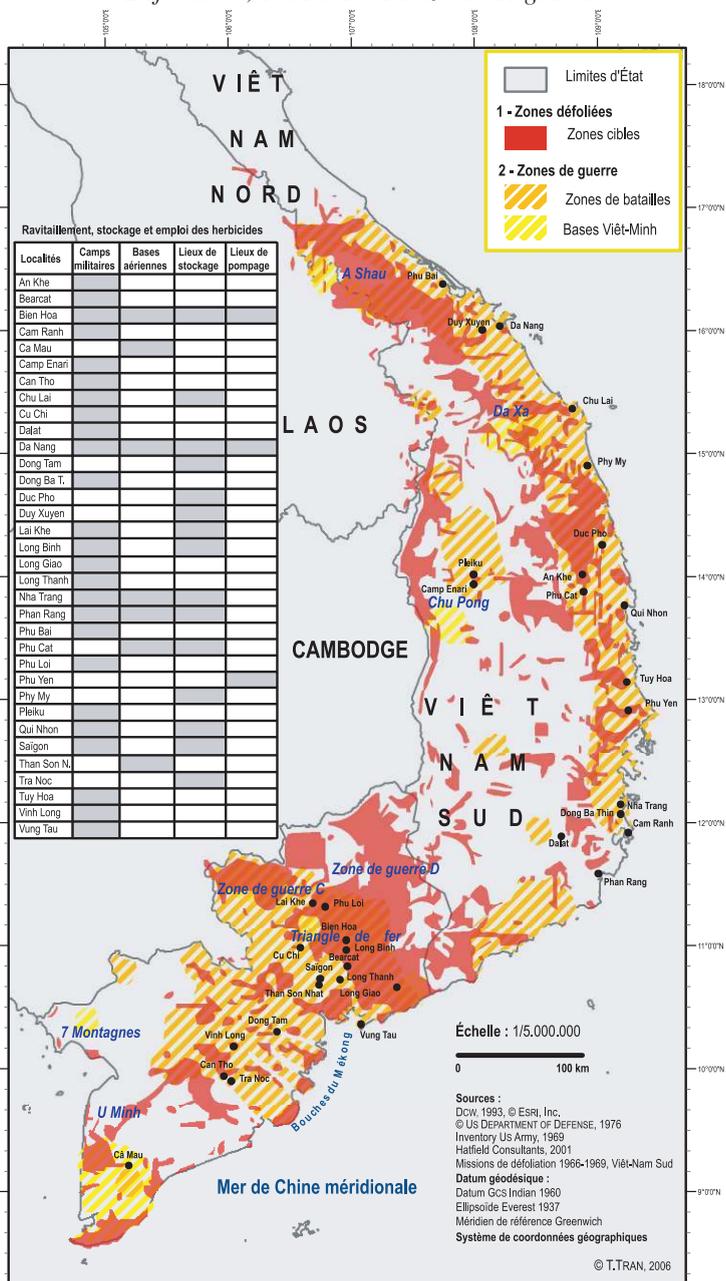
* Herbicides contenant de la dioxine.

** Estimations ne concernant que les épandages réalisés par les avions C-123 et non les missions par hélicoptères, autres épandages au sol.

Tableau 3. *Viêt-Nam du Sud.*
Statistiques des superficies touchées, 1961 à 1971 (Westing, A.-H., 1976)

<i>Nb. d'épandages</i>	<i>Nb. de km \leq touchés</i>
1	3 585,56
2	3 698,44
3	3 618,62
4	3 410,37
5	2 727,09
6	2 167,24
7	1 533,91
8	1 386,10
9	1 151,03
10 et plus	2 934,61
<i>Total</i>	<i>26 212,97</i>

Figure 3. Viêt-Nam du Sud.
Défoliation, 1961 à 1971 et zones de guerre



Était-il légitime d'utiliser le saccage des cultures comme moyen de chasser la population civile de ses villages ? Selon le droit international, la destruction de la nourriture et la destruction délibérée et méthodique de l'environnement (écocide) n'est légale que si elle est exclusivement destinée à l'ennemi ou si le bénéfice militaire retiré l'emporte sur le tort causé à la population.

Après la publication d'une étude sur les effets résiduels de l'opération *Ranch Hand*, l'Académie nationale des sciences américaine a conclu que, tout bien considéré, les effets néfastes du programme sur la santé de la population sud-vietnamienne semblaient avoir été moins importants qu'on aurait pu le craindre³⁵. Aucune preuve manifeste de troubles physiologiques directement imputables aux herbicides n'a été trouvée³⁶. Aujourd'hui, 30 ans plus tard, 32 000 demandes de pensions d'invalidité déposées par des vétérans vietnamiens et fondées sur l'utilisation de l'Agent Orange sont en souffrance. Jusqu'ici, le ministère américain des Anciens combattants n'a fait droit à aucune de ces demandes.

3. Reconstituer l'opération *Ranch Hand*

Que ce soit pendant ou après la défoliation, les recherches sur les effets des herbicides n'ont jamais réellement cessé, bien qu'il soit difficile pour les chercheurs américains d'accéder aux sites défoliés, voire bombardés. L'absence d'accès aux données limite toujours l'avancement des travaux. Les sources archivistiques occupent de ce fait dans la recherche une place toute particulière. Cependant, leur consultation n'est possible en général qu'au bout de plusieurs décennies.

Pour notre étude, nous avons mobilisé des sources recueillies en France au Service Historique de la Défense, au Centre des archives d'outre-mer et dans certaines bibliothèques spécialisées, comme celle de l'Académie des sciences d'outre-mer, mais aussi aux Archives nationales de Hô Chi Minh Ville. C'est ainsi au Viêt-Nam que nous avons retrouvé des cartes datant de la présence française ou américaine au Viêt-Nam et renseignant sur les spécificités du sol, de la végétation et du bâti. Élaborées, pour certaines, par le Service cartographique de l'armée à des fins militaires³⁷, elles sont d'un intérêt primordial, notamment pour la constitution du SIG. Nous avons aussi utilisé des écrits des chercheurs

35 ROSE, H., 1972, p. 712.

36 CECIL, P.-F., 1986.

37 LACOSTE, Y., 1976.

américains, mobilisant des sources militaires difficilement accessibles, même si certaines tendent à s'ouvrir³⁸.

Premières recherches et difficultés de recueil des données sur le terrain

L'évaluation des conséquences de la guerre du Viêt-Nam est une tâche qui est revenue aux chercheurs. Il s'agissait notamment d'obtenir des données concrètes et des arguments pour lutter contre la guerre, notamment ses formes les plus brutales et aider le peuple vietnamien à réparer les ravages écologiques. L'Académie nationale des sciences américaines s'est aussi penchée sur les effets de la guerre du Viêt-Nam. Son Comité scientifique, sorte de groupe d'experts, était constitué uniquement, dans un premier temps, d'éminents spécialistes américains en géographie, en écologie et en botanique³⁹. Il travaillait dans le cadre d'un contrat entre l'Académie des sciences et le département de la Défense. Ce Comité comportait, en 1983, 17 membres, dont le professeur Pham Hoang Ho, d'origine vietnamienne, les docteurs Zinke, Richards et le professeur Blakman, d'origine américaine⁴⁰, et 30 consultants. Tous les membres ont visité le Viêt-Nam, en groupe ou individuellement ; quelques-uns sont restés assez longtemps sur le terrain. Dès 1971, des visites ont été prévues sur les sites où les forces américaines avaient expérimenté les premiers largages d'herbicides.

