

2. L'obligation de subir

L'histoire de la vie sur Terre est l'histoire d'une interaction entre les êtres vivants et ce qui les entoure. L'aspect physique et les habitudes de la végétation terrestre et de la vie animale ont été en grande partie modelés par l'environnement. À l'échelle du temps terrestre, le phénomène inverse, par lequel la vie modifie ce qui l'entoure, a été relativement restreint. C'est seulement dans la séquence temporelle du siècle présent qu'une espèce – l'homme – a acquis la puissance considérable d'altérer la nature de ce monde.

Depuis vingt-cinq ans, non seulement cette puissance a pris une ampleur inquiétante, mais elle a changé de forme. La plus alarmante des attaques de l'homme sur l'environnement est la contamination de l'atmosphère, du sol, des rivières et de la mer par des substances dangereuses et même mortelles. Cette pollution est en grande partie sans remède, car elle déclenche un enchaînement fatal de dommages dans les domaines où se nourrit la vie, et au sein même des tissus vivants.

Alliés sinistres et méconnus des éléments radioactifs, les produits chimiques œuvrent avec eux à la modification de la nature même du monde – la nature même de la vie. Le Strontium 90, libéré dans l'atmosphère par les explosions atomiques, revient sur la Terre avec les pluies, ou sous la forme des poussières appelées « retombées atomiques », et pénètre dans le sol ; il en est extrait, en particulier, par les végétaux comestibles, qui le font passer dans le corps humain où il se loge dans les os à titre définitif. De même, les produits chimiques répandus sur les cultures, les forêts ou les

jardins s'accumulent dans le sol, puis s'introduisent à l'intérieur des organismes vivants, passant de l'un à l'autre pour semer la maladie et la mort. D'autres fois, ils disparaissent mystérieusement dans des rivières souterraines, et surgissent plus loin où l'alchimie du soleil et de l'air les combine en de nouveaux éléments qui détruisent la végétation, déciment le bétail et empoisonnent les puits. Comme l'a dit Albert Schweitzer, « l'homme peut à peine reconnaître les maux qu'il a créés de ses mains ».

Il a fallu des centaines de millions d'années pour produire la vie qui peuple maintenant la Terre ; des siècles et des siècles, pour permettre aux animaux et aux végétaux qui se développaient, évoluaient, se diversifiaient, d'atteindre un état d'harmonieux équilibre avec leur entourage. Celui-ci, le milieu naturel qui modelait et orientait rigoureusement les choses et les êtres, ne contenait pas que des éléments favorables à la vie ; certains rocs, par exemple, émettaient des radiations nocives, et le soleil lui-même, source de toute énergie, envoyait de dangereuses ondes ultra-courtes dans sa lumière. Mais, à condition d'en avoir le temps – un temps qui se compte en millénaires – la vie s'adapte, et un équilibre s'est maintenant établi. Car le temps est l'ingrédient essentiel ; mais, dans le monde moderne, il n'y a pas de temps.

La rapidité actuelle des changements, la vitesse à laquelle se créent des situations nouvelles correspondent plus au pas de l'homme, impétueux et irréfléchi, qu'à l'allure pondérée de la nature. La radioactivité ne provient plus simplement des émissions des roches naturelles et du bombardement de la Terre par les rayons cosmiques ou les ultraviolets du soleil, phénomènes antérieurs à la vie elle-même ; désormais, elle résulte aussi des créations artificielles de l'homme, qui joue

avec les atomes. Les produits chimiques auxquels la vie doit s'adapter ne sont plus seulement le calcium, la silice, le cuivre, les minéraux arrachés aux roches par les eaux et transportés par les fleuves jusqu'à la mer ; ce sont aussi les produits de synthèse imaginés par l'esprit inventif de l'homme, fabriqués dans ses laboratoires, et sans équivalent naturel.

Pour s'adapter à ces éléments inconnus, la vie aurait besoin de temps à l'échelle de la nature : c'est-à-dire de siècles. Si d'ailleurs, par quelque miracle, cette adaptation devenait possible, elle serait inutile, car un flot continu de produits chimiques nouveaux sort des laboratoires : près de 500 par an aux États-Unis. Ce chiffre est effrayant, et ses implications difficiles à saisir : 500 nouveaux produits totalement étrangers à l'expérience biologique, auxquels l'homme et l'animal doivent s'adapter tant bien que mal chaque année !

Parmi ces produits, bon nombre sont utilisés par l'homme dans sa guerre contre la nature. Depuis le milieu des années 1940, plus de 200 produits – sans parler de leurs dérivés – ont été créés pour tuer les insectes, les mauvaises herbes, les rongeurs, tout ce que le jargon moderne appelle les « nuisibles ». Ces substances sont vendues sous plusieurs milliers de noms de marques différents.

Sprays, poudres, aérosols sont utilisés presque universellement dans les fermes, les jardins, les forêts, les maisons d'habitation ; ce sont des produits non sélectifs, qui tuent aussi bien les « bons » insectes que les « mauvais », qui éteignent le chant des oiseaux, coupent l'élan des poissons dans les rivières, enduisent les feuilles d'une pellicule mortelle, et demeurent à l'affût dans le sol ; tout cela pour détruire une poignée d'herbes folles ou une malheureuse fourmilière.

Est-il réellement possible de tendre pareils barrages de poison sur la terre sans rendre notre planète impropre à toute vie ? Ces produits ne devraient pas être étiquetés « insecticides », mais « biocides ».

Cette démarche de pulvérisation semble nous entraîner dans une spirale sans fin. Depuis que le DDT a été homologué pour l'usage civil, un processus de surenchère s'est mis en place, qui nous a contraints à trouver des substances toujours plus toxiques. Les insectes, en effet, dans une splendide confirmation de la théorie darwinienne de la « survie du plus adapté », ont évolué vers des super-races immunisées contre l'insecticide utilisé ; il faut donc toujours en trouver un nouveau plus meurtrier – et un autre, plus meurtrier encore. Cette obligation a engendré aussi des contre-attaques lancées par la nature : au lieu de tuer les insectes, les pulvérisations entraînent souvent leur multiplication, pour des raisons que nous expliquerons plus loin. La guerre chimique n'est donc jamais gagnée, et toutes les vies sont exposées à ces violents feux croisés.

En dehors du risque d'extermination de l'humanité par une guerre atomique, le problème crucial de notre époque est donc la contamination de notre environnement par des substances d'une incroyable nocivité – des produits qui s'accumulent dans les tissus des plantes et des animaux, pénètrent même jusque dans les cellules reproductrices, où elles altèrent les éléments qui déterminent l'avenir par le moyen de l'hérédité.

De prétendus architectes de notre futur attendent impatiemment l'époque où nous pourrions modifier à notre convenance le plasma germinatif humain. Mais nous altérons peut-être déjà cette substance sans le savoir, car certains corps chimiques produisent des

mutations dans les gènes comme le fait la radioactivité. Il est ironique de penser que l'homme détermine peut-être son avenir en se livrant à une occupation aussi banale que le choix d'un insecticide.

On a pris tous ces risques – à quelle fin ? Les futurs historiens seront peut-être confondus par notre folie ; comment, diront-ils, des gens intelligents ont-ils osé employer, pour détruire une poignée d'espèces indésirables, une méthode qui contaminait leur monde, et mettait leur existence même en danger ?

Pourtant, c'est bien ce que nous faisons. Qui plus est, nous le faisons pour des raisons qui ne résistent pas au moindre examen. Un usage de plus en plus important des « pesticides » est nécessaire, disons-nous, pour maintenir à son niveau la production agricole. Or nos difficultés actuelles proviennent d'une surproduction agricole. Des mesures ont été prises pour réduire les surfaces cultivées, des primes ont été données aux agriculteurs pour ne pas planter ; malgré cela, nos campagnes ont fourni un tel excès de denrées que, en 1962, le contribuable américain a dû payer une tranche annuelle de plus de un milliard de dollars, pour la construction de locaux de stockage des surplus de produits agricoles. Est-il souhaitable qu'un bureau du ministère de l'Agriculture essaie de réduire la production pendant qu'un autre écrit, comme cela s'est fait en 1958, que la « réaction des surfaces cultivées prévue par la banque du sol stimulera l'intérêt porté aux produits chimiques pour obtenir un maximum de rendement des terres conservées en culture » ?

