

Une recherche dé-coïncidente

pour se préparer aux crises
environnementales et alimentaires

Stéphan Marette, Caroline Lejars, coord.

Postface de François Jullien



DÉ-COÏNCIDER POUR MIEUX ANTICIPER : LES CRISES ALIMENTAIRES ET ENVIRONNEMENTALES AU CENTRE DES CRISES SYSTÉMIQUES

Diane Briard, Éric Justes, Stéphan Marette, Fabrice Martin-Laurent,
Jean-Denis Mathias, Nathalie Vachier

Le précédent chapitre présentait un scénario « du pire », en se concentrant sur des innovations qui garantiraient une production alimentaire « satisfaisante » dans un contexte climatique extrêmement dégradé. Il s'agissait d'un récit d'anticipation dont l'occurrence n'est ni probabilisable ni nécessairement réaliste. Cependant, ce scénario « du pire » représente une quasi-injonction à agir dès aujourd'hui, en vue d'éviter ou d'atténuer certaines conséquences qui pourraient être catastrophiques pour la survie humaine. Ce récit dystopique permet aussi de mettre en perspective les efforts individuels et collectifs à réaliser « dès à présent », en vue d'éviter la survenue d'une telle situation, ou de produire des réponses appropriées concernant l'adaptation de l'offre alimentaire à des contextes très difficiles. En se confrontant à un scénario se déroulant en 2084, une approche dé-coïncidente peut contribuer à mieux anticiper les crises systémiques et imaginer des réponses adaptées.

Ce nouveau chapitre s'intéresse au « dès à présent », en vue d'une réflexion sur la façon dont nous pourrions prévenir des crises environnementales et alimentaires majeures, devenues aiguës du fait de la mondialisation, de la diminution de la biodiversité et du changement climatique. Mais bien anticiper ces événements demande de pouvoir modéliser ce qui va se passer dans vingt, cinquante ou cent ans, ce qui relève très probablement de la gageure ! Un tel défi, sans doute quasi impossible à relever, gagnerait cependant à bénéficier de la dé-coïncidence des idées afin de fissurer les routines du *business as usual* (« routine habituelle ») sous-jacentes et généralement admises.

En faisant une analyse rétrospective et volontairement simplifiée, nous pouvons affirmer que l'activité humaine, l'hyperspécialisation des secteurs pour gagner en productivité, les accords internationaux sur le commerce et la mondialisation des échanges ont rendu les pays et leurs économies fortement interconnectés, ce qui influence radicalement l'équilibre des écosystèmes et les rend encore plus vulnérables. Ces impacts sont de plusieurs ordres, notamment en termes de changement climatique (Lewis et Maslin, 2015), de diminution de la biodiversité (IPBES, 2024) et d'augmentation de crises sanitaires et alimentaires de plus en plus difficiles à maîtriser (FAO, 2023a). Ces interdépendances peuvent être à l'origine de défaillances insoupçonnées, du fait de relations cachées entre les différents systèmes économiques et sociaux. Ainsi, l'épidémie de COVID-19 en 2020 et la guerre en Ukraine déclenchée par la Russie en février 2022 ont mis en évidence toute une série d'imbrications entre nations et marchés, notamment pour de nombreux pays africains, qui dépendent fortement des importations de blés ukrainiens et russes.

Avec la multiplication des crises et leur caractère systémique (c'est-à-dire concernant l'ensemble d'un système économique et social), de nombreuses réactions se déclenchent en cascade au niveau mondial. Tous les impacts peuvent être vus soit comme une conséquence soit comme un révélateur de crises systémiques à large échelle liées à l'Anthropocène. Cependant, notre capacité de modélisation prédictive des évolutions à moyen et long termes, tout comme notre capacité d'anticipation (comme décrit dans le chapitre précédent), est entravée par notre difficulté à connaître et comprendre les interconnexions entre systèmes. Une étude concernant la prévision des crises en général, et pas seulement dans le domaine de l'environnement et de l'alimentation, ainsi que l'appréhension des très fortes limites de ces prévisions sont donc nécessaires à ce stade.

Une analyse des possibilités de modélisation prédictive des crises futures est proposée dans la section suivante. Puis, nous ferons une analyse des crises alimentaires actuelles et futures, et nous proposerons des pistes de solution pour essayer d'en limiter la survenue, en prenant en compte leurs caractères systémiques et en mettant en avant l'importance des approches de co-construction avec l'ensemble des acteurs et parties prenantes.

LES DIFFICULTÉS À MODÉLISER ET ANTICIPER LES CRISES SYSTÉMIQUES

Une crise systémique se caractérise par le fait qu'elle impacte tous les secteurs d'une économie, qu'elle touche un grand nombre de pays en même temps et qu'elle dure généralement plusieurs années. Cette définition s'applique tout

particulièrement pour caractériser les nombreux effets du réchauffement climatique, de la pollution de l'environnement (eau, air, sol) et de la chute drastique de la biodiversité sur la production alimentaire et la santé humaine. Une analyse doit être réalisée dans un cadre d'approche intégrée de la santé, du type *One Health* (« une seule santé »), qui prend en compte de nombreuses dimensions de la santé humaine, animale et environnementale. En effet, ce sont ces nombreuses interconnexions qui déterminent incontestablement l'émergence ou le développement des maladies virales ou bactériennes, la prolifération de vecteurs ravageurs, la disparition des insectes pollinisateurs ou les sécheresses extrêmes, etc.

Pour endiguer et réduire les effets d'une crise systémique, des changements comportementaux de grande ampleur et des politiques publiques ambitieuses sont nécessaires, mais très difficiles à mettre en place. En effet, il paraît peu probable que la seule réaction des citoyens soit suffisante pour s'adapter ou même anticiper ces crises systémiques, tant nous vivons dans un système multi-intégré difficile à appréhender à l'échelle individuelle. De plus, une crise systémique se définit par de fortes perturbations entraînant l'effondrement partiel ou total d'une ou plusieurs fonctions du système par des réactions en chaîne (Diamond, 2006). Ces réactions en chaîne (effet domino ou papillon) et leurs conséquences négatives sont généralement mises en lumière durant le déroulement de la crise systémique, et seules les analyses *ex post* permettent d'en comprendre finement les ressorts, ce qui rend difficile l'anticipation des effets d'une telle crise. Dans son livre *Effondrement* (2006), Jared Diamond étudie précisément l'effondrement de certains groupes humains ou certaines sociétés tout au long de l'histoire (avec, notamment, l'exemple de l'Île de Pâques).

Il met en évidence différents facteurs expliquant cet effondrement, comme le changement du climat ou l'apparition de problèmes environnementaux, l'hostilité des populations voisines ou des situations de dépendance par rapport à ces populations, et enfin les réponses plus ou moins adéquates mises en place face aux problèmes posés. Concernant l'inadaptation/inadéquation des réponses, l'inexactitude des diagnostics y joue un grand rôle (Diamond, 2006).

En prenant en compte l'interdépendance des crises, l'analyse de la manière dont se sont produites les crises passées permet d'émettre quelques réflexions génériques pour mieux anticiper, prévenir ou gérer les crises futures. Il est toutefois probable que les éventuelles recommandations génériques issues de ces analyses aient une portée limitée du fait de la diversité de la nature des crises et de leur caractère peu prévisible et parfois déclenchées par des éléments cachés ou pour des processus mal compris. Comme le note Roubini (2022, p. 11) : « L'expérience n'apporte que trop peu d'enseignements. Nous continuons obstinément à faire les mêmes erreurs. »

Un cadre conceptuel possible pour caractériser et diagnostiquer les éléments clés d'une crise systémique est proposé par Linkov *et al.* (2014) et Florin et Linkov (2016). Ces auteurs expliquent qu'il est nécessaire d'étudier les critères suivants :

- identification des interdépendances existantes ;
- existence de points de rupture d'équilibre du système ;
- existence de causes multifactorielles des ruptures d'équilibre ;
- identification des rigidités présentes au niveau des gouvernances en place ;
- durée déterminant le déclenchement de la crise systémique ;
- identification des *drivers* (« forces motrices ») de la crise.