Il est important de rappeler les contingences auxquelles ce travail a été soumis. La plupart des informations sur les épandages chimiques provenant du *Military Assistance Command Vietnam* sont inexactes : elles tendent à masquer l'ampleur des destructions. Au début, le Comité a espéré faire sur le terrain une série de comparaisons entre les zones épandues et celles non épandues et entre les forêts de l'intérieur et les forêts immergées dans des eaux saumâtres. Il prévoyait aussi d'autres investigations, comme l'étude de la persistance des herbicides dans le sol et des effets résiduels sur les moissons et les plantes sauvages, dans les *sites noirs* où des quantités anormales d'herbicides ont été larguées sur de petites superficies. Mais sur place, il s'est avéré impossible de mener ces recherches détaillées. Des *sites noirs* et des *sites immergés* ont été examinés, mais très peu de travaux ont pu être entrepris dans les forêts intérieures. Pour des raisons de sécurité, il était interdit de se rendre dans certaines zones. Le Comité dépendait en outre des forces américaines pour le transport sur les sites d'études et pour l'autorisation

38 YOUNG, A., CECIL, P.-F. & GUILMARTIN, J., 2004, p. 350.

39 MESELSON, M., WESTING, A. & CONSTABLE, J., 1972.

40 INKE, P., 1983, pp. 171-200, RICHARDS, P., 1983, pp. 17-22, BLACKMAN, G., 1974.

de visite de ces sites, même si un avion civil a pu occasionnellement être loué pour pallier un refus de transport militaire⁴¹.

Il est aussi très difficile de trouver des sites pour le largage expérimental d'herbicides, qui puissent être étudiés au moins pendant un ou deux ans. Le Comité espérait commencer les expériences sur de petites surfaces épandues dans des conditions contrôlées et en suivre les effets sur le sol et la végétation. Pour de telles expériences, les sites doivent être protégés contre les perturbations accidentelles. Il est presque impossible de trouver de tels sites, bien que quelques travaux aient été menés dans les forêts intérieures de Ban Me Thuat et dans les forêts inondées, dans les eaux saumâtres de Vung Tau. À cause de ces difficultés de travail au Viêt-Nam, des expériences ont été réalisées sur deux sites aux Philippines. À la lumière des expériences sur place, il apparaît quasi impossible d'obtenir une information sur les pertes concernant les forêts. Cela nécessiterait des études approfondies sur le terrain et un contrôle par des photographies aériennes des mêmes zones.

L'étude du Comité s'est finalement fondée sur un large corpus de photographies aériennes, certaines prises peu avant et durant la guerre, les autres au commencement des années 1950. Ces photographies étant de qualité irrégulière et de petite échelle, le Comité a commandé en outre des photographies en couleurs naturelles et en infrarouge. Cela donnait des informations détaillées sur les différentes catégories végétales et les groupes taxonomiques. Le Comité espérait arriver, à partir d'études intensives de certaines surfaces, à une estimation quantitative fiables des pertes totales pour toutes les forêts intérieures et immergées dans des eaux saumâtres. En pratique, l'interprétation des photographies s'est révélée très difficile et les conclusions présentées ont soulevé de nombreuses controverses. Les problèmes concernent le manque de précision des photographies aériennes, la difficulté de choisir les paramètres adéquats pour l'estimation des pertes dues aux herbicides et l'incertitude de l'information sur les forêts avant et après l'épandage d'herbicides. Le fait que l'épandage sur une large échelle avait partout cessé depuis un an au moins lorsque le Comité a commencé ses travaux ajoutait une source d'erreurs. La majorité des membres du Comité s'est contentée d'estimer que ces erreurs sur les pertes, dans le sens positif ou négatif, se compenseraient dans l'ensemble⁴².

41 CECIL, P-F., 1986, pp. 47-53.

42 WESTING, A., 1971a, pp. 893-898.

Une question particulièrement débattue était celle de la résistance de la dioxine⁴³, une substance particulièrement stable. Était-elle présente à des concentrations toxiques dans le sol et la biomasse, dans les forêts intérieures et littorales du Sud Viêt-Nam ? Était-il certain que la dioxine n'a pas été absorbée par les plantes et n'y exerce pas d'effets directement toxiques ? Si elle est encore nocive pour les animaux, a-t-elle des effets indirects sur les plantes et la régénération des forêts ?

Le Comité appliqua sur ce point les méthodes utilisées en synécologie⁴⁴ et les techniques d'évaluation des ressources forestières en vigueur pour la pratique de l'inventaire forestier au Viêt-Nam⁴⁵. La première étape consiste à repérer les régions soumises aux épandages, à évaluer leur degré de pollution et à échantillonner les sites, par photo-interprétation et analyse d'images satellite Landsat (pour 1971-1981) et de photographies aériennes. Ensuite, on constitue sur place un réseau de placettes d'étude stationnaires de 0,25 à 1 km², dans six classes de végétation. La recherche porte sur les conditions naturelles et historiques, les caractérisations du site, les éléments de la flore, l'état sanitaire, la régénération, la croissance et l'évolution de la forêt.

La persistance dans le sol concerne autant les Agents Orange ou Blanc que Bleu, les herbicides que les défoliants. De nombreuses données sur les transformations des composés dans les plantes, le sol, les organismes humains et les animaux ont permis d'établir leur classement sanitaire, hygiénique et écotoxicologique. Les esters souffrent d'une rapide hydrolyse à la fois dans les plantes et dans les sols, libérant des chlorophénoxyacides, dont les transformations dans les cellules végétales mettent en jeu des systèmes enzymatiques responsables du métabolisme des composés phénoliques endogènes. Or les plantes contenant des herbicides et leurs métabolites peuvent servir à la nourriture ou au fourrage. Il est donc très important de connaître la toxicité des produits de transformation des chlorophénoxyaci-

43 EPSTEIN, S., 1983, p. 28 : « L'usage militaire à grande échelle des herbicides au Viêt-Nam a eu de graves conséquences. Celles-ci impliquent les effets nocifs à long terme sur la santé de la population vietnamienne et des vétérans américains, largement attribués à l'action de la TCDD, contaminant de l'Agent Orange. Les inquiétudes vis-à-vis de la TCDD et des autres contaminants à base de dioxine des composés chlorophénoxy affectent non seulement la population vietnamienne et les vétérans américains exposés [...] L'émergence des maladies dues à l'Agent Orange chez les vétérans revenus du Viêt-Nam, devenue un problème national, a soulevé d'importantes questions scientifiques sur les problèmes de la causalité ».

44 La synécologie s'intéresse à l'étude des écosystèmes et aux relations entre les êtres vivants.

45 HOANG, H., 1983, p. 24.

des vis-à-vis des animaux à sang chaud. Le Comité a ainsi étudié en détail la décomposition par les organismes du sol du 2, 4-D et du 2, 4, 5-T⁴⁶, en prenant en compte également les composés volatils dégagés dans l'atmosphère. Ces investigations donnent une idée des difficultés du terrain et permettent d'avancer sur les questions liées à la désintégration des molécules des herbicides. Cependant, ces aspects chimiques ne fournissent aucune vision globale du phénomène.

Utilisation des archives militaires américaines

Pour aller plus loin et reconstituer la défoliation à l'échelle, tout au moins, de la province, il faut revenir aux sources de l'armée de l'Air (cf. Figure 4). Cela permet de mieux comprendre le processus et de se rendre compte réellement des régions touchées. Les statistiques du rapport McLeod du département de la Défense américain ne se rapportent toutefois qu'aux années 1967 à 1971, ce qui ne couvre pas toute la période de la défoliation. De plus, seuls les Agents Orange, Blanc et Bleu ont été retenus. Ce rapport nous a été rendu accessible par l'équipe américaine de Stellman, qui s'est fondée sur ces données pour ses propres travaux⁴⁷. Ces chercheurs se sont penchés sur les effets directs des herbicides sur les populations. En effet, l'augmentation du nombre de cancers est liée à l'exposition à l'Agent Orange. Notre propre recherche s'est appuyée sur ces sources archivistiques, en utilisant aussi les rapports journaliers de l'armée de l'Air.