Il ne s'agit pas de dire que les insectes ne posent aucun problème et qu'il est inutile de lutter contre eux. Je pense simplement que, d'une part, la lutte doit être menée en fonction des réalités et non d'estimations fantaisistes, et que, d'autre part, les méthodes em-

ployées ne doivent pas nous détruire en même temps que les insectes.

Ce problème, dont les solutions avortées ont provoqué tant de désastres dans leur sillage, est une conséquence du mode de vie moderne. Les insectes peuplaient la Terre bien avant l'apparition de l'homme, et constituaient un groupe d'individus extraordinairement variés (plus de 500 000 espèces) et adaptables. De toutes leurs familles, seules quelques-unes sont entrées en conflit avec l'homme : comme concurrentes dans la consommation des produits du sol, ou comme porteuses de maladies humaines.

Les insectes de cette seconde catégorie prennent de l'importance dans les lieux de forte concentration humaine, et particulièrement lorsque les conditions sanitaires sont médiocres : désastres naturels, guerres, etc. Une forme de contrôle devient alors nécessaire. Mais il faut bien constater que la méthode de contrôle chimique massif n'a qu'un succès limité, et menace en outre d'aggraver la maladie qu'il est censé guérir.

Tout au long de l'agriculture prémoderne, les insectes ne posaient quasiment pas de problèmes aux paysans. Les ennuis sont apparus avec l'intensification de l'agriculture – lorsque l'on a commencé à consacrer d'immenses superficies à une seule récolte. C'est ce système qui a créé les conditions favorables à la multiplication explosive de certaines espèces d'insectes. La monoculture ne tire pas profit des principes selon lesquels la nature fonctionne ; c'est l'agriculture conçue par un ingénieur. La nature introduit une très grande variété dans les paysages, mais l'homme a développé une passion à la réduire. Il supprime ainsi les contrôles internes, il modifie les dosages qui maintenaient le développement de chaque espèce dans certaines limites. Un de ces contrôles naturels est la limitation de

l'étendue de l'habitat d'une espèce. Il est ainsi évident qu'un insecte qui se nourrit de blé peut étendre sa population à des niveaux beaucoup plus élevés dans une ferme qui ne produit que du blé que dans une propriété où le blé est mélangé à des récoltes auxquelles l'insecte n'est pas adapté.

On constate le même phénomène dans d'autres contextes. Il y a une trentaine d'années, un certain nombre de grandes villes d'Amérique ont orné leurs avenues de rangées de beaux ormes. Cette noble décoration est maintenant menacée d'une destruction totale. Une maladie se transmet en effet de l'un à l'autre, propagée par un scarabée qui ne se serait pas reproduit aussi vite si les ormes avaient été plantés de loin en loin, parmi une variété d'autres essences.

Un autre paramètre du problème moderne des insectes doit être étudié en même temps que l'histoire géologique et humaine : c'est la dissémination des espèces hors de leur territoire d'origine. Cette migration à l'échelle mondiale a été étudiée et présentée par l'écologue britannique Charles Elton dans son livre récent *The Ecology of Invasions by Animals and Plants*. Voici plusieurs centaines de millions d'années, à la période crétacée, des invasions marines ont isolé certains continents et confiné quelques êtres vivants dans ce qu'Elton appelle de « colossales réserves naturelles ». Ainsi coupés de leurs congénères, ces individus ont évolué et donné naissance à de nombreuses espèces nouvelles. Il y a une quinzaine de millions d'années, plusieurs masses continentales se sont soudées, et certaines espèces ont pu commencer à se déplacer vers de nouveaux territoires ; ce mouvement se poursuit chaque jour, favorisé d'ailleurs par l'homme.

Le plus grand facteur de dissémination des espèces, à l'heure actuelle, est l'importation de plantes,

car des animaux arrivent presque toujours avec elles ; la quarantaine est une innovation assez récente, et d'une efficacité imparfaite. Le Bureau d'introduction des plantes (Office of Plant introduction) des États-Unis a fait entrer à lui seul près de 200 000 variétés de végétaux des quatre coins du monde. Près de la moitié des quelque 180 insectes réellement nuisibles aux récoltes des États-Unis sont d'origine étrangère – généralement arrivés sur des plantes en passagers clandestins.

Lorsque des plantes ou des animaux pénètrent dans un territoire nouveau, libérés des agents naturels qui limitaient leur expansion dans leur pays d'origine, ils peuvent donc se multiplier considérablement. Ce n'est donc pas un hasard si les insectes qui nous posent le plus de problèmes sont des espèces introduites.

Ces invasions, naturelles ou provoquées par l'homme, se poursuivront indéfiniment. Les quarantaines et les campagnes chimiques massives ne sont que d'onéreuses façons de les ralentir. Selon le Dr Elton, l'essentiel pour nous n'est pas la « découverte de nouveaux moyens technologiques capables de supprimer telle plante ou tel animal » ; ce dont nous avons besoin est d'acquérir les connaissances de base sur les populations animales qui « nous permettront de maintenir un bon équilibre et de tempérer les éventuelles explosions de natalité et les nouvelles invasions ».

En fait, nous possédons déjà une partie de ces connaissances, mais nous ne nous en servons pas. Nous formons des écologues dans nos universités, nous les employons même dans les services gouvernementaux, mais nous leur demandons rarement leur avis. Nous laissons une pluie mortelle de produits chimiques se répandre partout, comme s'il n'y avait pas d'autres méthodes ; il en existe pourtant, et notre

ingéniosité en trouverait bien plus encore si l'occasion lui en était donnée.

Sommes-nous donc hypnotisés au point d'accepter le médiocre et le nocif, comme si nous avions perdu la force ou la pénétration nécessaire pour exiger le bon ? Selon l'écologue Paul Shepard, pareil état d'esprit idéalise une situation où nous avons tout juste la bouche hors de l'eau, où le milieu naturel a presque atteint le maximum de corruption compatible avec la survie de l'homme. Pourquoi, demande Shepard, devrions-nous accepter d'absorber des poisons sous prétexte qu'ils ne sont pas tout à fait meurtriers, de vivre dans une ambiance pas tout à fait insupportable, de fréquenter des êtres pas tout à fait ennemis, d'entendre des bruits de moteurs pas tout à fait assez stridents pour nous rendre fous ? Qui donc voudrait vivre dans un monde dont la caractéristique est d'être « pas tout à fait mortel » ?

Et c'est pourtant vers ce monde-là qu'on nous pousse. La croisade pour un univers chimiquement stérile et délivré d'insectes semble menée avec une véritable frénésie par beaucoup d'hommes de science et la plupart des soi-disant services de lutte insecticide et herbicide. De tout côté on constate que les gens chargés de ces opérations sont impitoyables. « Les entomologistes chargés de la lutte sont à la fois ministère public, juges, jurés, contrôleurs des contributions, percepteurs et commissaires de police, pour faire exécuter leurs propres ordres. » Ainsi s'exprime Neely Turner, un entomologiste du Connecticut. Les excès les plus flagrants sont monnaie courante dans tous les services fédéraux ou provinciaux.

Je ne prétends pas que les insecticides chimiques ne doivent jamais être utilisés. Ce que je soutiens, c'est que nous avons aveuglément placé des produits

chimiques toxiques et dotés d'une puissante action biologique entre les mains de personnes largement ignorantes de leur puissance nocive. Nous avons placé des milliers de gens en contact avec ces poisons sans leur consentement, et souvent à leur insu. Si la Déclaration des droits ne prévoit pas la garantie du citoyen contre la dissémination de substances toxiques par des particuliers ou par l'État, c'est parce que nos ancêtres, bien que sages et prévoyants, ne pouvaient pas concevoir pareil problème.

Je prétends encore que nous avons laissé employer ces produits chimiques sans s'interroger outre mesure sur leurs effets sur le sol, sur l'eau, les animaux et plantes sauvages, sur l'homme lui-même. Les générations à venir nous reprocheront probablement de ne pas nous être souciés davantage du sort futur du monde naturel, duquel dépend toute vie.

Nous sommes encore bien peu renseignés sur la nature de la menace. Notre époque est celle de la spécialisation ; chacun ne voit que son petit domaine, et ignore ou méprise l'ensemble plus large où cependant il vit. Notre époque est aussi celle de l'industrie ; personne ne conteste à son prochain le droit de gagner un dollar, quelles qu'en soient les conséquences. Lorsque le public proteste, confronté aux preuves évidentes des dégâts causés par les insecticides, on l'endort avec des pilules à base de demi-vérités. Il est grand temps de faire taire ces fausses assurances, de cesser d'enrober de sucre des faits désagréables au palais. Les risques sont calculés par les organisateurs des opérations pesticides, mais c'est le public qui les prend ; c'est donc au public de dire s'il désire poursuivre la route actuelle, et pour qu'il puisse parler en connaissance de cause, il doit être informé. Comme le dit Jean Rostand, « l'obligation de subir nous donne le droit de savoir ».