La pertinence de recourir à un tel cadre d'analyse a été démontrée par les travaux permettant d'améliorer la compréhension de systèmes complexes, particulièrement sujets à des interdépendances (Linkov et Trump, 2019). Il permet de se questionner sur l'interdépendance des crises locales ou plus globales, et d'identifier des leviers possibles d'action. Même si peu de travaux focalisent sur les aspects méthodologiques, les interdépendances sont principalement étudiées à travers l'analyse de réseaux et de leurs connectivités. Le tableau 1 met en évidence certains facteurs interdépendants et explicatifs de crises récentes et de différentes natures.

Concernant la grande récession de 2008 détaillée dans la première ligne du tableau 1, l'analyse économique a mobilisé de nombreuses équipes de recherche pour comprendre l'enchaînement des crises financières (Haldane et May, 2011). L'accumulation de dettes liées à l'envolée des prix de l'immobilier a entraîné une bulle spéculative qui a explosé en 2008 (Wolf, 2014)¹⁰. Des travaux ont également été développés pour analyser les conséquences de la crise du COVID-19 sur les modes d'organisations et pour comprendre l'impact des politiques mises en place dans les différents pays (OCDE, 2020).

Au-delà des spécificités des différentes crises présentées dans ce tableau, il existe de nombreux traits communs concernant la diffusion des chocs, notamment à cause de l'interdépendance entre les acteurs, les systèmes économiques et les pays. Par exemple, en analysant la crise financière de 2008 et la crise du COVID-19 de 2020, Gunay

10. Une bulle spéculative se définit comme une hausse « anormale » des prix des actifs financiers par rapport à leurs fondamentaux de long terme, notamment à cause de forts achats provenant d'anticipations d'une future hausse de leurs prix, ce qui permettrait une revente ultérieure de ces actifs à des prix soi-disant élevés.

Tableau 1. Analyse de quelques crises récentes

Type/exemple de crise	Analyse de l'interdépendance	Rupture d'équilibre	Causes multifactorielles	Rigidité de gouvernance	Temps	Drivers
Grande récession économique et financière 2008-2010 <i>Statut</i> : passée	Effet domino entre banques et États, en raison de la globalisation des économies et des marchés financiers.	Marchés financiers en forte baisse (actions, obligations, dettes publiques, immobilier).	Fragilité financière des firmes privées et des États. Déséquilibres des balances des paiements des États.	Difficulté initiale des banques centrales à réagir, puis fortes interventions publiques : <i>quantitative easing</i> , aides publiques, réglementations, etc.	Temps court : crise violente Temps long : résilience partielle, avec des impacts sur l'activité économique et les inégalités entre citoyens.	Excès de dettes et déséquilibres des balances des paiements. Crises des dettes et forts écarts de taux d'intérêt entre pays.
Guerre en Ukraine <i>Statut</i> : en cours (depuis le 24/02/2022)	Effet domino sur de multiples secteurs d'activités : production et fourniture d'énergie, d'intrants agricoles, de denrées alimentaires. Rupture des relations diplomatiques et scientifiques, déplacements de population, complication des déplacements, etc.	Échanges commerciaux déstabilisés (fertilisants, semences, etc.). Blé ukrainien détaxé en Europe dépréciant le prix du blé européen. Rupture des partenariats avec la Russie et ses alliés. Perspective tangible de conflit mondialisé entre deux blocs.	Risques de famine dans les zones dépendant des importations de céréales de l'Ukraine. Risques de crise énergétique avec des conséquences en cascade. Cyberattaques sur divers pays et structures privées ou publiques.	Politique Commerciale : réorganisation des flux commerciaux. Accord signé par l'Ukraine et la Russie avec la Turquie et l'Organisation des Nations unies (ONU), sur l'exportation des céréales ukrainiennes par la mer Noire (22/07/2022).	Crise en cours, probablement durable dépendant des gains de guerre de la Russie et de la capacité de résistance de l'Ukraine. Risque non nul d'extension du conflit avec de nouveaux fronts opposant de nouveaux blocs constitués (sino-russe vs OTAN).	Souveraineté de l'Ukraine menacée. Équilibre géopolitique dans la zone et conséquences mondiales. L'export des céréales représente une arme de guerre et de pouvoir à l'échelle mondiale.
Cyberattaque généralisée <i>Statut</i> : en cours... Nombreux exemples (entreprises, organisme de santé français, et INRAE en décembre 2023 !).	Connectivité généralisée des écosystèmes numériques. Risque de ransomware et de blocage des systèmes informatiques sensibles, de destruction de données scientifiques.	Menace de blocage des installations techniques de pointe (plateformes, animaleries, collections biologiques, etc.) Perte des données, espionnage, etc.	Informatique au cœur des établissements (données sensibles, capacité de gestion de tous les types de ressources).	Gestion centralisée des directions informatiques et fragilité de la duplication des systèmes informatiques.	Impact immédiat marqué et potentiellement à long terme (voire des pertes de capacités et de compétences).	« Kill the winner » : les hackers ciblent les entreprises et les institutions les plus visibles.

et Can (2022) montrent que la similitude de la transmission des chocs dans la sphère économique provient principalement de l'interdépendance des marchés boursiers et des systèmes financiers. Monbiot (2022) établit une analogie entre la crise financière de 2008 et une possible future crise alimentaire, à cause, selon lui, du pouvoir oligopolistique excessif des firmes et de la faiblesse des autorités réglementaires. Il est cependant à noter que les crises financières sont cycliques, avec des alternances de périodes de prospérité et de dépression, alors que le changement climatique observé actuellement semble irréversible à moyen/long terme (« à échéance de 2084 » en référence au précédent chapitre), sans possibilité d'amélioration comme dans un cycle financier.

Dans le cas des risques de crises associés au changement climatique, nous pensons généralement aux catastrophes induites par des événements extrêmes et nous négligeons souvent les risques associés aux évolutions climatiques tendanciennes. Les changements correspondants se produisent lentement, les probabilités liées à certains risques sont impossibles à quantifier, et les conséquences négatives mettent du temps à apparaître. Leurs effets à long terme sont souvent sous-estimés au stade initial, alors qu'au-delà d'un point critique ils sont difficiles, voire impossibles, à gérer. Les impacts s'accumulent et s'aggravent dans le temps et dans l'espace, passant généralement de modifications quantitatives à un changement qualitatif en rupture, ce qui aboutit finalement à l'apparition d'une crise de nature systémique. Ce qui est sans doute imprévisible c'est d'anticiper les points de rupture et leurs facteurs déterminants. Une fois le point de rupture atteint, un système (écologique ou économique) peut ne pas retrouver son état initial, ce qui perturbe complètement l'organisation sociale et la

hiérarchie des risques auxquels il faut faire face, et peut induire son effondrement partiel ou total.

Les points de basculement sont donc difficiles à prédire et à quantifier du fait de leur dynamique : le système peut être en apparence stable et en « bonne santé », mais une légère variation peut entraîner sa défaillance, du fait de la présence d'instabilités. À titre d'exemple, l'eutrophisation des lacs présente une telle dynamique : l'eau du lac est claire (oligotrophe) et une infime augmentation des apports en nutriments peut faire basculer le lac vers une eau verdâtre (eutrophe) avec de possibles conséquences sanitaires. Ce basculement rapide, lié à l'instabilité, représente une difficulté pour les politiques à gérer de tels phénomènes, d'autant plus s'ils n'ont jamais été confrontés à ces événements dans le passé récent. Une autre difficulté réside dans le fait que le « déclencheur » de ce basculement peut être de nature complètement exogène au système du fait des interdépendances qui sont plus ou moins explicites. En reprenant l'exemple du lac, une fuite dans une canalisation d'une entreprise peut être à l'origine du surplus de nutriments, lui-même à l'origine de l'eutrophisation du lac. Mais cette fuite peut être due à un défaut de maintenance, due elle-même à une nouvelle politique de l'entreprise de maintenance, due elle-même à un mauvais contexte économique, etc.