46 *Dichlorophenoxyacetic acide*, présent dans les Agents Orange, Blanc et Rose, et *trichlorophenoxyacetic acide*, présent dans les Agents Orange, Vert et Rose.

47 STELLMAN, J. & *al.*, 2003b, pp. 321-328.

Figure 4. Exemple de rapport journalier décrivant trois missions de défoliation. Viêt-Nam, juillet 1968, Department of Defense

12th ACS USAF ~~CONFIDENTIAL~~

<p>A. Date <u>6 JULY 68</u></p> <p>B. Lift <u>HOCHI</u></p> <p>C. Msn #/Base of Origin <u>7-528 DAD</u></p> <p>D. Sched/Air/Prod <u>3/3/3</u></p> <p>E. Project & # <u>Prj. 1-2-6-66</u></p> <p>F. UTM Coordinates <u>Rmsy Loc</u></p> <p>G. Time on Target <u>0715/0750</u></p> <p>H. Agent: Gals & type <u>Orange 2900</u></p> <p>I. Total Flying Time <u>5:00</u></p> <p>J. Hits <u>8</u></p> <p>K. UTM of Ground Fire <u>N/A</u></p> <p>L. Aborts (No, Cause) Air <u>N/A</u> Gnd <u>2</u> Mx <u>2</u> Wx <u>2</u> Icd <u>2</u> Support <u>2</u> Other <u>2</u></p> <p>M. Tgt information Temp <u>326</u> Wind <u>240/08 = 10kts</u> Cond <u>DRY</u> IAS <u>140k</u></p> <p>N. Remarks: <u>Sperry FMS delayed due to</u> <u>FIC working DODIA files,</u> <u>expended.</u></p>	<p>A. Date <u>6 JULY 68</u></p> <p>B. Lift <u>TRUYA</u></p> <p>C. Msn #/Base of Origin <u>7-529 DAD</u></p> <p>D. Sched/Air/Prod <u>3/3/3</u></p> <p>E. Project & # <u>Prj. 1-2-6-66</u></p> <p>F. UTM Coordinates <u>Crop</u></p> <p>G. Time on Target <u>0610/0700</u></p> <p>H. Agent: Gals & type <u>Orange 2850</u></p> <p>I. Total Flying Time <u>3:00</u></p> <p>J. Hits <u>4</u> <u>4</u> <u>4</u></p> <p>K. UTM of Ground Fire <u>All along the way</u></p> <p>L. Aborts (No, Cause) Air <u>N/A</u> Gnd <u>2</u> Mx <u>2</u> Wx <u>2</u> Icd <u>2</u> Support <u>2</u> Other <u>2</u></p> <p>M. Tgt Information Temp <u>327</u> Wind <u>220/06</u> Cond <u>DRY</u> IAS <u>130k</u></p> <p>N. Remarks: <u>Fires did expand.</u></p>	<p>A. Date <u>6 JULY 68</u></p> <p>B. Lift <u>THUEN</u></p> <p>C. Msn #/Base of Origin <u>7-530 DAD</u></p> <p>D. Sched/Air/Prod <u>SEE</u> <u>REMARKS</u></p> <p>E. Project & # <u>Alt. 2-2B-5-68 Tgt #7</u></p> <p>F. UTM Coordinates <u>BASE CAMP</u></p> <p>G. Time on Target <u>1052/1120</u></p> <p>H. Agent: Gals & type <u>Orange 3000</u></p> <p>I. Total Flying Time <u>8:15</u></p> <p>J. Hits <u>8</u></p> <p>K. UTM of Ground Fire <u>N/A</u></p> <p>L. Aborts (No, Cause) Air <u>N/A</u> Gnd <u>2</u> Mx <u>2</u> Wx <u>2</u> Icd <u>2</u> Support <u>2</u> Other <u>2</u></p> <p>M. Tgt Information Temp <u>327</u> Wind <u>260/10 = 15</u> Cond <u>DRY</u> IAS <u>140k</u></p> <p>N. Remarks: <u>Extreme turb. on ridge</u> <u>lines and coordinates.</u> <u>Called sperry off after</u> <u>50 sec. Fires did not</u> <u>expand. Fires did not</u> <u>arrive until 30 min late</u></p>
--	---	--

GROUP 4 DOWNGRADED AT 3 YEAR INTERVALS ~~CONFIDENTIAL~~

N. 00 9/27

Photo 4. Épandages d'herbicides par les C-123
au-dessus de la forêt. Viêt-Nam, septembre 1965, Department of Defense



La démarche proposée dans notre travail est similaire à celle des chercheurs américains : seules les finalités changent, puisque ce sont ici les impacts environnementaux qui sont étudiés. Elle diffère de celui du Comité scientifique dans les années 1970, plus axé sur les données de terrain. Pour nous, il fallait d'abord retrouver les anciennes limites administratives. Les données sont rattachées à la province et non à la région ou au district, c'est pourquoi l'échelle de la province a été conservée. Or les limites n'ont cessé de changer au cours de l'histoire, de même que les superficies, les noms et les capitales des provinces. À partir de la carte des régions militaires et des divisions administratives vers 1967, il a été possible d'identifier les 48 provinces. Les documents cartographiques ont été scannés, géoréférencés en coordonnées géographiques et numérisés. Il fallait ensuite leur associer les données reconstituées sur les missions.

L'équipe de Stelman a commencé il y a dix ans, à reconstituer le fichier HERBS (*Herbicide Reporting System*), mission après mission. Celui-ci avait été constitué dès 1970, à la demande de la Division des opérations chimiques américaines, qui avait fait appel à l'*Us Army's Data Management Agency* pour conserver ses données mensuelles⁴⁸. Il est facile à l'équipe de recherche d'accéder à l'ensemble des données militaires, puisque le département de la Défense est associé initialement au projet de recherche. Près de 200 missions de défoliation avant août 1965 ont été retrouvées. L'équipe a ainsi pu proposer une nouvelle estimation du volume et des types d'her-

48 YOUNG, A., CECIL, P.-F. & GUILMARTIN, J., 2004, p. 355.

bicides utilisés entre 1961 et 1971. Son objectif est ensuite d'évaluer les populations exposées aux herbicides. Une base de données intitulée *Hamlet Evaluation System* recense ainsi 20 585 villages, dont près de 3 000 ont été directement et sérieusement touchés.

Notre propre étude utilise le rapport McLeod, issu du fichier HERBS. Les données initiales comportent le nom de la province, le type d'agent, le nombre de gallons transformé en litres pour les quantités. Pour chaque province, nous avons traduit le nombre de missions en cercles proportionnels : il en ressort que le plus grand nombre est de 695 dans la zone 3 (province de Phuoc Long) ; vient ensuite le littoral de la zone 1 (Thua Thien, Binh Dinh) (cf. Figure 5). Pour chaque type d'agent, les missions ont ensuite été représentées à part, afin d'évaluer le poids de chacun dans le nombre total des 6 542 missions (cf. Figures 6 à 8). La configuration de l'Agent Orange (cf. Figure 6) se calque sur celle de la défoliation, alors que l'Agent Bleu est présent le long du littoral et dans la zone 3, et l'Agent Blanc surtout dans cette dernière. Pour les trois agents, les concentrations les plus fortes figurent dans les provinces de Quang Tri, Thua Thien, Gia Dinh, Bien-Hoa, Long Khanh, Phuoc Long, Binh Duong, Tay Ninh et Long An.