3. Élixirs de mort

Pour la première fois dans l'histoire du monde, tous les êtres humains sont maintenant en contact avec des produits toxiques, depuis leur conception jusqu'à leur mort. Au cours de leurs vingt ans d'existence, les pesticides synthétiques ont été si généreusement répandus dans le monde organique et inorganique qu'on en trouve quasiment partout. On en a décelé dans la plupart des grands ensembles fluviaux, et même dans d'invisibles rivières souterraines. On en trouve dans les sols où ils se sont déposés dix ou douze ans plus tôt. Ils sont entrés dans le corps des poissons, des oiseaux, des reptiles, des animaux domestiques et sauvages, à tel point que les laboratoires n'arrivent plus à trouver pour leurs études des bêtes exemptes de toxiques. On a trouvé ces poisons dans les poissons de lacs perdus parmi les montagnes, dans des vers de terre enfouis profondément, dans des œufs d'oiseaux, et dans l'homme lui-même. Ces produits chimiques existent maintenant dans le corps de la grande majorité des gens, quel que soit leur âge. Il y en a dans le lait maternel, et probablement dans les tissus des enfants à naître.

Tout ceci résulte de l'apparition soudaine et de la croissance fulgurante de l'industrie des produits chimiques de synthèse (créés par l'homme), qui possèdent des propriétés insecticides. Cette industrie est fille de la Seconde Guerre mondiale, car les recherches effectuées en vue d'une guerre chimique éventuelle ont amené la découverte de corps qui se sont avérés mortels pour les insectes (fréquemment utilisés comme cobayes).

Il en résulte une avalanche de produits insecticides de synthèse, qui, adroitement créés en laboratoire par des manipulations de molécules, des substitutions d'atomes, ou des modifications des arrangements atomiques, sont extrêmement différents des braves insecticides le plus souvent inorganiques d'avant-guerre. Ceux-ci dérivait de minéraux naturels ou de produits végétaux ; ils avaient pour base l'arsenic, le cuivre, le plomb, le manganèse, le zinc, etc., ou encore le pyrèthre, extrait de chrysanthèmes séchés, le sulfate de nicotine, provenant de plantes de la famille du tabac, la roténone, substance contenue dans les racines de légumineuses d'Asie tropicale.

La grande originalité des insecticides de synthèse, par comparaison avec les anciens, est l'importance de leur action biologique. Non seulement ils intoxiquent, mais ils pénètrent jusque dans les plus intimes cellules des corps vivants, où ils apportent le trouble et souvent la mort. C'est ainsi qu'ils détruisent les enzymes, accélèrent des réactions de défense des corps, qu'ils bloquent les processus d'oxydation dont les êtres tirent leur énergie, qu'ils interrompent le fonctionnement de divers organes, et peuvent déclencher en certaines cellules de lentes évolutions irréversibles qui conduisent à la mort.

Chaque année, cependant, des produits toujours plus nocifs viennent allonger la liste, et de nouvelles utilisations généralisent de plus en plus les contacts entre l'homme et les pesticides. La production de ces poisons est passée de 55 916 tonnes en 1947 à 286 950 tonnes en 1960. Leur valeur marchande a dépassé 250 millions de dollars. Mais, pour l'industrie chimique, ceci n'est qu'un discret début. Un « bottin » des insecticides présenterait donc un grand intérêt ; si nous sommes condamnés à vivre dans l'intimité de ces

produits, les mangeant, les buvant, les emmagasinant dans la moelle de nos os, autant nous renseigner sur leur nature et leur pouvoir.

La Seconde Guerre mondiale a fait abandonner les pesticides inorganiques au profit des merveilleux produits à base de molécules carboniques, mais il subsiste encore quelques ingrédients anciens ; le principal d'entre eux est l'arsenic, qui entre dans la composition de nombreux tue-herbe et insecticides. L'arsenic est un métalloïde fortement toxique ; on le rencontre sous de multiples formes, associé à divers minerais métalliques, et, en petites quantités, dans les volcans, la mer et l'eau de source. Ses relations avec l'homme sont anciennes et variées. Beaucoup de ses composés sont insipides, et ont connu pour cela la faveur des empoisonneurs, bien avant les Borgia ; ils la conservent encore. L'arsenic est la première des substances carcinogènes reconnues ; cette découverte a été faite il y a deux siècles par un médecin anglais qui a relié le cancer à l'arsenic contenu dans des suies de cheminée. Des populations entières ont été empoisonnées chroniquement par l'arsenic, pendant de longues périodes. De même, en des milieux contaminés par l'arsenic, on a pu constater la maladie et la mort de chevaux, de bétail, de chèvres, de porcs, de cerfs, de poissons et d'abeilles. Tous ces faits sont patents, mais n'empêchent pas que l'on continue à employer largement l'arsenic en poudre et en solutions pulvérisées. Dans le sud des États-Unis, où les champs de coton sont traités à l'arsenic, l'apiculture a presque disparu. Les paysans qui utilisent des poudres arsenicales souffrent d'empoisonnement chronique ; des bestiaux ont été intoxiqués par des insecticides et des herbicides contenant de l'arsenic.

« Il est difficile de manier les produits arsenicaux avec un plus complet dédain de la santé publique, a déclaré

le Dr W. C. Hueper, de l'Institut national du cancer. Quiconque a vu répandre les insecticides arsenicaux sous forme pulvérulente ou pulvérisée ne peut qu'être impressionné par l'insouciance presque totale avec laquelle sont disséminées ces substances toxiques. »

Les insecticides modernes sont plus dangereux encore. Ils appartiennent, pour la plupart, à l'un ou l'autre de deux groupes de produits chimiques : celui des hydrocarbures chlorurés, représenté par le DDT, et celui des corps phosphorés organiques, auquel appartiennent entre autres insecticides le malathion et le parathion. Ils ont tous une caractéristique commune : ils sont bâtis autour d'atomes de carbone, briques de construction indispensables de toute cellule vivante, et sont classés pour cette raison parmi les substances « organiques ». Pour comprendre leur impact sur l'environnement, nous devons savoir de quoi ils sont faits, et nous verrons que leur proche parenté avec les agents essentiels de la chimie de toute vie ne les empêche pas de se prêter aux transformations qui en font des agents de mort.

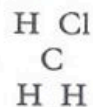
Leur élément de base est le carbone, dont les atomes ont une aptitude presque illimitée à s'unir, soit entre eux, soit avec des atomes d'autres substances. L'incroyable diversité des êtres vivants, qui vont de l'infime bactérie à l'immense baleine bleue, est en partie rendue possible par cette propriété du carbone. L'atome de carbone est à la base des molécules complexes des protéines, des graisses, des hydrates de carbone, des enzymes et des vitamines. De même un nombre incalculable de substances inanimées sont composées elles aussi de carbone, qui n'est donc pas nécessairement un symbole de vie.

Un certain nombre de corps organiques sont de simples combinaisons de carbone et d'hydrogène. Le

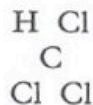
plus simple est le méthane, dit « gaz des marais », qui est produit naturellement par la décomposition bactérienne de substances organiques dans l'eau. C'est lui qui, mélangé à l'air dans une proportion déterminée, devient le grisou tant redouté dans les mines de houille. Sa structure est d'une admirable simplicité : un atome de carbone relié à 4 atomes d'hydrogène :



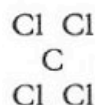
Les chimistes ont remarqué qu'il était possible de substituer à un ou plusieurs de ces atomes d'hydrogène un nombre égal d'atomes d'autres corps simples. Par exemple, le remplacement d'un atome d'hydrogène par un atome de chlore donne le chlorure de méthyle :



La substitution de 3 atomes de chlore à 3 atomes d'hydrogène donne le chloroforme, anesthésique bien connu :



L'introduction de 4 atomes de chlore à la place de 4 atomes d'hydrogène permet d'obtenir le détachant appelé tétrachlorure de carbone :



Ces quatre exemples d'altération de la molécule du méthane illustrent la formation des hydrocarbures chlorurés, mais ne montrent guère la complexité de cet univers, ni la délicatesse des manipulations grâce auxquelles la chimie organique crée l'infinité de ses produits.