Cette difficulté à anticiper les risques à long terme se retrouve dans l'incertitude liée à l'apparition d'événements catastrophiques majeurs. À la différence du risque, qui est probabilisable, Keynes (1921) note qu'avec l'incertitude la probabilité d'apparition d'événements n'est pas quantifiable et donc pas assurable. Cette difficulté à quantifier les probabilités d'événements extrêmes a conduit Karger *et al.* (2023)

à s'intéresser aux probabilités des menaces pour l'humanité à court, moyen et long termes de l'intelligence artificielle, de la guerre nucléaire, des agents pathogènes biologiques, etc., ces prédictions ayant été données par 169 prévisionnistes, incluant des prévisionnistes historiquement précis sur des questions à court terme (« super-prévisionnistes ») et des experts par domaine d'application. Les super-prévisionnistes ont vu les risques de catastrophe (à savoir la mort de 10 % des humains dans les cinq ans) ou d'extinction (à savoir la disparition de l'humanité à l'exception de 5 000 survivants) comme considérablement plus faibles que ne l'ont fait les experts par domaine d'application. Le plus grand désaccord sur les probabilités concernait les risques provenant de l'intelligence artificielle. En complément, Karger *et al.* (2023) ont proposé un tournoi de persuasion et d'échange visant à produire des prévisions réfléchies entre ces différents prévisionnistes. Ils soulignent les désaccords persistants à l'issue d'une succession d'échanges avec des super-prévisionnistes relativement indifférents aux estimations beaucoup plus élevées des experts par domaine d'application et ces mêmes experts relativement indifférents aux estimations inférieures des super-prévisionnistes. Ce résultat jette un sérieux doute sur la possibilité d'obtention d'un consensus qui pourrait provenir de forums d'experts, fussent-ils les meilleurs dans leur domaine scientifique ou technique. Il est à noter que, comme suggéré dans la section 4 du chapitre 2 consacré à la recherche dé-coïncidente, cette problématique bénéficierait certainement de la mise en place d'espaces et de moments de dé-coïncidence encourageant l'émergence d'idées divergentes (*out of the box*, « hors des sentiers battus ») sur les prévisions d'événements extrêmes.

Concernant l'anticipation des risques, un point faible récurrent réside dans les approches « en silos » disciplinaires qui ont tendance à privilégier un type « cloisonné » d'expertise, isolé des autres domaines d'analyses. Ce travail « en silos », combiné à un manque de culture scientifique et organisationnelle commune, conduit à une grande difficulté à gérer la crise et notamment systémique en situation, mais aussi à l'omission de certains risques et de certaines problématiques en anticipation ou durant la crise. Il en résulte l'émergence de peu d'analyses réellement interdisciplinaires, ce qui peut être préjudiciable à une riposte efficace, quelle que soit la nature de la crise (sanitaire, financière ou numérique, etc.). Ce phénomène a été souligné par le conseil scientifique COVID-19, qui a noté l'absence d'approches de type *One Health* avec la difficulté de mutualiser les expertises en santé humaine, animale, ou écologique (Lefrançois *et al.*, 2022), ce qui a réduit l'efficacité de la gestion de la crise COVID-19. Ainsi, les défis alimentaires posent la question de la collaboration interdisciplinaire entre des domaines tels que l'agronomie, l'environnement, la santé animale, humaine ou végétale, et les sciences humaines et sociales.

De plus, l'analyse prospective des crises systémiques et de leurs impacts potentiels, souvent très graves, se heurte fréquemment à la « croyance » que les risques sont hypothétiques, car jugés comme rares. Cela signifie que certains accidents ne vont pas réellement se produire, arriver avec une probabilité extrêmement faible (au-delà de 10^{-3} par exemple) ou dans des temps très lointains. Kahneman et Tversky (1979) ont d'ailleurs mis en avant que les décideurs ont des difficultés à évaluer les probabilités d'événements futurs, et notamment « les queues de distribution

d'événements » (indiquant de très faibles probabilités d'occurrence) et donc des difficultés à les gérer. Par exemple, selon certains modèles qui avaient été développés, la crise financière des subprimes n'aurait dû se produire qu'avec une probabilité extrêmement faible. Kemp *et al.* (2022) soulignent une tendance de nombreux experts à privilégier des scénarios « intermédiaires » et à implicitement éviter les pires scénarios aux conséquences extrêmes. Cette difficulté à se représenter les pires scénarios peut avoir comme origine certains biais, tels que la focalisation sur des hypothèses peu vraisemblables, l'usage d'un cadre conceptuel tronqué ou encore une incomplétude des savoirs ne permettant pas d'anticiper des effets systémiques. Cela peut avoir comme conséquence de restreindre notre capacité à développer des changements profonds, que ce soit à l'échelle planétaire ou à l'échelle locale. Cette attitude a conduit, par exemple, à ne pas prêter suffisamment attention aux impacts potentiels d'un réchauffement global de la planète de 3 °C, 4 °C ou plus, avec des effets d'entraînements cataclysmiques comme des crises financières, des famines, des conflits et des nouvelles épidémies de grande ampleur, pouvant nous amener réellement à la situation envisagée en 2084 dans le chapitre précédent.

Concernant les situations de simulations et de tests ayant pour objectif les mises en situation de crise ou d'incident grave, il est souvent obligatoire de tester des situations d'urgences et de vérifier que la réaction au problème est cohérente. Mais est-il possible de faire des simulations réalistes dans le cas de risques extrêmes ou de problèmes de niveau supérieur d'impact systémique, qui sont très peu probables par rapport à ce que l'on peut imaginer en situation « normale » ? Très souvent, quand le risque est

faible ou peu probable, l'imminence de l'action ne semble pas évidente à anticiper car le système semble à l'équilibre tel qu'il est, ou suffisamment robuste pour résister, ou que le coût d'action par rapport au très faible risque est trop élevé en termes de ressources à engager. Ainsi, les contraintes budgétaires ou les pressions de l'opinion empêchent souvent certains choix ou certains investissements qui pourraient contribuer à long terme à la résistance du système ou à sa réduction de vulnérabilité. Dé-coïncider pourrait consister à considérer systématiquement les risques jugés comme très peu probables dans les scénarios de prospectives.

La théorie du « cygne noir » fait référence à un événement imprévisible qui a une faible probabilité de se dérouler et qui, s'il se réalise, a des conséquences d'une portée considérable et exceptionnelle (Taleb, 2011). Selon cette théorie, les probabilités de ces événements rares ne sont pas calculables et les biais cognitifs rendent les personnes aveugles face à la possible émergence d'un événement rare. Dans un tel contexte, Grünewald (2014) note que « la réflexion sur les événements de type "cygne noir" est ainsi souvent une priorité de deuxième, voire de troisième rang ». Face aux « cygnes noirs », il faut sortir de la « zone de confort » que représente la connaissance du passé et explorer vigoureusement et sans crainte (voire sans tabous) hors des sentiers battus les champs du possible, de l'incertain et de l'imprévisible. Ici aussi il serait pertinent de savoir dé-coïncider de certaines approches de quantification et de prédiction, avec une critique des attentes liées aux modélisations qui sont par nature limitées (Jullien, 2017 et 2023). Cependant, dès que certaines problématiques sont abordées dans les débats publics, et même dans le microcosme de la recherche scientifique, l'exploration « sans crainte » des

incertitudes devient parfois très difficile à mettre en place, quand elle ne s'avère pas impossible du fait de soi-disant « bonnes raisons », provenant d'analyses *a priori* raisonnables scientifiquement.

Au-delà du monde universitaire et des experts, les réactions et les croyances des producteurs, des consommateurs et des citoyens sont essentielles. Concernant les difficultés à gérer collectivement les crises, Jared Diamond distingue différentes typologies de groupes qui échouent face à des décisions délicates à prendre.