Un travail en partie comparable a été réalisé par l'équipe américaine, qui a eu accès aux sources primaires. Elle en conclut que 7 millions de litres d'herbicides n'ont pas été comptabilisés : ceux utilisés à titre expérimental par les Français avant 1961 et ceux déversés par les Américains au Laos et au Cambodge⁴⁹. C'est l'accès aux carnets de vol des pilotes (des milliers de plans de vol) qui a permis de connaître ce qui ne figurait pas dans le programme HERBS : le détail des objectifs des missions⁵⁰. L'équipe Stellman a également pu regrouper les missions par numéro de projet, passant d'un fichier chronologique à une vision liée aux cibles (toutefois partielle), du fait des lacunes des archives conservées⁵¹.

À partir de ces fichiers, des chercheurs américains et vietnamiens ont élaboré une carte de la défoliation dans le delta du Mékong⁵². La spatialisation des transects aériens de défoliation, localisés par leurs coordonnées géographiques, permet de se rendre compte que seules les zones de mangrove et d'arrière-mangrove ont fait l'objet de campagnes intenses. D'autres transects plus éparpillés doivent correspondre aux voies de communication.

49 STELLMAN, J. & *al.*, 2003a, p. 682.

50 ARNAUD, B., 2003, p. 67.

51 STELLMAN, J. & *al.*, 2003a, p. 682.

52 Carte issue d'un poster présenté au colloque international d'ESRI, San Diego, 2004 (TRAN, K. & *al.*)

Il n'a pas été possible pour nous de consulter l'intégralité des documents militaires visualisant le tracé de ces transects de défoliation pour la totalité du Sud Viêt-Nam, sauf pour quelques sites, dont le district de Càn Giò (cf. Photo 5) et la péninsule de Cầ Mau. L'analyse des deux sites a ainsi pu être poussée à une échelle plus fine que celle de la province.

À partir des statistiques du rapport McLeod, avec leurs limites, et grâce à la mise en place du SIG, il est toutefois possible de tirer des conclusions plus générales sur les caractéristiques des différents agents (cf. Tableaux 4 et 5). Les données ont été créées à partir des renseignements sur la photo 5. En effet, sur chaque tracé correspondant à un trait noir sont indiqués le jour, le mois, l'année et la quantité de l'agent exprimé en gallons ainsi que le type d'agent matérialisé par une lettre (W : White, B : Blue et O : Orange). Les quantités citées dans les tableaux ont été converties en litres. Chaque ligne du tableau reprend un tracé de vol. Les champs correspondent aux informations indiquées sur chaque tracé de vol. Pour les besoins des géotraitements, une colonne supplémentaire a été créée renseignant la date complète (jour, mois et année). Ces données ainsi préparées peuvent être chargées dans le SIG.

En rapportant aux superficies concernées les quantités d'herbicides pour chaque type d'agent, nous observons que les quantités les plus fortes d'Agent Orange, entre 6 et 16 l/km², sont concentrées à la frontière de la zone démilitarisée et de la région de Saïgon. Celles de l'Agent Bleu, de l'ordre de 0,8 à 1,2 l/km², dans les provinces de Tay Ninh et de Gia Dinh, ont des valeurs bien inférieures à celles de l'Agent Blanc, de 4 à 10 l/km² (cf. Figure 9). Malgré les lacunes et les erreurs, les fichiers HERBS permettent ainsi d'obtenir une vision synthétique des épandages réalisés.

Tableau 4. Càn Giò. Statistiques des volumes d'Agent Orange dans les années 1966-1967

Attributes of cg6667ora1 arc				
JOUR	MOIS	ANNEE	DATECOMPLETE	QUANTITEL
31	août	1967	31081967	19656
31	janvier	1967	31011967	2646
30	novembre	1966	30111966	14364
30	juin	1967	30061967	22881,68
30	mars	1967	30031967	10546,2
29	decembre	1967	29121967	11340
29	août	1967	29081967	14931
29	janvier	1967	29011967	10206
29	janvier	1967	29011967	10206
29	janvier	1967	29011967	10206
29	janvier	1966	29011966	15120
29	janvier	1966	29011966	15120
28	decembre	1967	28121967	22680
28	juin	1967	28061967	10546,2
28	juin	1967	28061967	10546,2
28	juin	1967	28061967	10546,2
28	juin	1967	28061967	10546,2
28	janvier	1967	28011967	22680
28	janvier	1967	28011967	8353,8
28	janvier	1967	28011967	10206
27	juin	1967	27061967	17577
27	janvier	1967	27011967	10206
27	janvier	1967	27011967	10206
27	janvier	1967	27011967	3760
26	decembre	1967	26121967	23719,5
26	decembre	1967	26121967	23719,5
26	juillet	1966	26071966	15120
25	novembre	1967	25111967	10206

© TRAN, 2006

Tableau 5. Càn Giò. Statistiques des volumes d'Agent Orange dans les années 1968-1970

Attributes of cg687orange arc				
JOUR	MOIS	ANNEE	DATECOMPLETE	QUANTITEL
1	juillet	1968	1071968	11340
1	juillet	1968	1071968	11340
1	decembre	1969	1121969	15120
1	decembre	1969	1121969	15120
3	janvier	1968	3011968	7560
3	avril	1970	3041970	7560
3	avril	1970	3041970	7560
3	avril	1970	3041970	7560
4	mars	1968	4031968	22491
4	août	1968	4081968	18900
5	juillet	1968	5071968	18900
6	janvier	1968	6011968	7560
6	janvier	1968	6011968	7560
6	janvier	1968	6011968	7560
6	fevrier	1969	6021969	11340
6	avril	1968	6041968	18900
6	avril	1968	6041968	18900
6	juillet	1968	6071968	22680
6	juillet	1968	6071968	22680
6	juillet	1968	6071968	22680
7	janvier	1968	7011968	22302
7	mai	1969	7051969	22680
7	août	1968	7081968	18900
7	decembre	1969	7121969	13230
9	août	1968	9081968	18994,5
10	août	1968	10081968	17766
13	août	1968	13081968	5764,5
14	avril	1969	14041969	22680