Généralement, en effet, le chimiste ne part pas de la molécule simplette du méthane avec son unique atome de carbone, mais de molécules d'hydrocarbures qui contiennent de nombreux atomes en formations linéaires ou circulaires, avec des branches latérales parfois, et sont liées chimiquement non plus à de simples atomes d'hydrogène ou de chlore, mais à de larges variétés de corps complexes. Des changements d'apparence insignifiante peuvent modifier du tout au tout les caractéristiques de la substance : l'emplacement du point d'attache au carbone, par exemple, importe autant que la nature du corps attaché. On conçoit que d'ingénieuses manipulations aient permis de constituer des batteries de poisons d'une violence extraordinaire.

Le DDT, ou dichloro-diphényl-trichloroéthane, a été constitué par synthèse en 1874 par un chimiste allemand, mais ses propriétés insecticides n'ont été remarquées qu'en 1939. Le DDT a été immédiatement considéré comme le produit miracle qui permettrait d'enrayer les épidémies propagées par les insectes, et donnerait la victoire au paysan sur les ennemis des récoltes. Le Suisse Paul Müller, auteur de la découverte, a reçu le prix Nobel.

Le DDT est d'un usage si répandu qu'il prend aux yeux de la plupart des gens l'aspect inoffensif des choses familières. Peut-être l'illusion commune sur l'innocuité de ce produit vient-elle du fait que l'un de ses premiers emplois fut son aspersion sur des milliers de soldats, de réfugiés et de prisonniers pour combattre les poux. Personne n'ayant été intoxiqué dans l'immédiat, le DDT a été étiqueté inoffensif. Cette erreur est fort compréhensible ; elle provient du fait que l'insecticide en question, sous forme pulvérulente, n'est pas absorbé par la peau. Mais lorsqu'il est dissous dans l'huile, cas le plus fréquent, il devient fortement toxique. Avalé, il est lentement absorbé par les voies digestives ; respiré, il est aspiré par les poumons. Lorsqu'il a pénétré dans le corps, il s'emmagasine de préférence dans les tissus gras, tels que les capsules surrénales, les testicules, la thyroïde, parce qu'il est soluble dans les graisses ; des dépôts relativement importants se forment dans le foie, les reins et le gras des larges mésentères entourant l'intestin.

Cet emmagasinage du DDT commence dès l'absorption de la moindre dose, et se poursuit jusqu'à atteindre un niveau considérable. La plupart des aliments contiennent du DDT sous forme de résidus. Les réceptacles graisseux où s'accumule le poison agissent comme des amplificateurs biologiques, en sorte que l'absorption de 0,1 part par million amène l'emmagasinage de 10 à 15 parts par million : 100 ou 150 fois plus. La terminologie que nous venons d'employer n'est familière qu'au chimiste ou au pharmacologiste, et une part par million nous paraît une petite affaire ; c'est vrai, mais ces substances sont si actives qu'il suffit d'une quantité infime pour provoquer des altérations considérables dans les corps vivants. Des expériences effectuées sur des animaux

ont montré que 3 parts par million annulaient l'effet d'un enzyme essentiel du muscle cardiaque, 5 parts provoquaient la nécrose, la désintégration de cellules hépatiques ; 2,5 parts seulement de dieldrine ou de chlordane, produits voisins du DDT, entraînent le même résultat.

Il n'y a là rien d'étonnant ; la chimie normale du corps humain montre souvent la même disparité entre la cause et l'effet : il suffit par exemple d'une différence de deux dix-millièmes de gramme d'iode pour qu'un homme passe de la santé à la maladie. Comme les doses de pesticides pénétrant dans l'organisme s'y accumulent sans guère s'éliminer, on comprend que l'absorption de quantités même négligeables de ces substances constitue une sérieuse menace d'empoisonnement chronique et de dégénérescence de divers organes tels que le foie. Le poids de DDT susceptible d'être emmagasiné par le corps humain n'est pas connu ; certains experts, comme le Dr Arnold Lehman, chef pharmacologiste de la Food and Drug Administration (FDA), estiment qu'il n'existe ni seuil ni plafond au-dessous ou au-dessus desquels le DDT ne serait pas absorbé ou cesserait de l'être ; d'autres, comme le Dr Wayland Hayes du service de la Santé publique des États-Unis, affirment qu'il s'établit un équilibre en chaque individu à un certain niveau de DDT, au-delà duquel les absorptions nouvelles sont excrétées. Peu importe qui a raison, d'ailleurs, car on sait que l'individu moyen possède dans ses tissus une quantité de DDT susceptible d'être nocive. Les personnes qui n'ont pas été particulièrement exposées à la contamination (sinon par le régime alimentaire normal) emmagasinent de 5,3 à 7,4 parts par million ; les ouvriers agricoles, 17,1 ; et les ouvriers des fabriques d'insecticides, jusqu'à 648 !

La contamination, extrêmement variable comme on le voit, est toujours suffisante pour permettre au toxique d'attaquer le foie et les autres organes ou tissus.

L'une des caractéristiques les plus fâcheuses du DDT et des produits similaires est leur façon de passer d'un organisme à l'autre, en suivant la chaîne de l'alimentation. En voici un exemple : un champ de luzerne est traité au DDT ; cette luzerne est donnée à des poules ; les œufs pondus par ces poules contiennent du DDT. Autre exemple : du foin contenant un résidu de 7 à 8 parts de DDT par million est donné à des vaches ; le lait de ces bêtes contiendra environ 3 parts de DDT ; le beurre fait avec ce lait en retiendra jusqu'à 65 ! Ainsi, par l'effet de ces transferts, une concentration initialement faible peut devenir considérable. Les autorités fédérales américaines interdisent le transport d'un État dans un autre du lait contenant des résidus d'insecticide ; les fermiers ont cependant beaucoup de mal à trouver pour leurs vaches des fourrages non contaminés.

Ce poison se transmet également de la mère à ses descendants.

Des résidus d'insecticides ont été découverts dans du lait maternel humain ; cela signifie que le bébé nourri au sein est lui-même un peu plus intoxiqué chaque jour. Ce bébé n'en est d'ailleurs pas à sa première contamination ; on a de bonnes raisons de croire en effet que cela a commencé dans les entrailles de sa mère ; des expériences pratiquées sur les animaux ont montré que les hydrocarbures chlorurés franchissent librement le placenta, le bouclier disposé par la nature pour protéger l'embryon contre les substances nocives contenues dans le corps de la mère. Les doses de toxiques reçues par les nourrissons seront faibles,

mais elles ne peuvent être considérées comme négligeables, car les êtres jeunes sont plus sensibles au poison que les adultes. Ces remarques montrent aussi que, à l'époque actuelle, l'individu moyen entre dans la vie presque certainement avec les premiers dépôts des poisons qu'il devra transporter en lui, toujours plus lourds, jusqu'à sa mort.

Tout ceci a conduit l'administration américaine à déclarer, dès 1950, que « l'on avait très probablement sous-estimé la nocivité du DDT ». L'histoire de la médecine ne mentionne aucun précédent de ce genre. Personne ne sait encore quelles peuvent en être les conséquences ultimes.

Le chlordane, autre hydrocarbure chloruré, possède tous les inconvénients du DDT, et plusieurs autres qui lui sont propres. Ses résidus ont une grande persistance dans le sol, dans les aliments, ou sur les surfaces où il a été appliqué ; en même temps, il est très volatil, et les personnes qui le manipulent ou l'approchent risquent fort de s'empoisonner en l'inhalant. Le chlordane utilise toutes les portes pour pénétrer dans le corps ; il traverse aisément la peau, il entre sous forme gazeuse dans les poumons, et franchit naturellement les parois digestives s'il est avalé. Les quantités absorbées s'accumulent (c'est un hydrocarbure chloruré), en sorte qu'un animal nourri d'aliments contenant des résidus de chlordane à 2,5 parts par million finit par en emmagasiner 75 parts dans ses tissus graisseux.

Un pharmacologiste aussi averti que le Dr Lehman a qualifié ainsi le chlordane : « L'un des insecticides les plus toxiques – quiconque le manipule risque l'empoisonnement. » Cet avertissement n'a pas été pris au sérieux, si l'on en juge par l'insouciance libérale

avec laquelle les banlieusards corsent de chlordane les ingrédients qu'ils répandent sur leurs pelouses. Ces jardiniers ne le sentent pas, mais cela ne prouve rien, car les toxines peuvent sommeiller en eux des années avant de provoquer des troubles imprécis, dont l'origine ne sera plus identifiable. Il arrive cependant que le poison produise un effet foudroyant ; un homme, par exemple, ayant renversé sur lui une solution de chlordane à 25 %, a manifesté des symptômes d'empoisonnement dans les quarante minutes suivantes. Il est mort avant l'arrivée du médecin. On ne peut donc compter sur les signes avant-coureurs qui permettraient de procéder en temps utile aux soins nécessaires.