« En premier, un groupe peut échouer à anticiper un problème avant qu'il ne survienne vraiment. Deuxièmement, lorsque le problème arrive, un autre peut échouer à le percevoir. Ensuite, même lorsque le problème est perçu, un groupe peut échouer dans sa tentative pour le résoudre. Enfin, un autre encore peut essayer de résoudre le problème, mais échouer. »
(Diamond, 2006, p. 651).

Ces possibilités d'échec conduisent à une autre question cruciale : comment passer du diagnostic de risques très peu probables et difficilement estimables à l'action et à la prévention effective ? Cette question est particulièrement tragique quand les actions préventives semblent coûteuses en temps et en argent, avec un effet très lointain dans le temps. Dans ce contexte, nous pouvons nous demander si nous pouvons anticiper correctement ces situations « extrêmes » et si nous pouvons réellement changer nos pratiques. Cette problématique intègre implicitement l'idée qu'une fois la crise passée, elle ne reviendra pas. Cette « idée fantasmée », car parfois uniquement basée sur « un avenir désirable », ou penser que « c'est déjà arrivé alors que c'était très peu probable, donc c'est encore moins probable que cela

se reproduise », peut annihiler la vigilance requise ou son maintien à un niveau suffisant, par manque de moyens pour effectivement éviter que la crise ne se reproduise.

Nous venons d'illustrer les difficultés extrêmes à anticiper les crises et à caractériser les risques futurs, avec la quasi-impossibilité de quantifier des probabilités d'événements plus ou moins extrêmes. En bref, vous aurez compris que définir des politiques efficaces à long terme est une sorte de « mission impossible » ! Le caractère systémique d'une crise rend très difficile la mise en œuvre de réglementations de prévention efficaces, ce qui nécessite un travail titanesque de diagnostic et de caractérisation de ces crises. Cette mise en place d'actions et de réglementations nécessite le partage d'un diagnostic commun dans toute la société civile, ce qui est souvent une gageure, car certains risques extrêmes ont tendance à être sous-estimés par de nombreux acteurs économiques ou citoyens, au-delà des experts eux-mêmes.

Il semble important d'intégrer les scénarios « du pire » en essayant, si possible, de déterminer leurs probabilités d'occurrence, afin de définir des politiques de prévention crédibles, tout en ayant conscience que certaines approches classiques ont eu finalement peu d'effets pour limiter l'impact des crises passées. Dé-coïncider c'est savoir que nous ne pouvons pas tout anticiper et que nous devons nous tenir prêts. Ceci milite pour la nécessité de créer des « fissures » dans nos approches et raisonnements pour mieux anticiper et ensuite gérer de telles crises.

Dans la section suivante, nous revenons brièvement sur la caractérisation des crises alimentaires actuelles, qui sont notamment liées à deux crises systémiques, à savoir le réchauffement climatique et la dégradation de la biodiversité et de l'environnement.

LES CRISES ALIMENTAIRES PRÉSENTES ET À VENIR

Il existe de très nombreux liens entre climat, biodiversité, santé, agriculture et système alimentaire, ce qui rend ce *nexus* particulièrement propice à l'émergence de crises alimentaires, actuellement à des échelles principalement locales. Cependant, à l'avenir, ces crises risquent fortement de se dérouler à des échelles globales, en touchant de nombreuses régions du monde et avec un fort caractère systémique ayant des répercussions sur toutes les productions agricoles et sur tous les secteurs économiques (FAO, 2022). De manière générale, les crises alimentaires impactent généralement trois variables d'importance pour les citoyens, à savoir les prix des denrées alimentaires, même de base, orientés à la hausse (inflation), la qualité des aliments (au sens large) orientée à la baisse (moins de nutriments, résidus de pesticides, etc.), ou la disponibilité régulière des aliments qui est menacée avec plus ou moins d'intensité en fonction de l'endroit du monde où se situe les consommateurs, plus ou moins aisés financièrement. Ces trois variables influencent non seulement la satisfaction des consommateurs, mais aussi leur santé, et la santé globale de la planète. Elles renvoient également à la question des inégalités et à la capacité des personnes les plus modestes économiquement à faire face à des chocs, comme les fortes hausses des prix alimentaires.

Les crises alimentaires sont déjà présentes de manière récurrente dans certaines régions de la planète, avec notamment 800 millions de personnes ayant structurellement souffert de la faim en 2023 et 2,3 milliards de personnes faisant face à des risques (de faible à fort) d'insécurité alimentaire (Nations unies, 2023, p. 14). Même si la production mondiale de blé n'a cessé de croître ces

dernières années, la stagnation des rendements des céréales dans de nombreuses régions du globe ne cesse d'inquiéter (FAO, 2023b). L'augmentation attendue des températures et des sécheresses compromet grandement l'évolution des rendements et la disponibilité des ressources alimentaires, si l'on maintient le modèle alimentaire actuel (IPCC, 2019). Au-delà des recompositions régionales, il existe des craintes quant à une possible diminution de la future production alimentaire mondiale (FAO, 2022 et 2023a), notamment en l'absence de modification de l'assiette alimentaire consommée par les habitants des pays « riches », qui consomment beaucoup de produits laitiers et carnés, très émetteurs de gaz à effet de serre.

La production alimentaire est source de contaminations des écosystèmes en raison de l'application de produits de protection des plantes d'origine synthétique, dont les pesticides contre les vecteurs/insectes ravageurs, d'engrais chimiques, l'utilisation de plastiques et d'emballages de la ferme au réfrigérateur et l'utilisation d'eaux usées pour l'irrigation des cultures. L'application d'engrais azoté conduit à la persistance dans les sols agricoles d'ammoniac résiduel ou de nitrates qui peuvent contaminer les ressources en eaux, et qui, transformés par les microbes du sol, peuvent conduire à l'émission de puissants gaz à effet de serre (GES) tels que le protoxyde d'azote (N_2O) : ainsi, l'ensemble de la chaîne alimentaire est responsable de 21 % à 37 % des émissions dans le monde (IPCC, 2019).

Le système alimentaire affecte et est affecté par le réchauffement climatique (Gil *et al.*, 2023). L'inquiétude sur la stagnation des rendements est amplifiée quand nous nous référons aux prévisions des futures températures prévues par le GIEC (IPCC, 2019), sans oublier les prévisions qui

induisent des phénomènes climatiques de plus en plus extrêmes qui riment avec sécheresse, vagues de chaleur, inondations, gel et froid, tassement de sol, érosion par l'eau et par le vent, incendies de forêt, tempêtes, etc. Par ailleurs, cela induit une augmentation des risques biologiques avec les bioagresseurs comme les champignons, les bactéries et les virus, la propagation d'autres vecteurs, comme les insectes ravageurs, les rongeurs, les risques sur les pollinisateurs. Bref, la production alimentaire est clairement en question à moyen terme, surtout avec l'accroissement des sécheresses observées dans de nombreuses parties du monde.

Dans un tel contexte, la FAO s'alarme de la dégradation de l'état des sols et des eaux au niveau mondial, pointant du doigt « des systèmes au bord de la rupture » (FAO, 2021a). Depuis cinquante ans, la demande en eau augmente deux fois plus vite que la population mondiale. L'utilisation des ressources hydriques pour l'agriculture s'envole à cause des changements de régimes alimentaires, de l'intensification agricole basée sur l'irrigation et l'usage des intrants chimiques, de l'urbanisation et du changement climatique (Mayaux *et al.*, 2022). L'eau est une ressource naturelle qui devient de plus en plus précieuse, c'est un bien commun qu'il faut utiliser avec parcimonie et qui est menacé à la fois en terme quantitatif et qualitatif. Pour les zones arides, il existe différentes solutions plus ou moins technologiques, comme la réutilisation des eaux usées ou la désalinisation, qui toutes deux demandent de lourds investissements et nécessitent des apports en énergie pour fonctionner. Devant la rareté de la ressource et en application de la directive-cadre européenne sur la réutilisation des eaux usées en agriculture (CE 2020/741), l'État français a adopté durant l'été 2023 un décret relatif aux usages et aux conditions d'utilisation des

eaux de pluie et des eaux usées, y compris pour l'irrigation des cultures (décret n° 2023-835 du 29). Toutefois, d'un point de vue quantitatif, ces solutions pérennisent souvent les modèles agricoles et alimentaires actuels, et elles évitent d'engager des transitions ambitieuses vers des modèles agricoles plus sobres (Williams *et al.*, 2023). L'irrigation des cultures avec des eaux usées traitées issues des stations d'épuration peut avoir des conséquences sur la santé des agroécosystèmes, la qualité de la production végétale et la santé des consommateurs (Haenni *et al.*, 2022). Face au changement climatique, la ressource en eau est un point majeur de fragilité par rapport à l'avenir de la sécurité alimentaire de l'humanité.