© TRAN, 2006

Figure 5. Viêt-Nam du Sud.
Missions de défoliation par province, 1967 à 1971

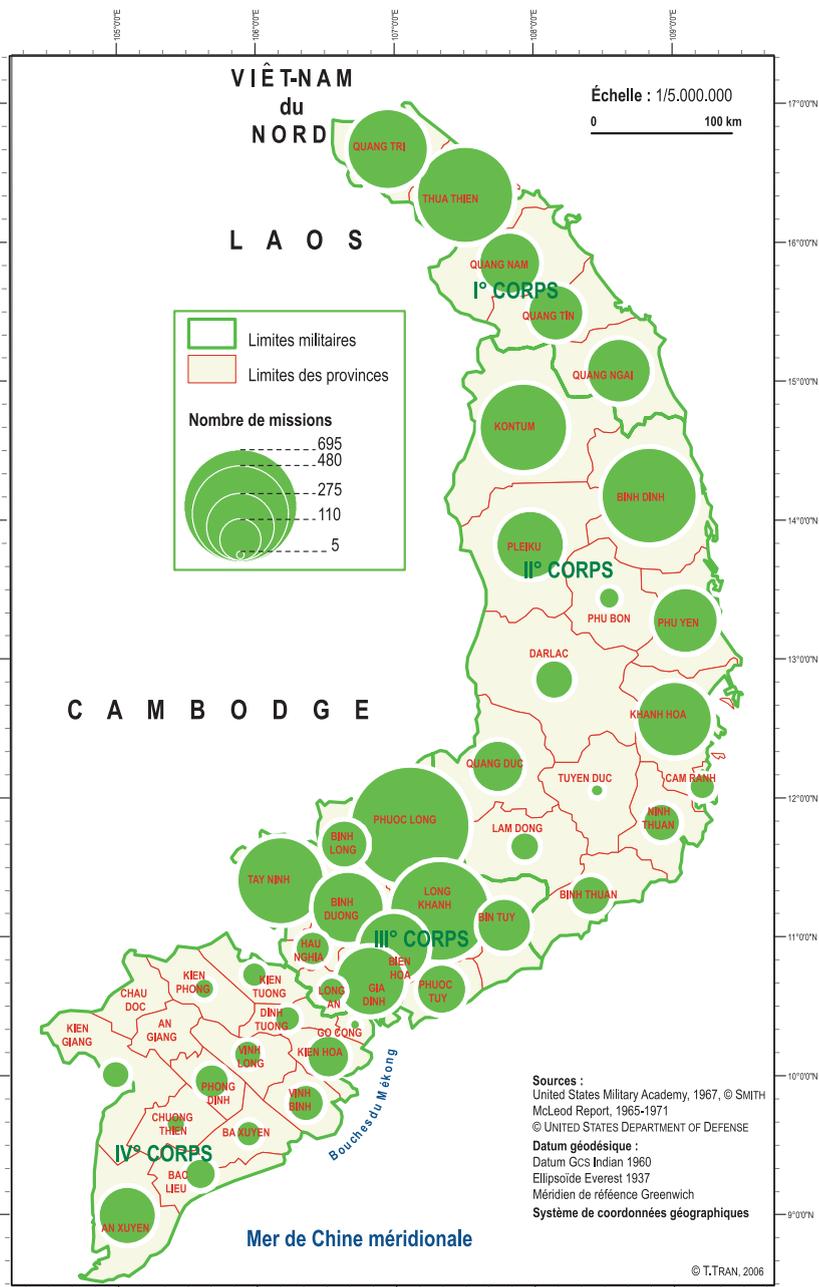


Figure 6. Viêt-Nam du Sud.
Quantités d'herbicides pour l'Agent Orange par province, 1965 à 1971

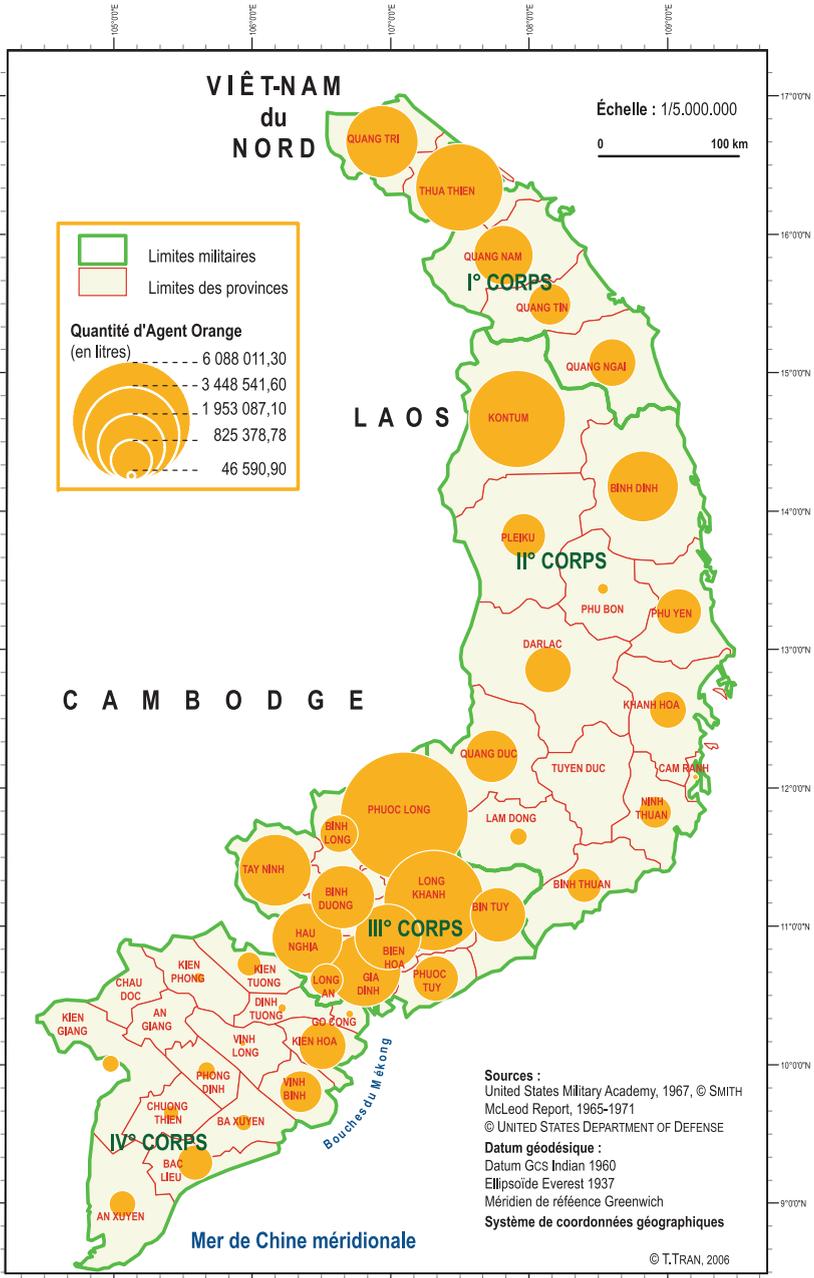


Figure 7. Viêt-Nam du Sud.
Quantités d'herbicides pour l'Agent Bleu par province, 1965 à 1971