L'heptachlore, l'un des composants du chlordane, se vend dans le commerce à l'état isolé. Ce produit possède une aptitude particulière à se loger dans les graisses ; l'absorption d'aliments contenant 0,1 part d'heptachlore par million suffit à provoquer l'emmagasinement de doses importantes. Cet heptachlore jouit aussi de la curieuse faculté de se transformer spontanément en une substance chimique différente, l'époxyde heptachlorique ; cette transmutation a lieu dans le sol ou dans les tissus animaux et végétaux. Des essais pratiqués sur des oiseaux ont montré que l'époxyde était 4 fois plus toxique que l'heptachlore, 4 fois plus toxique lui-même que le chlordane.

Vers 1935, on avait déjà pu attribuer à un groupe spécifique d'hydrocarbures, les naphthalènes chlorurés, des hépatites et une maladie de foie rare et généralement fatale, observées chez des ouvriers d'industries électriques. Plus récemment, on a porté au compte de ces naphthalènes des maux mystérieux et souvent mortels qui s'abattent sur le bétail. On ne s'étonnera donc pas de voir que trois insecticides de ce groupe

figurent parmi les hydrocarbures les plus violemment toxiques : ce sont la dieldrine, l'aldrine et l'endrine.

La dieldrine, baptisée d'après le nom de son inventeur, le chimiste allemand Diels, est de 5 à 49 fois plus toxique que le DDT, selon qu'elle est absorbée par voie buccale ou cutanée. Elle attaque le système nerveux de ses victimes, chez qui elle provoque des convulsions. Les personnes qui n'en meurent pas se rétablissent très lentement et en conservent des traces chroniques, en particulier dans le foie. La dieldrine est l'un des insecticides modernes les plus employés à cause de son efficacité et de la persistance de ses résidus ; elle produit pourtant des ravages épouvantables parmi les animaux vivant à l'état sauvage ; des expériences pratiquées sur des cailles et des faisans ont montré qu'elle est 40 à 50 fois plus toxique que le DDT.

Nos connaissances relatives à l'emmagasinement de la dieldrine dans le corps, à sa distribution, à son excrétion, sont très incomplètes ; les inventeurs d'insecticides ont pris en effet une avance considérable sur les biologistes qui étudient le comportement de ces poisons dans les organismes vivants. Tout porte à croire cependant que la création de Diels demeure longtemps dans le corps humain, où ses dépôts dorment comme la lave d'un volcan en sommeil, prêts à déclencher leur nocivité en cas de détresse physiologique, lorsque le corps fera appel à ses réserves de graisse. Nos connaissances ont été acquises en majeure partie à nos dépens, au cours des campagnes antipaludéennes menées par l'Organisation mondiale de la santé. Les anophèles étant devenus résistants au DDT, la dieldrine a été utilisée contre eux ; le personnel chargé de l'opération a beaucoup souffert ; le nombre des malades a varié de 50 % à 100 %, selon

les campagnes ; les hommes touchés tombaient en convulsions. Plusieurs sont morts. Certains ont eu des convulsions quatre mois après avoir achevé leur travail.

L'aldrine est une substance assez mystérieuse, car elle constitue une entité séparée, tout en étant l'alter ego de la dieldrine. Des carottes provenant d'une planche traitée à l'aldrine contiennent des résidus de dieldrine. Ces changements de nature se produisent dans les tissus vivants ainsi que dans le sol, et cette curieuse alchimie a conduit à de nombreuses erreurs. Si, par exemple, un chimiste sait qu'un sol a été traité à l'aldrine, il y recherche des résidus d'aldrine, n'en trouve pas, et conclut à la complète élimination du toxique ; en fait, les résidus sont toujours là, mais sous forme de dieldrine, et c'est un autre procédé qui aurait décelé leur présence.

L'aldrine est extrêmement toxique elle aussi ; elle produit une dégénérescence du foie et des reins. Une pastille d'aldrine grosse comme un cachet d'aspirine suffit à tuer 400 cailles. Plusieurs cas d'empoisonnements humains ont été relevés.

Comme la plupart des insecticides de ce groupe, l'aldrine fait peser sur l'avenir une menace particulièrement grave, celle de la stérilité. Des poules faisanes ayant absorbé des doses assez faibles d'aldrine ont presque cessé de pondre, et leurs petits sont morts peu après l'éclosion. La même expérience a donné des résultats analogues sur des rates et des chiennes : peu de gestations, petits malsains et mourant tôt – trois jours pour les chiots. D'une manière ou d'une autre, la génération nouvelle porte le poids de l'empoisonnement de la précédente. Personne n'est sûr que cette loi ne s'applique pas au genre humain, et cependant des avions ont déversé de l'aldrine sur les banlieues des villes et sur les campagnes.

L'endrine est le plus toxique de tous les hydrocarbures chlorurés. Chimiquement, elle est très voisine de la dieldrine, mais une toute petite différence de structure moléculaire la rend 5 fois plus nocive. Auprès d'elle, l'ancêtre de la famille, le DDT, paraît inoffensif. Elle est 15 fois plus nocive que lui pour les mammifères, 30 fois plus pour les poissons et près de 300 fois plus pour certains oiseaux.

Depuis dix ans qu'elle existe, l'endrine a tué des tonnes de poissons, provoqué la mort du bétail assez malchanceux pour pénétrer dans les vergers traités avec cet insecticide, et empoisonné des puits. Les autorités médicales d'au moins un État ont averti le public qu'un emploi inconsidéré de ce produit met les vies humaines en danger.

Voici, à titre d'exemple, l'un des cas les plus tragiques d'empoisonnement à l'endrine ; on verra que, loin d'être imprudents, les acteurs de ce drame avaient pris des mesures de précaution qui pouvaient paraître suffisantes. Une famille américaine alla s'installer au Venezuela avec un enfant d'une année. Elle loua une maison, y trouva des cafards, et au bout de quelques jours voulut se débarrasser de ces insectes en utilisant un produit contenant de l'endrine. Avant de répandre cet ingrédient – à 9 heures du matin –, on emmena le bébé et le petit chien de la famille à l'extérieur. L'insecticide fut pulvérisé, puis les planchers furent lavés. L'enfant et le chien revinrent dans la maison au milieu de l'après-midi. Une heure plus tard environ, le chien vomit, eut des convulsions et mourut. À 22 heures le même soir, l'enfant vomit à son tour, eut des convulsions, et perdit conscience. Depuis, ce bébé qui était normal et sain n'est plus qu'un être végétatif, incapable de voir et d'entendre, sujet à de fréquents spasmes musculaires, sans aucun contact

apparent avec le monde extérieur. Plusieurs mois de traitement dans un hôpital de New York n'ont apporté aucun espoir de changement. « Il est extrêmement improbable qu'une réelle guérison ait lieu », ont déclaré les médecins traitants.

Le deuxième groupe important d'insecticides, celui des alcoyles, ou phosphates organiques, contient les poisons les plus nocifs au monde. Ces produits menacent en particulier les personnes qui le répandent ou entrent accidentellement en contact avec le brouillard issu du pulvérisateur ou déposé sur les feuilles. Un emballage vide d'alcoyle est très dangereux ; en voici des exemples. En Floride, deux enfants trouvèrent un sac vide et l'employèrent pour réparer leur balançoire : ils moururent tous deux peu après, tandis que trois de leurs camarades de jeu tombaient malades. Un examen montra que les décès étaient dus à un empoisonnement au parathion, phosphate organique insecticide que justement le sac avait contenu. Une autre fois, dans le Wisconsin, deux petits cousins moururent la même nuit ; l'un d'eux avait joué dans la cour de la ferme que balayait un vent venu d'un champ voisin où son père pulvérisait du parathion sur des pommes de terre ; l'autre avait posé la main sur le bec du pulvérisateur.