La dégradation de la biodiversité et de l'environnement (eau, air, sol), provenant pour partie de l'agriculture conventionnelle, a également de graves conséquences pour la production alimentaire, comme le montrent les deux exemples suivants. Premièrement, l'exemple des chauves-souris qui jouent un rôle de régulateur des populations d'insectes en raison de la prédation d'insectes nocturnes, qui comprend entre autres de nombreux ravageurs des cultures et des forêts. Boyles *et al.* (2011) suggèrent que les disparitions de chauves-souris liées à certaines maladies, à l'urbanisation et au développement d'industries utilisant des turbines électriques, entraînent des pertes agricoles estimées à plus de 3,7 milliards de dollars/an pour les États-Unis. Deuxième exemple, M. R. Smith *et al.* (2015) montrent le fort impact sur la santé humaine d'une future baisse possible des pollinisateurs qui conduirait à une baisse importante de la production de fruits et légumes, avec des conséquences négatives sur la santé humaine *via* la baisse de consommation de ces produits.

Au-delà de ces exemples, la compréhension de l'impact du réchauffement climatique et du déclin de la biodiversité et le développement des pratiques agricoles néfastes sur la consommation alimentaire, la santé humaine et la santé des écosystèmes nécessitent un travail scientifique titanesque, notamment si nous voulons réaliser des travaux rigoureux de modélisation, intégrant des interactions complexes. Étant donné l'occurrence de plus en plus fréquente d'événements climatiques extrêmes, il serait pertinent de capitaliser sur ce qui est déjà éprouvé dans des régions de fortes sécheresses avec une adaptation des cultures telles que les espèces et variétés cultivées dans des zones tropicales semi-arides, ainsi que les pratiques agricoles basées sur les méthodes traditionnelles en Afrique et en Asie (CIRAD, 2023 ; Nubukpo, 2022). Mais il reste beaucoup à faire pour développer de nouveaux systèmes agronomiques et les optimiser, afin que des pratiques agroécologiques utilisant peu d'intrants de synthèse et mobilisant des processus de régulation naturelle puissent être suffisamment productives pour satisfaire aux besoins alimentaires grandissants.

QUELLES SOLUTIONS POUR ENDIGUER LES FUTURES CRISES ALIMENTAIRES ?

Malgré les difficultés méthodologiques qui ont été énoncées dans la première section consacrée aux crises systémiques, certains modèles relativement « simplifiés » ont proposé des diagnostics et des solutions en vue d'obtenir une alimentation durable respectueuse à la fois de la santé humaine et de l'environnement. Même si elles recèlent de nombreuses limites provenant de l'omission de certains mécanismes,

ces contributions ont le mérite de tracer une direction vers « où se diriger » et vers « ce qu'il faudrait faire ».

Nous restreignons notre analyse au modèle de soutenabilité alimentaire le plus emblématique, à savoir le modèle publié par la EAT-Lancet Commission (2024), même si d'autres contributions proches et très intéressantes doivent être mentionnées, comme celles d'Agrimonde-Terra, Afterres 2050, Ademe 2050/SISAE ou du WWF (Agrimonde-Terra, 2018 ; WWF, 2017). Tous ces modèles quantifiés mêlant production et consommation alimentaire sont marqués par un gigantesque effort pour relier les contraintes d'usage des sols, les contraintes agronomiques et écologiques et les habitudes de consommations avec leur conséquence en termes de nutrition et de santé publique.

Ainsi, la EAT-Lancet Commission a particulièrement mis l'accent sur la nécessité de modifier les habitudes alimentaires des consommateurs pour atteindre une alimentation durable, nourrissant 10 milliards d'humains en 2050 (Willett *et al.*, 2019). À la suite d'autres contributions (Vieux *et al.*, 2012 ; Tilman et Clark, 2014 ; Springmann *et al.*, 2017), la EAT-Lancet Commission utilise un modèle de diètes analysant précisément les régimes alimentaires et leurs conséquences agronomiques, environnementales et épidémiologiques sur la santé humaine. Cette commission d'experts et de scientifiques met en évidence les avantages substantiels qui proviendraient d'une réduction drastique de la consommation d'aliments d'origine animale et d'une forte augmentation de la consommation de légumineuses, de fruits et légumes, de fruits à coque et de céréales complètes (Willett *et al.*, 2019, figure 1, p. 14). Même si ces recommandations ne prônent pas une éviction des produits carnés, elles conseillent aux consommateurs des pays développés de considérablement

baisser leur consommation de viande (division par cinq des consommations actuelles). Ces recommandations risquent d'entraîner des bouleversements majeurs dans certaines filières de production, et avoir de nombreuses conséquences indirectes, notamment sur le recyclage des nutriments issus de la production animale (fumier et lisier) dont dépend l'agroécologie. Ces fortes réductions de certaines quantités consommées semblent extrêmes et très théoriques, alors que définir des substitutions crédibles et concrètes apparaît comme un défi pour concevoir de futurs régimes alimentaires durables et économiquement viables.

Être dé-coïncidant face à de telles recommandations issues d'approches scientifiques consiste à être critique quant aux limites de la modélisation utilisée et des prescriptions qui en découlent. L'analyse de la EAT-Lancet Commission peut être qualifiée de statique, car elle préconise des changements importants sans jamais préciser comment atteindre de tels changements, ni dans quel délai et avec une modélisation sans réelle dimension dynamique et temporelle caractéristique des transitions. Il s'agit d'une extrapolation d'un modèle statique en montrant qu'il est possible de nourrir 10 milliards de personnes en 2050 avec les substitutions énoncées ci-dessous. Dans cette approche, rien n'est explicitement modélisé sur les scénarios de rupture, ni sur les risques extrêmes et leurs probabilités difficiles à quantifier, qui peuvent pourtant complètement bouleverser l'ensemble du système alimentaire mondial. Toutes les problématiques évoquées au début de ce chapitre sur les crises systémiques rendent ce modèle statique sans doute peu crédible en termes d'actions, et aussi quant à sa capacité prévisionnelle de l'avenir sur l'évolution du système alimentaire et à son acceptabilité sociale.

La modélisation de la EAT-Lancet Commission quantifie les effets agronomiques, environnementaux et nutritionnels de régimes alimentaires soutenables, mais elle ne traite pas de la dynamique des comportements de consommation qui tiendrait notamment compte des modifications de prix. Même si l'augmentation souhaitable de consommation de fruits, de légumes et de légumineuses y est scientifiquement quantifiée, ce modèle n'étudie ni les différentes qualités d'aliments, ni la question de l'attitude des consommateurs vis-à-vis des questions de durabilité. De plus, la EAT-Lancet Commission et leurs auteurs ne prennent pas en compte l'accessibilité financière de leurs nouveaux régimes alternatifs, qui seraient inabordables pour 1,6 milliard d'habitants dans le monde (Hirvonen *et al.*, 2020), notamment sans subventionnement public massif et sans une forte solidarité entre pays. Il manque également de nombreux détails sur les ajustements de l'offre d'aliments dans les chaînes de production (Marette et Réquillart, 2020). Enfin, rien de précis n'est dit sur les outils réglementaires à utiliser pour atteindre les changements de consommation préconisés afin d'aboutir à une alimentation durable.