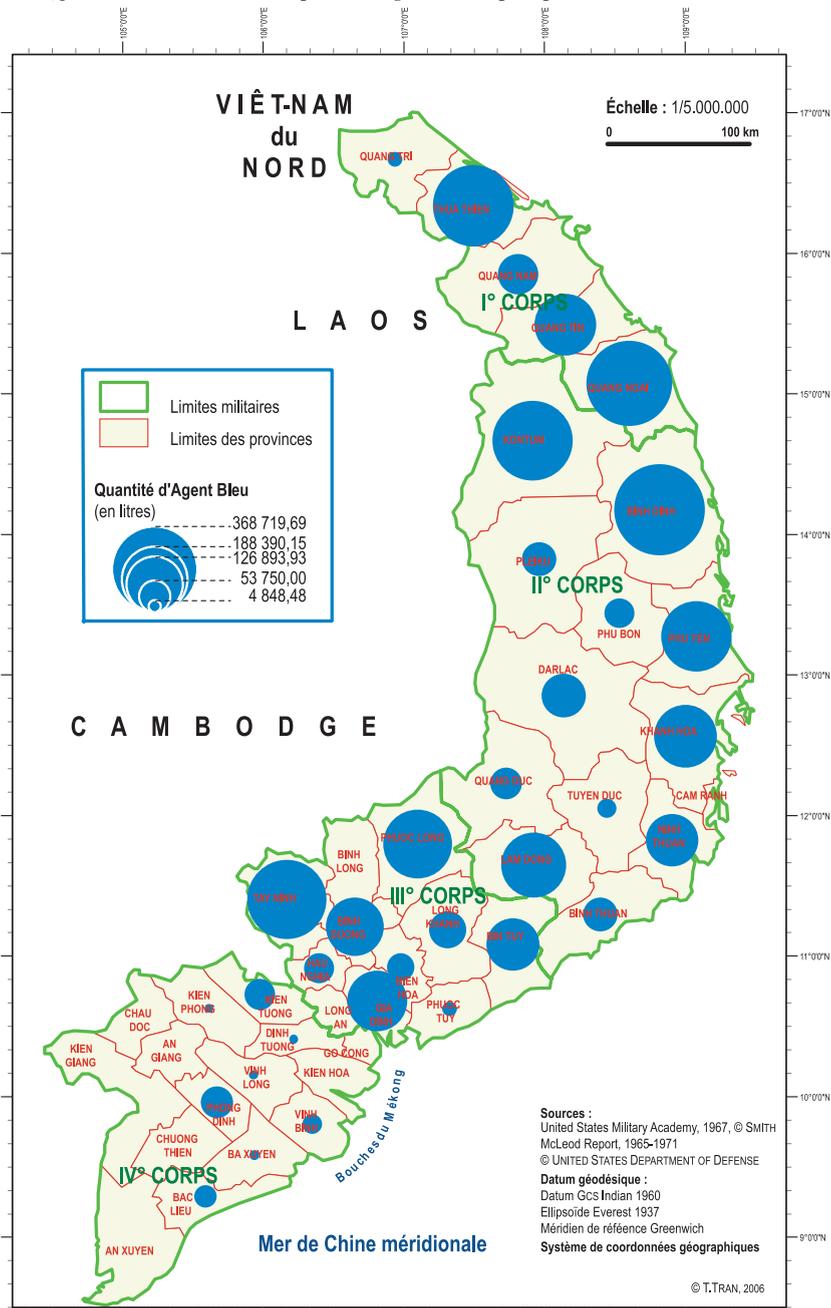


Figure 8. Viêt-Nam du Sud.
Quantités d'herbicides pour l'Agent Blanc par province, 1965 à 1971

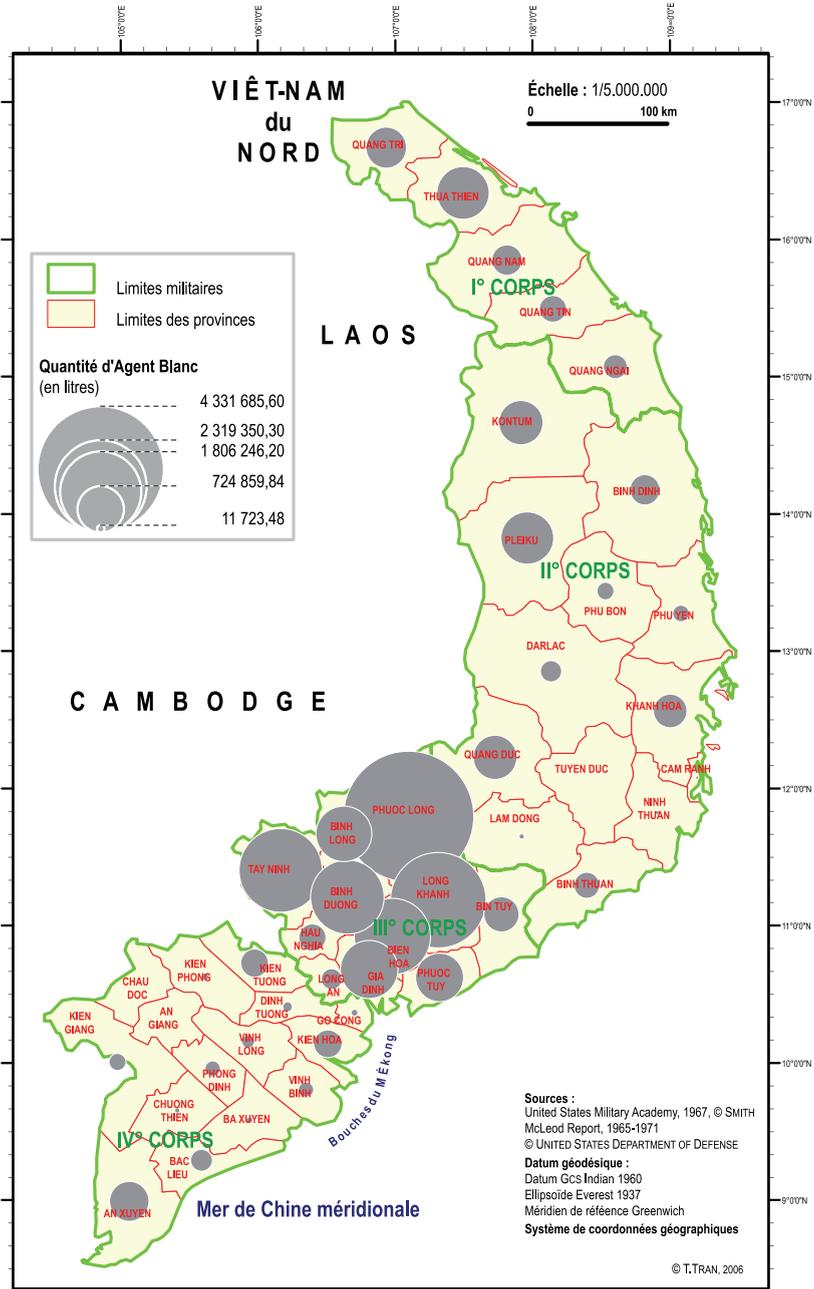
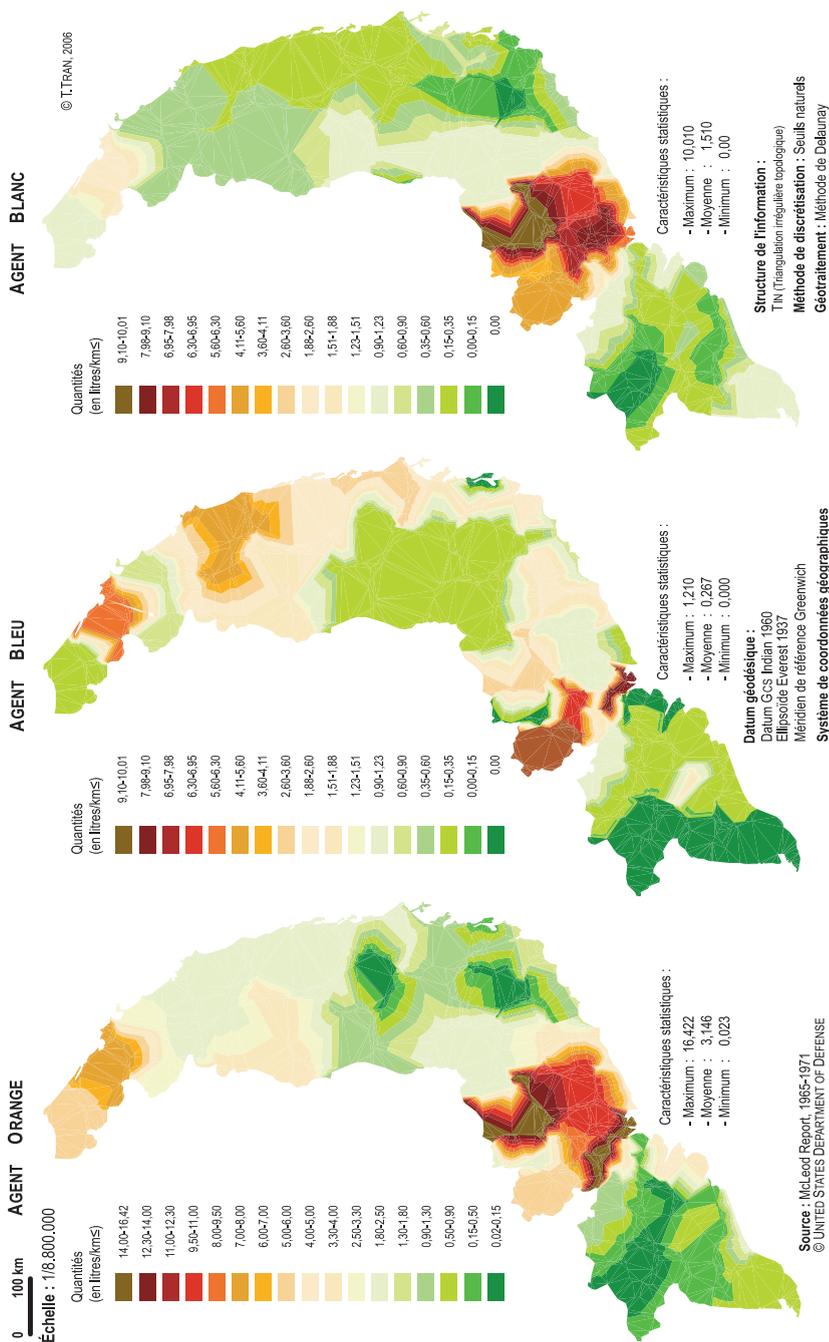