L'histoire de ces insecticides est assez significative. Certains des produits chimiques qui leur servent de base étaient connus depuis longtemps – les éthers organiques de l'acide phosphorique, par exemple – lorsque, vers 1937, le chimiste allemand Gerhard Schrader découvrit leurs vertus insecticides. Presque immédiatement, le gouvernement du Reich comprit l'intérêt que ces produits revêtaient pour la guerre chimique et fit poursuivre les travaux, mais avec l'étiquette secret d'État. Certaines des substances créées

alors sont les terribles gaz qui détraquent le système nerveux ; d'autres, d'une structure très voisine, sont devenus les insecticides.

Les phosphores organiques agissent sur les tissus vivants d'une manière assez particulière : ils détruisent les enzymes, dont le travail est indispensable à la vie. Ils s'attaquent au système nerveux, tant sur les insectes que sur les animaux à sang chaud. Normalement, l'influx nerveux se propage dans le corps, d'un nerf à l'autre, grâce à un « transmetteur chimique » appelé acétylcholine, substance organique libérée par les nerfs parasympathiques, qui disparaît dès qu'elle a rempli son office. Son existence est tellement éphémère qu'il faut employer des procédés spécifiques pour la déceler avant que le corps l'ait détruite. Une prompt disparition de l'acétylcholine est absolument nécessaire, car tant que ce « transmetteur » est présent, les influx continuent à circuler de nerf en nerf, et de plus en plus vivement ; si donc l'acétylcholine tarde à disparaître, le corps tout entier devient le siège de mouvements désordonnés : tremblements, spasmes musculaires, et convulsions qui entraînent la mort.

Le corps doit donc posséder la substance nécessaire à la destruction de l'acétylcholine ; c'est un enzyme appelé cholinestérase. Les phosphores organiques insecticides détruisent cet enzyme, et provoquent donc l'accumulation de l'acétylcholine ; ils agissent comme la muscarine, cet alcaloïde toxique que l'on trouve dans certains champignons comme l'amanite tue-mouche.

Les contacts répétés avec ces poisons réduisent la cholinestérase jusqu'à amener l'individu au seuil de l'empoisonnement fatal ; il suffira dès lors d'une très faible dose supplémentaire de toxique pour que le seuil soit franchi. C'est pour cette raison que les

personnes exposées à la contamination doivent subir de fréquentes analyses de sang.

L'un des plus répandus parmi ces produits est le parathion ; c'est aussi l'un des plus dangereux. À son contact, les abeilles deviennent « surexcitées et belliqueuses », exécutent d'infénales rondes, et agonisent en l'espace d'une demi-heure. Un chimiste, qui voulait utiliser la méthode la plus directe pour rechercher la dose de parathion toxique pour l'homme, a absorbé une quantité très faible de ce produit : 0,119 grammes environ. Il a été paralysé de manière si fulgurante qu'il n'a pu atteindre l'antidote préparé à portée de sa main. Il en est mort. En Finlande, paraît-il, le parathion est le mode de suicide en vogue. Depuis dix ans, plus de 200 cas d'empoisonnements accidentels au parathion ont été signalés annuellement en Californie. Le nombre des décès dus au parathion en différentes parties du monde est alarmant : 100 en Inde et 67 en Syrie en 1958 ; 336 par an en moyenne au Japon.

Et cependant, on répand actuellement 3 tonnes et demie de parathion sur les champs et les vergers des États-Unis, à l'aide de pulvérisateurs à main, de souffleuses mécaniques, de poudreurs et d'avions. Selon un médecin qui fait autorité, le poison déversé sur la seule Californie suffirait à supprimer une population 5 à 10 fois supérieure à celle du globe.

L'un des rares facteurs qui nous permette d'échapper à l'anéantissement par ce moyen est la relative rapidité de décomposition du parathion et des corps similaires. Par comparaison avec ceux des hydrocarbures chlorurés, les résidus laissés par ces toxiques sur les végétaux traités disparaissent vite. Ils subsistent assez longtemps tout de même pour créer un danger, et causer des accidents qui s'échelonnent du grave au

fatal. Sur 30 cueilleurs d'oranges, à Riverside en Californie, 11 sont un jour tombés malades, 10 ont dû être hospitalisés en très fâcheux état ; tous manifestaient les symptômes de l'empoisonnement au parathion. Le verger où ils avaient travaillé avait été traité avec ce produit, entre seize et dix-neuf jours plus tôt. On a vu de même des accidents se produire un mois après la pulvérisation, et des traces de parathion ont été trouvées dans des pelures d'oranges traitées six mois plus tôt au dosage habituel.

Le danger encouru par les ouvriers agricoles qui répandent ces insecticides dans les champs, les vergers et les vignobles est si grand que plusieurs États des États-Unis ont créé des laboratoires destinés à aider les médecins à établir leur diagnostic et à mettre au point un traitement. Les médecins eux-mêmes risquent d'être intoxiqués s'ils omettent de porter des gants de caoutchouc lorsqu'ils soignent les victimes. Et si un individu a absorbé une dose importante de parathion, sa blanchisseuse risque d'être empoisonnée à son tour.

Le malathion, qui appartient à la même famille, est presque aussi connu que le DDT ; il est utilisé dans les jardins et les maisons comme insecticide, il est employé pour lutter contre les moustiques, et on s'en est servi pour mener contre la drosophile méditerranéenne l'attaque monstre au cours de laquelle 400 000 hectares ont été traités en Floride. Le malathion est le moins toxique des phosphates organiques, aussi beaucoup de gens pensent-ils pouvoir l'utiliser largement et sans crainte. La publicité soutient naturellement cette thèse. C'est pour un très médiocre motif que l'on a ainsi prêté un caractère inoffensif au malathion, bien qu'il ait suffi de quelques années pour s'apercevoir de cette erreur : le malathion a semblé

sans danger, parce que le foie des mammifères, organe qui possède un extraordinaire pouvoir de protection, annule son action ; l'un des enzymes du foie provoque la désintoxication ; toutefois si les enzymes sont détruits, ou si leur action est entravée, la victime subit le plein effet du poison.

Et malheureusement, c'est là monnaie courante. Un groupe de savants de la Food and Drug Administration (FDA) a découvert, voici quelques années, que l'absorption simultanée de malathion et de certains autres phosphates organiques entraînait un empoisonnement sévère, 50 fois plus violent que ne l'auraient laissé prévoir les actions additionnées des deux produits. En d'autres termes, l'absorption d'un centième de dose mortelle de malathion et d'un autre phosphate organique peut entraîner le décès.

Cette découverte a conduit à faire l'essai d'autres combinaisons, et l'on a constaté que de nombreux couples de phosphates organiques insecticides sont extrêmement dangereux, chacun des éléments multipliant les effets de l'autre. Cela peut s'expliquer par le fait que l'un des produits détruit les enzymes du foie, qui normalement désintoxiquent l'individu attaqué par l'autre poison. Circonstance encore plus fâcheuse, l'effet de couplage peut se produire même si les deux toxiques ne sont pas administrés en même temps ; il s'exercera par exemple sur un ouvrier qui a effectué un traitement une semaine avec le premier des deux insecticides, et un autre traitement la semaine suivante avec le second ; il se manifestera aussi sur le consommateur des produits traités. Votre saladier peut fort bien contenir une combinaison de deux insecticides ; chaque résidu est inférieur, probablement, au maximum prévu par la loi, mais l'interaction des deux risque de vous être fatale.

Le problème des interactions nocives des produits chimiques n'a pas encore été étudié de près, mais de fâcheuses nouvelles nous parviennent sans cesse des laboratoires de recherche à ce sujet. Ainsi, la toxicité d'un phosphate organique peut être augmentée par la présence de certains éléments qui ne sont pas nécessairement insecticides : un agent plastifiant par exemple. La raison en est toujours la même : le second corps paralyse l'action des enzymes du foie dont la fonction est d'atténuer l'effet du poison.

On commence à peine à étudier l'impact des autres substances chimiques sur l'être humain normal, celui des drogues en particulier, et déjà l'on constate que les phosphates organiques (parathion et malathion entre autres) augmentent la toxicité de certains médicaments utilisés contre la contracture musculaire, tandis que d'autres (le malathion en est encore) accroissent de façon notable l'effet soporifique des barbituriques.

On lit dans la mythologie grecque que Médée, furieuse de se voir supplantée dans le cœur de son mari Jason, offrit à sa rivale une robe magique qui possédait la propriété de faire périr aussitôt de mort violente quiconque la portait. Ce mode d'assassinat détourné a son équivalent moderne dans les « insecticides systémiques ». Ces produits chimiques jouissent en effet de l'extraordinaire vertu de transformer plantes ou animaux en robes de Médée, en les rendant vénéneux. Ils détruisent donc les insectes qui viennent sucer leur sève ou leur sang.