Les choix réglementaires devant conduire à des transitions alimentaires sont particulièrement ardues. Quel que soit le type de modèle de soutenabilité alimentaire considéré, face aux futurs enjeux de sécurité alimentaire et nutritionnelle, il est sans doute nécessaire de dégager des lignes d'action, et en particulier des politiques publiques volontaristes (CIRAD, 2022 ; FAO, 2022). Dans le cadre du réchauffement climatique et de la baisse probable des futurs rendements agricoles, elles impliquent sans doute des actions vigoureuses pour protéger les terres arables et les ressources en eaux. Sans vouloir être exhaustif, il est

possible de recenser les actions suivantes :

- 1) définir un moratoire pour la protection des terres arables les plus fertiles, protéger les zones « naturelles » et les forêts, viviers de biodiversité, et limiter l'artificialisation des sols ;
- 2) consolider et améliorer la fertilité organique des sols et le stockage de carbone, avec le développement à grande échelle de l'usage des composts et des digestats issus de la méthanisation des déchets organiques, des fumiers et des lisiers issus de la production animale ;
- 3) dans les zones agricoles, privilégier le maintien des haies et des zones boisées, protéger les prairies inondables de bords de rives, éviter de canaliser les cours d'eau, protéger les zones humides, afin que les pluies puissent imprégner les sols ;
- 4) accentuer la préservation renforcée des nappes phréatiques, avec un contrôle accru des zones de captages ;
- 5) favoriser la réutilisation des eaux usées pour l'irrigation des cultures ;
- 6) édicter des normes acceptables pour réduire les pollutions tout au long des filières de production ;
- 7) bien penser les choix d'instruments qui peuvent influencer les préférences alimentaires des consommateurs comme suggérés par la EAT-Lancet Commission, avec notamment : les taxes ou les subventions dépendantes de la qualité des produits et influençant les prix des produits ; ou les labels, les scores ou les recommandations procurant de l'information aux consommateurs.

Beaucoup de ces mesures impactent négativement les rendements et les revenus de nombreuses exploitations recourant intensément aux intrants de synthèse. Elles touchent également les consommateurs avec des prix alimentaires orientés à la hausse. En d'autres termes, les politiques

environnementales, agricoles ou alimentaires déclinées à grande échelle restent souvent une *terra incognita* jonchée de beaucoup d'incertitudes, à commencer par celles sur l'évolution possible des prix alimentaires, avec des risques inflationnistes qui peuvent frapper très durement le budget de nombreuses personnes disposant d'un faible revenu. Le choix entre ces différentes mesures est délicat et dépend également de l'ampleur des changements de la transition à conduire (voir par exemple Guyomard *et al.* [2023], pour une évaluation des impacts économiques des mesures du Green Deal). Si les changements de production et de consommation à réaliser sont conséquents, il est nécessaire de définir un échéancier d'objectifs quant aux modifications à réaliser, période après période, en vue d'atteindre cette transition. Une approche dé-coïncidente consisterait à regarder, à l'issue de chaque période, si les outils réglementaires utilisés ont conduit aux modifications de consommations escomptées et à réviser ces choix d'outils, si nécessaire. Cette révision dé-coïncidente à l'issue de chaque période devrait également conduire à l'examen attentif de l'impact de ces instruments sur les revenus des agents (avec leurs incitations) et les prix qui ont pu se modifier très fortement.

Même si toutes les politiques publiques qui viennent d'être recensées doivent être évaluées *via* des analyses coûts-bénéfices, elles seront sans doute impopulaires quand elles seront déclinées à grande échelle ou de manière radicale, notamment si cela accroît fortement le coût de l'alimentation. Ce constat est sans doute vrai aussi bien pour les citoyens-consommateurs que pour les acteurs locaux et les agriculteurs qui se sentent vivement contestés dans leurs pratiques. De fait, les politiques publiques sont généralement très coïncidentes et très rigides pour « manager »

les intérêts des parties prenantes, mais il est incontestable qu'une nouvelle façon de les concevoir est une nécessité afin de les rendre efficaces rapidement, si l'on a pour objectif de considérablement réduire la dégradation du climat et de la biodiversité. Les difficultés à prendre des mesures drastiques et à faire face aux risques systémiques butent souvent sur les réticences des acteurs privés et des citoyens, ainsi que sur la difficulté de projection dans l'avenir conduisant à l'impréparation des entreprises, de la société civile et des États. Même si elle est parfois hasardeuse, la difficile projection dans l'avenir renvoie aussi au manque de vision concernant l'évolution des systèmes alimentaires et de leur durabilité. C'est pourquoi, face à toutes les limites, il peut être pertinent de réfléchir à l'émergence de nouvelles solutions basées sur l'innovation sociale et la co-construction, afin de contribuer aux nécessaires transitions alimentaires et environnementales.

DEUX VISIONS DES SYSTÈMES ENVIRONNEMENTAUX ET ALIMENTAIRES A PRIORI IRRÉCONCILIALES ?

Au-delà de toutes les possibilités de politiques publiques qui viennent d'être évoquées, il existe un débat de fond plus général et plus philosophique. Les problèmes étant systémiques, il faudrait apporter une réponse *ad hoc* en s'attaquant d'entrée aux systèmes alimentaires dans leur ensemble (FAO, 2022 ; HLPE, 2017). Face aux crises futures évoquées dans ce chapitre, les solutions plus audacieuses et systémiques ne sont que trop rarement abordées dans les débats publics. En simplifiant volontairement, il existe deux

visions des systèmes environnementaux et alimentaires qui seraient *a priori* irréconciliables, mais qui peuvent coexister, offrir des complémentarités quant aux potentielles innovations et être réconciliables sous certaines conditions. La première vision peut être caractérisée « d'agroécologique fondée sur des processus naturels », alors que la deuxième est de type « technologique » (HLPE, 2019).

Selon la première vision « agroécologique » (pour simplifier), il s'agirait de redonner aux systèmes agricoles et alimentaires une dimension plus « naturelle » et locale, en s'appuyant sur toutes les ressources offertes par les écosystèmes et la biodiversité présente localement et en développant des pratiques permettant de produire des services écosystémiques sans usage (ou avec très peu) d'intrants chimiques. Une attention portée aux ressources locales et aux systèmes naturels permettra de retrouver une agriculture respectueuse de l'Homme et de l'environnement, et évitant les transports sur de longues distances (diminuant ainsi les émissions de gaz à effet de serre). Dans ce contexte, l'usage des intrants de synthèse serait limité, les filières courtes seraient privilégiées et l'élevage permettant le recyclage des nutriments s'insérerait dans un système de poly-culture-élevage de taille humaine. Il conviendrait sans doute d'inverser le fameux paradigme (porté en Europe par le Green Deal) *from the farm to the fork* (« de la ferme à l'assiette ») en une expression inverse *from the fork to the farm* (« de l'assiette à la ferme »), c'est-à-dire redéfinir les systèmes de production à partir des aliments nécessaires et suffisants pour composer des diètes alimentaires durables. Ces systèmes forment probablement une des solutions alternatives pour faire évoluer les systèmes alimentaires vers une agroécologie « en action ». La dé-coïncidence pourrait consister à poser comme postulat que ces systèmes pourraient être efficaces économiquement pour

nourrir les populations. Cela permettrait d'identifier concrètement les changements organisationnels et biotechniques à mettre en œuvre.