Figure 9. Viêt-Nam du Sud. Distribution des herbicides, 1965 à 1971



Enjeux et perspectives de recherche

Connaître les effets à moyen et long terme de la guerre chimique sur la flore et la faune du Sud Viêt-Nam exige des études approfondies et de longue durée. Les premières recherches ont été des observations sur place, dans des conditions difficiles de guerre. Bien qu'insuffisantes, elles ont servi de bases à de nouvelles appréciations plus poussées dans les laboratoires.

Il est très difficile de définir avec précision les effets prolongés des herbicides. Faute d'une connaissance précise des conditions dans lesquelles ont été effectuées les pulvérisations, une analyse détaillée des répercussions de ces interventions sur l'évolution des écosystèmes menacés est presque impossible. Il faudrait aussi intégrer dans toute recherche des connaissances sur les équilibres écologiques. Environ 30 % des sols du Viêt-Nam ont été latérisés, le processus devenant très rapide dès que le sol est exposé aux radiations solaires directes et au vent par suite de la disparition du couvert végétal. De plus, les micro-organismes qui entretiennent, par la décomposition de la matière organique, la réserve en sels minéraux du sol ne sont actifs que dans des conditions déterminées (humidité, température, pH). La destruction du couvert végétal modifie donc les conditions d'humidification, les propriétés physico-chimiques du sol ainsi que les chaînes biogéochimiques où interviennent ces micro-organismes. La dégradation du sol l'a rendu impropre à toute culture, livré à une destruction physique où l'érosion a un rôle prépondérant (une érosion d'autant plus rapide et dramatique que le relief est plus accentué). Si l'action sur le peuplement végétal a des répercussions sur le sol, il est nécessaire d'examiner aussi les conséquences sur les autres niveaux trophiques.

Les effets induits par les herbicides sont-ils fondamentalement différents de ceux des autres formes de perturbation (déforestation, aménagement sylvicole) là où les arbres ont été détruits et gravement endommagés ? Les boisements soumis aux herbicides étaient hétérogènes, en général secondaires, transformés par les exploitations de bois ou de charbon et les cultures. Il s'agit d'un assemblage de hauts arbres, de bambous, de jeunes bois reconstitués, de bandes de terres cultivées et de végétation de marécages. Il n'est pas évident de rendre compte des ressources présentes avant les épandages. La régénération dépend en outre beaucoup de la composition de la flore et de sa vitesse de croissance, qui varie selon les régions. Pour évaluer les chances de réhabilitation, il serait de plus pertinent de prendre en compte les espèces végétales de substitution apparues après guerre dans les formations forestières touchées. De larges régions forestières ont été envahies par des espèces résistantes (végétation herbacée parasite) qui, par leur croissance intempestive et leur densité, ont limité toute régénération

des espèces arbustives d'origine, d'où une compétition pour les ressources minérales du sol. L'augmentation des maladies parasitaires peut aussi mettre en danger tout retour à un équilibre.

*

Grâce à la méthodologie du SIG, la modélisation et l'analyse spatiales, nous avons pu combiner de multiples informations issues de sources diverses, civiles et militaires. L'étude spatialisée des épandages, à l'échelle de tout le Sud Viêt-Nam, a permis de mettre en exergue les zones les plus touchées par les herbicides tout en différenciant les types d'agents.

Ce travail ne saurait toutefois se suffire à lui-même : il complète une recherche plus approfondie sur des sites tests. C'est dans le delta du Mékong qu'ils ont été choisis, car ils répondent à plusieurs critères préalablement déterminés : ce sont des zones de mangrove véritable dont les milieux ont connu l'ère des exploitations forestières et des aménagements sylvicoles, elles ont été la cible, durant la guerre du Viêt-Nam, de bombardements et d'épandages répétitifs de défoliants, et elles ont été reboisées suite à la disparition partielle ou complète de leur végétation. À l'heure actuelle, ces sites incarnent deux types de gestion fort différents : plus écologique pour le district de Càn Giò, au sud-est de Saïgon, et plus économique pour la péninsule de Cà Mau, à l'extrême sud du pays. La guerre n'est pas la seule perturbation : tel est notre postulat. Elle ne peut pas expliquer tous les changements dans les paysages. Il faut prendre également en compte les pratiques sylvicoles, les aménagements hydrauliques depuis la colonisation française en 1860 et les usages plus récents de l'aquaculture, qui contribuent sur des échelles temporelles plus longues aux perturbations générales. Cela permet de relativiser le poids de la guerre.

Par une analyse diachronique, il est possible de mesurer les vitesses de cicatrisation sur ces sites et d'estimer le temps qu'il faudrait aux paysages pour *absorber* les effets des herbicides. L'étude détaillée permet en outre de souligner que ces régions amphibies ont une histoire longue, entre la découverte de leurs paléotuviers par les forestiers français et leur exploitation, puis leur utilisation comme refuges pour la guérilla Viêt-Minh, qui en a fait des zones cibles durant les campagnes de bombardements et d'épandages de produits chimiques. C'est cette connaissance d'ensemble de l'histoire des paysages qui peut permettre de proposer des outils de gestion adéquats. Une comparaison avec l'histoire de sites de forêts de l'intérieur serait sans doute fort instructive.

Il reste enfin à confronter les données obtenues par les diverses études centrées soit sur les dommages pour l'homme, soit sur ceux touchant l'environnement pour obtenir une mesure globale des effets de la guerre chimique.