Nous nous trouvons à l'orée d'un monde inquiétant, que les frères Grimm n'auraient osé imaginer, et qui fait penser plutôt au crayon de Charles Addams. Dans cet univers, la forêt enchantée des contes de fées laisse place au bois sombre où il suffit de mâ-

cher une feuille, de sucer une goutte de sève pour être foudroyé. C'est un monde où la puce meurt d'avoir mordu le chien, où l'insecte est asphyxié par l'arôme de la plante, où l'abeille rapporte à sa ruche un nectar empoisonné, et fabrique du miel vénéneux.

L'idée de l'insecticide incorporé à la plante est née d'une observation faite par des entomologistes : ils ont remarqué un jour que le blé récolté sur un sol contenant du séléniate de sodium était immunisé contre l'action des pucerons et des acariens. Le sélénium, élément naturel qui se rencontre, assez rarement d'ailleurs, dans certains sols et quelques roches, devint donc le premier insecticide systémique.

Ce qui rend un insecticide systémique est son aptitude à pénétrer à travers les tissus d'une plante ou d'un animal pour rendre ce sujet toxique. Cette propriété appartient à certains produits naturels ainsi qu'à des substances de synthèse classées dans les groupes des hydrocarbures chlorurés et des phosphates organiques. Dans la pratique, les systémiques font presque toujours partie de ce dernier groupe, le problème des résidus s'y avérant moins grave.

Ces corps possèdent d'autres modes d'action détournés.

Si l'on imbibe des graines avec un systémique, ou si l'on enrobe des semences dans un mélange de systémique et de carbone, l'effet se fera sentir sur la génération suivante : les rejetons seront vénéneux pour les pucerons et autres insectes suceurs. Les petits pois, les haricots et les betteraves à sucre sont parfois protégés de cette façon, ainsi que les graines de coton en Californie. Mais, en 1959, 25 ouvriers agricoles de la vallée de Saint-Joachim sont tombés subitement malades après avoir manipulé des sacs de graines traitées au systémique.

En Angleterre, quelqu'un a eu l'idée de rechercher l'effet d'un systémique (le schradan) sur le miel. Il a constaté que le nectar contenait du poison, bien que le traitement des plantes avoisinant la ruche eût été effectué avant la floraison ; le miel était toxique.

L'emploi des systémiques sur les animaux s'est limité à la lutte contre les parasites du bétail. Il est extrêmement délicat, d'ailleurs, de déterminer une dose qui rende le sang insecticide sans empoisonner la bête. Les vétérinaires officiels ont découvert que l'administration de faibles quantités de systémique prive peu à peu l'animal de sa cholinestérase, en sorte que, au bout d'un certain temps, il suffira d'une dose supplémentaire minime pour entraîner la mort du sujet.

Les systémiques commencent à pénétrer dans des domaines encore plus voisins de l'homme. On vous vend pour votre chien des pilules qui, paraît-il, le débarrassent de ses puces en rendant son sang toxique pour elles. Le danger de mort qui guette le bétail est probablement tout aussi réel pour le chien.

Personne, à ce jour, n'a proposé un systémique qui rendrait l'homme vénéneux pour le moustique. C'est peut-être la prochaine étape.

Nous n'avons jusqu'ici parlé que de la lutte contre les insectes ; considérons maintenant la guerre faite aux mauvaises herbes. Nous pouvons nous débarrasser vite et sans peine des végétaux indésirables, grâce à un échantillonnage déjà important et toujours croissant de produits chimiques : les herbicides, désherbants ou tue-herbe. Nous expliquerons au chapitre 6 l'usage et le mauvais usage de ces produits ; demandons-nous seulement pour l'instant si les herbicides sont toxiques,

et si leur emploi contribue à l'empoisonnement du milieu où nous vivons.

La légende selon laquelle les herbicides ne sont toxiques que pour les plantes et ne menacent pas la vie animale a été largement répandue ; malheureusement, parmi les désherbants figurent un grand nombre de produits chimiques qui agissent sur les tissus animaux autant que sur les végétaux. Leurs effets sur l'organisme sont très variables. Les uns provoquent un empoisonnement généralisé, d'autres stimulent fortement le métabolisme, ce qui fait croître la température de façon fatale, d'autres encore, agissant seuls ou conjointement avec d'autres corps chimiques, font naître des tumeurs malignes ; enfin certains s'attaquent à la substance génésique, où ils provoquent des mutations de gènes. Les herbicides comprennent donc, comme les insecticides, des produits très dangereux dont l'emploi inconsidéré peut entraîner de désastreuses conséquences.

Malgré la concurrence des produits modernes, les herbicides les plus employés sont des dérivés de l'arsenic, et principalement l'arsénite de sodium. Leurs antécédents ne sont pas très rassurants ; répandus sur les banquettes des routes, ils ont coûté plus d'une vache aux fermiers, et tué des milliers d'animaux sauvages ; versés dans les lacs et les réservoirs pour détruire la végétation aquatique, ils ont souvent rendu les eaux impropres à la consommation, et même à la baignade ; pulvérisés sur les champs de pommes de terre pour supprimer les plantes rampantes, ils ont été responsables de bien des morts humaines et animales.

Cette dernière utilisation s'est répandue en Angleterre vers 1951, à la suite d'une pénurie de l'acide sulfurique précédemment employé ; le ministère de l'Agriculture prévint le public qu'il était dangereux

d'entrer dans les champs traités, mais le bétail n'en tint pas compte (non plus que les animaux sauvages), et des empoisonnements de bêtes à cornes furent dès lors signalés avec une monotone régularité. En 1959, la femme d'un fermier mourut après avoir bu de l'eau contaminée par l'arsenic ; l'une des principales fabriques de produits chimiques d'Angleterre arrêta aussitôt sa production d'herbicides arsenicaux et reprit les stocks invendus chez les commerçants ; le ministère de l'Agriculture imposa ensuite des restrictions à l'emploi de ces produits. Le gouvernement australien suivit cet exemple en 1961. Aux États-Unis toutefois, rien ne freine l'utilisation de ces poisons.

Plusieurs « dinitro » sont également utilisés comme herbicides ; ils figurent parmi les produits les plus dangereux du genre en usage aux États-Unis. Le dinitrophénol est un fort stimulant du métabolisme, ce pour quoi il a été employé un moment comme drogue amaigrissante ; toutefois la marge entre la dose bonne à faire mincir et la dose mortelle était si faible que plusieurs personnes ont été empoisonnées, ou chroniquement diminuées : cette médication a été abandonnée.

Autre insecticide employé également comme dés-herbant, le pentachlorophénol est souvent répandu sur le bord des routes ou dans les terrains vagues. Ce « penta » est violemment toxique pour une grande variété d'organismes, depuis la bactérie jusqu'à l'homme. Il interfère, comme le dinitro, avec les sources d'énergie du corps, qui se met à se consumer lui-même. Le service de santé de Californie a récemment rapporté un accident qui illustre bien la virulence de ce produit. Un conducteur de citerne préparait un mélange destiné à défeuiller le coton, en versant du penta dans du gazoil, lorsque le robinet du tonneau contenant le produit chimique concentré tomba accidentellement dans le

liquide ; l'homme y plongeait la main nue pour récupérer le robinet ; il eut beau se laver immédiatement, il fut pris de malaise, et mourut le lendemain.

Après des herbicides aux résultats spectaculaires, comme l'arsénite de sodium ou les phénols, il existe des dés-herbants aux effets plus insidieux mais qui sont en fin de compte tout aussi dangereux : l'aminotriazole, par exemple, ou amitrol, le fameux tue-herbe de l'airelle ; ce produit est paraît-il peu toxique, mais les tumeurs malignes qu'il favorise sur la thyroïde constituent un danger pour les animaux, et peut-être même pour l'homme.

Certains herbicides sont classés parmi les « mutagènes », c'est-à-dire des agents capables de modifier les gènes, qui conditionnent la transmission des caractères héréditaires. Si nous sommes consternés, et à juste raison, par les effets génétiques de la radioactivité, nous ne pouvons pas rester indifférents devant la dissémination inconsidérée de substances chimiques qui produisent les mêmes résultats.