Par ailleurs, ces systèmes agroécologiques visent à limiter la course aux aliments ultra-transformés où les produits agricoles sont de simples matières premières modifiées en une myriade d'autres ingrédients pour les intégrer dans des aliments transformés, qui permettent de baisser le coût de l'alimentation, mais s'accompagnent souvent de problèmes nutritionnels. Il serait nécessaire de revenir autant que possible à une alimentation peu transformée et basée sur des produits agricoles bruts. Cette production « agroécologique d'aliments » se heurterait à la difficile transition des systèmes agro-industriels existants et à un monde fortement urbanisé qui a adopté une importante « uniformisation » des pratiques de consommation alimentaire. En d'autres termes, il s'agirait de changer de paradigme, et donc de développer des systèmes agricoles et alimentaires alternatifs. Toutefois, si les futures températures devenaient très élevées durant des étés longs et secs, les plaines et les vallons champêtres de nos campagnes françaises ne pourraient plus maintenir de nombreuses productions sans accès à l'irrigation, faute de quoi les rendements agricoles de nombreuses cultures s'effondreraient. Ce changement de paradigme ne peut pas s'appliquer de manière homogène à l'ensemble des territoires agricoles sans risque de les déstabiliser fortement, car l'organisation de certaines filières serait mise en danger.

À l'opposé de l'approche précédente, la vision « technologique » s'appuie sur des solutions techniques pour résoudre les problèmes actuels et poursuivre la trajectoire présente d'intensification et d'amélioration de l'efficacité de l'usage des intrants et de l'énergie en agriculture. L'approche

« technologique » s’ancre toutefois dans des représentations d’un système alimentaire porté par l’agro-industrie, et suscite de vives réticences chez de nombreux citoyens et consommateurs qui rejettent une sorte de « technologisation » de l’alimentation. Ce débat sociétal et anthropologique pose également la question de la dé-coïncidence sur le sens donné par les sociétés à l’alimentation et invite à s’interroger sur la légitimité de la vision technologique vis-à-vis des enjeux globaux. Le chapitre précédent, axé sur 2084, a montré qu’il peut être utile de développer une recherche envisageant toutes les solutions techniques pour produire l’alimentation, même si celle-ci apparaît encore futuriste. Cependant, le déploiement concret de ces techniques à grande échelle et sur les marchés est probablement conditionnel d’une forte dégradation radicale de l’environnement, qui empêcherait les productions alimentaires conventionnelles. Ces recherches technologiques sont donc à développer dans les instituts de recherche qui se doivent d’encadrer leurs travaux de réflexions anthropologiques, déontologiques et éthiques (voir le chapitre 2).

En attendant le « pire », par nature imprévisible, les solutions agroécologiques doivent continuer à être développées pour accroître leur productivité, et en même temps, rester en accord avec des actions préservant la biodiversité, l’environnement et n’aggravant pas le changement climatique (INRAE, 2024b). La légitimité de l’approche technologique, au-delà d’améliorations techniques qui s’intégreraient parfaitement à l’agroécologie pour améliorer sa productivité, se trouve donc plus probablement dans sa potentialité à être utilisée comme option technologique (*just in case*, « juste au cas où »), qui ne serait pertinente qu’au cas où une partie de l’humanité se retrouvait embourbée dans une crise systémique très critique (comme évoquée au chapitre 2).

En d'autres termes, une solution alternative consisterait à garder de nombreuses options de choix technologiques sur la table, options qui seraient utilisées si certains événements se produisaient, comme des contextes catastrophiques mettant en péril certaines sociétés du monde. On parle alors de valeur d'option, exercée si un type d'événement catastrophique se produisait. Cela concerne notamment toutes les innovations technologiques alimentaires qui peuvent faire l'objet de réticences actuelles de la part des consommateurs (Siegrist et Hartmann, 2020). Deux exemples vont permettre d'illustrer cette notion de valeur d'option qu'il pourrait s'avérer utile de s'approprier pour mieux se préparer aux crises systémiques.

Premièrement, concernant la production agricole, les recherches développant des innovations basées sur les nouvelles techniques génomiques (NTG), permettant une amélioration des plantes, ont en partie le potentiel de répondre à certains défis futurs liés à la sécurité alimentaire, à l'agroécologie (réduction drastique de l'usage des pesticides) et au réchauffement climatique (OCDE, 2018). Elles peuvent considérablement améliorer la qualité sanitaire et la durabilité des systèmes alimentaires, en plus de la nécessité de réduire le gâchis alimentaire. Ces nouvelles techniques génétiques sont plus précises et « moins intrusives » que celles conduisant aux organismes génétiquement modifiés (OGM), car elles ne recourent pas à l'introduction de gènes extérieurs à la plante (INRAE, 2024a)¹¹. Les NTG peuvent ainsi présenter une « valeur d'option », servant de recours en cas de maladies persistantes des plantes conventionnelles.

11. Les NTG englobent les technologies ZFN-1 (zinc-finger nuclease), ZFN-2 et ZFN-3, les TALEN (transcription activator-like effector nuclease), le CRISPR-Cas9 (clustered regularly interspaced short palindromic repeat) et la mutagenèse dirigée par oligonucléotides (OCDE, 2018).

Il conviendrait de développer ces NTG dans des institutions publiques en développant des licences gratuites pour les agriculteurs, ce qui permettrait d'augmenter le portefeuille de solutions, notamment face aux risques de maladies graves des plantes conventionnelles (Lemarié et Marette, 2022). On pourrait même imaginer un cadre réglementaire « dé-coïncidant » dans lequel les NTG existantes ne seraient autorisées qu'en cas de problème majeur persistant. Plus généralement, toutes les innovations alimentaires, comme les NTG ou les sources alternatives de protéines provenant de micro-organismes, présentent une valeur d'option, en étant principalement utilisables en cas de sérieux problèmes perturbant la production (FAO, 2021b).

Deuxièmement, la valeur d'option s'exerce aussi avec la possibilité de développer des fermes verticales et urbaines dans les zones du monde manquant de terres arables, pour des configurations dans lesquelles l'environnement extérieur deviendrait particulièrement hostile. On rejoint donc les développements de « science-fiction » du chapitre précédent dans lequel la production alimentaire se ferait sous terre en 2084, à cause d'un contexte particulièrement hostile. L'agroécologie et la ruralité sont des biens communs à développer et à conserver précieusement, mais elles pourraient être mises à mal dans certaines régions si les températures devenaient trop élevées, si le rayonnement solaire était trop intense et si les sécheresses étaient trop drastiques¹². Dans ce dernier cas de figure, les fermes verticales et urbaines seraient une alternative crédible pour nourrir une partie du monde fortement urbanisée. Certains légumes sont déjà

12. Il existe des recherches sur des habitats « légers » en milieu désertique, dans lesquels des dessalinisateurs à énergie solaire alimentent un système d'aquaponie permettant l'entretien d'un potager hors-sol et la culture de spiruline (Leroux, 2024).

aujourd'hui issus de serres ou de fermes urbaines, garantissant un environnement confiné, dans lequel la lumière, la température et l'humidité sont parfaitement contrôlées. Cet univers permet de se passer quasi complètement de pesticides. Toutefois un tel système de serres confinées et d'environnement sous contrôle est particulièrement coûteux en énergie et il est plus artificiel comparé à l'infrastructure d'une exploitation traditionnelle. Il sera donc fondamental de concevoir ces dispositifs en les alimentant avec des énergies renouvelables. Ces systèmes clos sont également coûteux en capital au moment de l'installation, ce qui pose des problèmes d'accès financier aux pays les plus pauvres souvent touchés par des conditions climatiques extrêmes.

Les deux précédentes options sont fortement « technologiques » et elles posent la question de l'artificialisation croissante de la production agricole. Si elles sont principalement vues comme des options « au cas où les choses tourneraient mal », elles ne sont pas antinomiques avec un développement concomitant de l'agroécologie qui serait primordial pour produire l'alimentation et préserver les écosystèmes. Les deux visions « agroécologiques » et « technologiques » sont donc complémentaires et elles peuvent même coexister en s'appliquant à différents territoires caractérisés par des conditions climatiques et agronomiques très hétérogènes. Cette réflexion sur les visions « agroécologiques » ou « technologiques » peut également conduire à une troisième voie, dé-coïncidente, qui permettrait d'allier les principaux enjeux alimentaires et environnementaux avec une approche encore inexplorée, combinant divers éléments des deux systèmes (HLPE, 2019). L'objectif est de s'ouvrir à des possibilités encore inexplorées et d'hybrider les savoirs pour concevoir des solutions nouvelles issues de ces deux approches.