Bibliographie

- ASHTON, Paul, « La régénération dans les forêts de plaine de l'intérieur dans les forêts de plaine de l'intérieur du Sud Vietnam, dix ans après pulvérisation aérienne de l'Agent Orange comme défoliant », *Bois et Forêts des Tropiques*, 211, 1986, pp. 3-34.
- ARNAUD, Bernadette, « Les ravages de l'Agent Orange au Viêt-Nam », *Sciences et Avenir*, 2003, pp. 66-67.
- BLACKMAN, George, « An Historical Survey of the Development of Herbicides », 14 p., in Comitéte on the Effects of Herbicides in Vietnam, *The Effects of Herbicides in Vietnam*, Washington, National Academy of Sciences, 1974, 967 p.
- CECIL, Paul-Frederick, *Herbicide Warfare: the Ranch Hand Project in Vietnam*, New York, 1986, 289 p.
- EPSTEIN, Stephen, « Les vétérans des États-Unis d'Amérique et l'Agent Orange », in Comité national d'investigation des conséquences de la guerre chimique américaine au Viêt-Nam, *Les herbicides et défoliants employés dans la guerre : les effets à long terme sur l'homme et la nature*, République socialiste du Vietnam, 1983, pp. 28-40.
- FRATERNITÉ VIËTNAM, *Guerre biochimique et bouleversements écologiques au Vietnam*, Paris, Assemblée internationale pour le pansement des blessures de guerre et pour la reconstruction du Vietnam, 1975, 21 p. + annexes.
- GRANVILLE, Pierre, « Perspectives de la guerre météorologique et géophysique. Un exemple concret : les opérations de pluies provoquées en Indochine », *Défense nationale*, 1975, pp. 125-140.
- GROUPE DE RECHERCHE ET D'INFORMATION SUR LA PAIX ET LA SÉCURITÉ, « Forces armées et environnement », <http://www.ib.be/grip/research/envi.html>, consultation 30 mars 2003, 4 p.
- GRÜMER, Gerhard, *Dés herbants au Vietnam*, traduction Bardol, Berlin, Bureau du Vietnam, 1969, 191 p.
- HOANG, Ho, « Note préliminaire sur les conséquences de la guerre chimique sur les forêts de Ma Da, province de Dong Nai », in Comité national d'investigation des conséquences de la guerre chimique américaine au Viêt-Nam, *Les herbicides et défoliants employés dans la guerre : les effets à long terme sur l'homme et la nature*, République socialiste du Vietnam, 1983, pp. 22-28.
- LACOSTE, Yves, *La géographie, ça sert d'abord à faire la guerre*, Paris, Maspero, réédition La Découverte, 1976, 190 p.
- LEBIGRE, Jean-Michel, « Les marais à mangrove : les enjeux de la domestication d'un écosystème tropical. Littoral, frontières maritimes », *Hérodote*, 93(2), 1999, pp. 42-65.
- MAMPAEY, Luc, « Les manipulations militaires de l'environnement », *Rapports du Groupe de recherche et d'information sur la paix et la sécurité*, 1998, pp. 19-27.
- MESELSON, Matthew, WESTING, Arthur & CONSTANTABLE, John, « Background Material on Defoliation in Vietnam », in International Commission of Enquiry into US crimes

- in Indochina, *The Effects of Modern Weapons on the Human Environment in Indochina*, 1972, pp. 81-95.
- NEILANDS, Jonathan-Bertrand, ORIAN, George-Henry, PFEIFFER, Elwitt-Wilson & VENEMA, Alje, *Harvest of Death: Chemical Warfare in Vietnam and Cambodia*, New York-Londres, Free Press-Collier-Macmillan, 1972, 304 p.
- NGUYEN, Van-Hieu, « Rapport d'introduction », *Études vietnamiennes*, 29, 1971, pp. 19-25.
- RICHARDS, Paul, « Forêts immergées d'eaux saumâtres et forêts intérieures au Sud Vietnam en 1972-1973 », in Comité national d'investigation des conséquences de la guerre chimique américaine au Viêt-Nam, *Les herbicides et défoliants employés dans la guerre : les effets à long terme sur l'homme et la nature*, République socialiste du Vietnam, 1983, pp. 17-22.
- ROSE, Hilary, « Chemical Spraying as Reported by Refugees from South Vietnam », *Science*, 177, 1972, pp. 710-712.
- ROUGERON, Camille, « Les enseignements de la guerre du Vietnam », *Forces aériennes françaises*, 265, 1970, pp. 39-54.
- SAKKA, Michel, *Vietnam : la guerre chimique et biologique. Un peuple sert de champ d'expérience*, Paris, Éditions sociales, 1967, 144 p.
- SCHMITZ, Marc, « Les conflits verts : aperçu général sur la menace de l'an 2000 », in GRIP, *Les conflits verts. La dégradation de l'environnement, source de tensions majeures*, 1992, pp. 63-89.
- STELLMAN, Jeanne Mager, STELLMAN, Steven, CHRISTIAN, Richard, WEBER, Tracy & TOMASALLO, Carrie, « The Extent and Patterns of Usage of Agent Orange and Other Herbicides in Vietnam », *Nature*, 422, 2003(a), pp. 681-687.
- STELLMAN, Jeanne Mager, STELLMAN, Steven, WEBER, Tracy, TOMASALLO, Carrie, STELLMAN, Andrew & CHRISTIAN, Richard, « A Geographic Information System for Characterizing Exposure to Agent Orange and Other Herbicides in Vietnam », *Environmental Health Perspectives*, 11(3), 2003(b), pp. 321-328.
- TOINET, Raymond, « Quelques aspects de la guerre américaine au Vietnam (1964-1972) », *Les Cahiers de Mars*, 152, 1997, pp. 101-110.
- TRAN, Kiet, BARZEN, Jeb, LE CONG, Kiet, LE DUC, Minh, MOORE, Dorn & CHEYNE, Mark, *Poster: Herbicides Sprayed over the Mekong Delta during the Vietnam War (1965-1971) in Relation to Current Conservation Areas*, Colloque international d'ESRI, San Diego, 2004.
- TRAN, Thao & PIROT, Françoise, « Guerre et modélisation spatiale : pour une reconstitution historique de la défoliation (1961-1971) appliquée au Sud Viêt-Nam », *Actes de la conférence francophone ESRI*, Issy-les-Moulineaux, 2006, 17 p.
- TRAN, Thao, *Les perturbations anthropiques contemporaines dans les mangroves du Sud Viêt-Nam. Entre nature, civilisations et histoire. Approches par modélisation et analyse spatiales*, thèse de doctorat, université de Paris IV-Sorbonne, 2006, 605 p. + annexes.
- TSCHIRLEY, Fred, « Ecological Effects of Extensive or Repeated Use of Herbicides », *Ecology*, 49, 1968, pp. 1211-1212.
- VAN YPERSELLE DE STRIHOU, Jean-Pascal, « Environnement et guerre du Golfe : l'heure du bilan », in GRIP, *Les conflits verts. La dégradation de l'environnement, source de tensions majeures*, 1992, pp. 136-144.

- WESTING, Arthur, « Ecological Effects of Military Defoliation on the Forests of South Vietnam », *Bioscience*, 21(17), 1971(a), pp. 893-898.
- , « Herbicides as Weapons in South Vietnam », *Biosciences*, 21, 1971(b), pp. 1225-1227.
- , « Forestry and the War in South Vietnam », *Journal of Forestry*, 1971(c), pp. 777-783.
- , *Ecological Consequences of Indochina War*, Londres, Taylor Francis, 1976, 304 p.
- , « La manipulation de l'environnement à des fins militaires », in GRIP, *Les conflits verts. La dégradation de l'environnement, source de tensions majeures*, 1992, pp. 129-135.
- YOUNG, Alvin, CECIL, Paul-Frederick & GUILMARTIN, John, « Assessing Possible Exposures of Ground Troops to Agent Orange during the Vietnam war: The Use of Contemporary Military Records », *Environmental Science and Pollution Resources*, 11(6), 2004, pp. 349-358.
- ZINKE, Paul, « Effets des défoliants sur les terres du Sud Vietnam », in Comité national d'investigation des conséquences de la guerre chimique américaine au Viêt-Nam, *Les herbicides et défoliants employés dans la guerre : les effets à long terme sur l'homme et la nature*, République socialiste du Vietnam, 1983, pp. 171-200.