4. Eaux superficielles et mer souterraine

De toutes les ressources naturelles, l'eau est devenue la plus précieuse. La surface du globe est en très majeure partie recouverte d'eau, et pourtant, au milieu de cette abondance, nous sommes dans le besoin. Par un étrange paradoxe, les immenses réserves liquides du monde sont presque toutes impropres à satisfaire les besoins de l'agriculture, de l'industrie, et de la consommation humaine ; elles sont salées. En conséquence, les habitants de la Terre manquent d'eau, ou risquent d'en manquer. À une époque où l'homme a oublié ses origines et s'est même rendu aveugle aux facteurs les plus essentiels de sa survie, l'eau comme bien d'autres ressources est devenue victime de son indifférence.

Le problème de la pollution des eaux par les insecticides ne peut être compris que dans le contexte de la contamination générale de notre environnement. L'impureté de nos fleuves a de multiples origines : déchets radioactifs des réacteurs nucléaires, des laboratoires et des hôpitaux, retombées des explosions atomiques, ordures ménagères, rebuts chimiques des usines. Et voici qu'à tout cela s'ajoute une nouvelle retombée : celle des produits pesticides répandus sur les cultures, les jardins, les champs et les forêts. De nombreux ingrédients chimiques de cette espèce imitent en effet ou accroissent l'action nocive des radiations, tout en réagissant entre eux, se transformant et se combinant de diverses manières inquiétantes et mal connues.

Le problème de l'épuration des eaux est devenu complexe, et les utilisateurs d'eau sont en danger de-

puis que les chimistes ont commencé à fabriquer des substances que la nature n'avait pas inventées.

La production des produits chimiques de synthèse, entreprise à grande échelle vers 1940, a maintenant atteint de telles proportions qu'un affolant déluge de résidus chimiques pénètre chaque jour dans nos voies d'eau. Ces substances sont si intimement mélangées aux ordures ménagères et à toutes sortes de rebuts que les procédés usuels d'épuration ne permettent pas toujours de les détecter, sans parler de les identifier. Certaines sont tellement stables qu'on ne peut les décomposer par les moyens classiques. Dans les rivières, une incroyable variété d'agents de pollution se combinent pour constituer des dépôts auxquels les services d'hygiène ne peuvent donner aucun nom précis. Le professeur Rolf Eliassen, de l'Institut de technologie du Massachusetts, a affirmé devant un comité du Congrès l'impossibilité de prédire l'action propre à ces produits, ou d'identifier la matière organique créée par leur mélange. « Nous n'en sommes pas à savoir ce que c'est, a-t-il dit. Quel est leur effet sur la population ? Nous l'ignorons. »

Les produits chimiques utilisés contre les insectes, les rongeurs ou les végétaux indésirables contribuent de plus en plus à grossir la masse de ces éléments organiques de pollution. Les uns sont jetés délibérément dans les eaux pour y détruire les herbes, les larves ou certains poissons. D'autres proviennent des pulvérisations opérées sur les forêts, traitées parfois par centaines de milliers d'hectares pour la destruction d'un seul insecte nuisible ; tantôt le produit tombe directement dans les ruisseaux, tantôt il s'écoule goutte à goutte à travers les frondaisons jusqu'à atteindre le tapis du sol où il se mêle aux moisissures suintantes qui commencent là leur long voyage vers la mer. Mais

la majeure partie de ces poisons provient probablement des millions de tonnes de produits chimiques répandus sur les cultures pour tuer les insectes et les rongeurs. Les pluies les dissolvent et les entraînent dans le ruissellement universel des eaux vers l'océan.

Ici et là, ces ingrédients trahissent leur présence dans nos rivières, et même dans les eaux destinées à la consommation publique. En Pennsylvanie par exemple, un échantillon d'eau potable, prélevé dans un verger et versé dans le vivier d'un laboratoire, contenait assez d'insecticide pour tuer tous les poissons en quatre heures. Ailleurs, l'eau d'un ruisseau de drainage de champs de coton, traités à l'insecticide, demeurait fatale aux poissons même après avoir traversé une station d'épuration. En Alabama, dans 15 affluents du Tennessee, le ruissellement de champs traités au toxaphène, un hydrocarbure chloruré, tuait tous les poissons ; huit jours après l'application de l'insecticide, les eaux étaient encore toxiques, comme le montrait la mort de poissons rouges témoins, enfermés dans des cages en plein courant ; et cependant deux de ces rivières alimentaient un service municipal des eaux.

La plupart du temps cette pollution est invisible, et passe inaperçue ; il faut la mort de centaines ou de milliers de poissons pour qu'on la remarque. Les chimistes chargés de veiller à la pureté de l'eau ne disposent ni de tests systématiques pour déceler la présence de ces boues organiques, ni de moyens pour les supprimer. Mais, détectés ou non, les pesticides sont là, et comme on pourrait l'attendre de n'importe quel produit répandu partout avec tant de générosité, ils ont réussi à s'introduire dans la majorité, voire la totalité de nos principaux systèmes fluviaux.

Si quelqu'un en doute, qu'il lise donc le petit rapport publié en 1960 par le service Fish and Wildlife

des États-Unis. Ce service a recherché expérimentalement si les poissons comme les animaux à sang chaud emmagasinent l'insecticide dans leurs tissus. Pour cela, il a fait prendre des poissons. Les premiers sujets ont été pêchés dans une rivière des régions forestières de l'Ouest, où le DDT avait été employé à profusion pour décimer le ver du bourgeon de l'épicéa. Ces poissons contenaient du DDT, comme on pouvait s'y attendre ; mais quelle n'a pas été la surprise des expérimentateurs lorsqu'ils ont trouvé également de l'insecticide dans des poissons témoins pêchés 45 kilomètres en amont des forêts traitées, dans une crique sauvage séparée de la rivière par une très haute chute d'eau ! Aucun traitement n'ayant été pratiqué à cet endroit, comment le poison y était-il venu ? Amené par une rivière souterraine ? Porté par le vent ? Une autre expérience a détecté la présence de DDT dans les poissons d'un alevinier alimenté en eau par un puits profond ; là, le poison ne pouvait s'être introduit, semble-t-il, que par le biais d'une rivière souterraine.

En ce qui concerne ce problème de la pollution des eaux, rien n'est aussi alarmant que la menace de contamination générale des rivières souterraines. On ne peut plus verser de l'insecticide dans l'eau où que ce soit sans menacer la pureté des eaux partout. La nature ignore les compartimentages, et n'a pas placé de cloisons étanches entre les sources d'eau qu'elle a distribuées sur la terre. La pluie tombe sur le sol ; elle y pénètre par tous les pores, toutes les fissures de la glèbe ou de la pierre ; elle descend de plus en plus profondément jusqu'à atteindre une zone où toutes les anfractuosités de la roche sont garnies d'eau, une sombre mer souterraine qui s'élève avec les collines et s'enfonce au-dessous des vallées. Ces eaux sont toujours en mouvement, parfois lentes au point de

parcourir 50 mètres à peine dans l'année, parfois relativement rapides, progressant de 150 mètres en une journée. Elles voyagent en d'invisibles lits, puis s'approchent de la surface, créant des sources et remplissant les puits que l'on a forés jusqu'à elles. Mais généralement elles alimentent les ruisseaux, et donc les rivières. Toutes les eaux du monde, à l'exception des eaux de ruissellement et des pluies tombant directement dans les rivières, ont été souterraines à un moment ou un autre. On comprend donc qu'une pollution des nappes profondes ferait courir la menace d'une contamination générale des eaux.

C'est probablement au fil d'une sombre rivière souterraine que les toxiques issus d'une manufacture du Colorado ont voyagé en 1943, pour aller empoisonner des puits, ruiner la santé des gens et des bêtes, et endommager des récoltes 5 kilomètres plus loin. Voici l'affaire, exceptionnelle aujourd'hui, monnaie courante peut-être demain. Un arsenal de l'armée, dans les Montagnes Rocheuses, près de Denver, commença en 1944 à fabriquer du matériel de guerre pour l'Army Chemical Corps. Huit ans plus tard, cet arsenal fut loué à une société privée qui voulait y fabriquer des insecticides. Avant même ce changement d'activité, d'étranges plaintes avaient été reçues. Dans des fermes distantes de plusieurs kilomètres, des maladies inexplicables frappaient le bétail, et les récoltes souffraient considérablement ; les feuillages jaunissaient, les cultures n'arrivaient pas à maturité ; on parlait même de maladies humaines, en relation possible avec ces faits.

Les eaux d'irrigation de ces fermes provenaient de puits peu profonds qui furent examinés en 1959 : on y trouva tout un assortiment de produits chimiques. Ces substances ne pouvaient provenir que de l'arsenal