Toutes les politiques publiques et options qui viennent d’être exposées dans cette section doivent faire l’objet d’un questionnement dé-coïncidant et de débats politiques transparents, en vue de trouver des solutions publiques légitimes, efficaces et équitables dans la Cité. Il paraît également évident qu’en fonction des régions du monde, il sera nécessaire d’envisager une hybridation de solutions à la fois agroécologiques et technologiques, solutions qui devront cohabiter de manière synergique selon la situation locale et les opportunités. Il est donc clair que ces solutions hybrides devront être incitées à l’aide de politiques contraignantes qui seront probablement difficiles à mettre en place, car elles se heurteront, immanquablement, aux réticences des sociétés privées et des citoyens et, bien évidemment, à la pression de nombreux lobbys qui n’auront pas intérêt aux changements. Ces politiques publiques à inventer ne pourront se réduire uniquement à des analyses technico-scientifiques, certes indispensables mais trop verticales. Pour réellement changer les choses, les politiques publiques et les organisations privées ne peuvent se passer d’un fort soutien des citoyens, que nous étudions maintenant.

EN DEÇÀ ET AU-DELÀ DES POLITIQUES PUBLIQUES : LA NÉCESSAIRE CO-CONSTRUCTION DES SOLUTIONS

L’adhésion de la société civile aux changements nécessaires se pose tout d’abord en deçà des politiques publiques, c’est-à-dire au moment de leur élaboration, notamment dans l’assimilation des données scientifiques qui vont prévaloir

et contribuer à la construction de la réglementation. Une plus forte interaction entre sciences et société semble indispensable pour l'avenir des productions agricoles et des consommations alimentaires et l'évitement d'une crise systémique des systèmes alimentaires.

Dé-coïncider pourrait être de suivre un autre chemin où il serait possible de réellement mettre en œuvre la souhaitable interaction entre scientifiques, décideurs et société civile, comme résumé par Robert Vautard, spécialiste des événements extrêmes et nouveau coprésident du groupe 1 du GIEC, quand il affirme :

« Pourquoi ne pas, en respectant les règles de neutralité du GIEC, organiser une discussion non seulement entre scientifiques et représentants des gouvernements, comme c'est le cas actuellement, mais aussi avec des acteurs sectoriels pouvant être représentés par de grandes associations ou entreprises internationales ? Nous avons besoin de connaître les priorités, par exemple, des secteurs de l'énergie, des assurances, de l'agriculture ou de la gestion de l'eau, tout comme celles des autorités publiques régionales, des gestionnaires des villes. »

(Vautard, 2023).

De telles discussions incluant également les citoyens posent un ensemble de défis quant à la compréhension par les différents acteurs des risques et des catastrophes. Il en est de même quant aux priorités d'actions qui peuvent émerger, quant à la présentation des coûts et bénéfices liés aux mesures réglementaires et quant à l'acceptabilité de ces mesures. Une des missions des instituts de recherche et des universités consiste à fournir des expertises crédibles pour faire émerger un cadre rigoureux de discussion, notamment en explicitant ce qui est possible ou impossible, techniquement et économiquement. Comme évoqué au début de ce

chapitre, éviter les expertises « en silos » et favoriser les expertises pluridisciplinaires peuvent aider à expliquer aux acteurs et aux citoyens les enjeux à venir, même si cela reste une tâche ardue dans le cadre des risques systémiques.

De nombreuses études portant sur la co-construction existent aujourd'hui pour la définition de solutions innovantes. Toutefois, il s'agit encore majoritairement d'un transfert de solutions de recherche ou d'innovations techniques dont on suppose qu'elles sont adaptées aux besoins des producteurs et des consommateurs, alors que les solutions plus audacieuses et systémiques ne sont que trop rarement évaluées. La construction de solutions devrait s'appuyer sur une posture de co-construction, avec un enrichissement mutuel et le besoin d'une définition des problématiques partagées auxquelles il faut répondre ensemble en co-construisant des objectifs et des chemins de transition communs (ce qui rejoint les problématiques « d'ouverture sur et à la société » évoquées dans le chapitre 2). Cette co-construction peut être basée sur une recherche inclusive telle qu'évoquée dans le chapitre 2, notamment si elle s'appuie effectivement sur une phase de travail commun intégrant tous les acteurs des différents secteurs et un diagnostic partagé des enjeux majeurs et des risques. Bien évidemment, cette co-construction permettrait de mieux intégrer des traditions et comportements alimentaires des consommateurs, aiderait à comprendre et partager les situations, à analyser les pratiques vertueuses ou les freins, et donnerait ainsi des pistes de changement qui soient partagées et dans lesquelles chacun puisse s'engager... Par ailleurs, il y a beaucoup à apprendre de l'Afrique, notamment au regard des pratiques de productions agro-écologiques adaptées aux conditions climatiques extrêmes.

Ainsi, certaines pratiques agroécologiques développées dans des contextes de désertification, qui semblaient *a priori* irréversibles, permettent néanmoins de produire des aliments nutritifs, bien que leur rendement reste faible compte tenu des conditions climatiques drastiques (CIRAD, 2023).

Enfin, accompagner efficacement la transition implique des compétences en sciences participatives, notamment pour faire travailler en interdisciplinarité les sciences humaines et sociales (économie, sciences politiques, sociologie, géographie, anthropologie, etc.) avec les sciences du vivant (agronomie, épidémiologie, amélioration variétale, entomologie, microbiologie et sciences vétérinaires, etc.). La construction de plans d'action collectifs et leurs mises en œuvre doivent s'appuyer sur des méthodes innovantes et une ingénierie de la concertation permettant aux acteurs de « réfléchir et faire ensemble ». D'un point de vue des méthodes disponibles, il existe notamment différents mécanismes tels que les processus de dialogue lors du sommet des Nations unies sur les systèmes alimentaires, les jeux sérieux, les approches participatives et les méthodes d'anticipation (Jahel *et al.*, 2021 ; Bourgeois, 2018 ; Blundo-Canto *et al.*, 2020). En 2023, l'Université de Montpellier a organisé un *pooling collective intelligence* (« mise en commun de l'intelligence collective »), regroupant des experts pour concevoir des réponses collectives aux défis « nourrir-soigner-protéger » (Université de Montpellier, 2023). Ces démarches doivent être associées à des évaluations d'impacts ou des analyses coûts-bénéfices.

D'autres solutions institutionnelles sont possibles, comme les conventions citoyennes (Pech, 2021). Récemment, van Reybrouck (2023, p. 30-31) a mentionné l'idée de préférendum qui « est un référendum enrichi de choix multiples

ou d'appel à exprimer des préférences pour résoudre un problème. Au lieu de répondre par oui ou par non à une question posée par l'autorité politique, les citoyens sont invités à évaluer les propositions faites par leurs concitoyens ». On pourrait imaginer « un logiciel générant pour chaque électeur une liste aléatoire de propositions », enrichies d'explications posant clairement la question et explicitant les solutions proposées. Un tel référendum pourrait être mis en place pour les choix de politiques publiques et aussi pour résoudre des problématiques socio-économiques épineuses, comme la construction de mégabassines, permettant de stocker l'eau dans les zones agricoles, avec des propositions/questions sur la taille des bassines, leur emplacement, le type de cultures alternatives à privilégier, l'accès à l'eau provenant de ces bassines, les situations où elles seraient justifiées, etc. Ces solutions pourraient être associées à un système de priorisation, y compris avec une hiérarchisation économique permettant de cibler les actions à subventionner de manière préférentielle. Dans ce cadre, les possibilités de choix publics proposées aux citoyens dans des référendums devraient être chiffrées économiquement, ce qui nécessiterait une expertise technico-économique pour quantifier les coûts des diverses alternatives de manière crédible.

Les différents mécanismes participatifs et de co-constructions qui viennent d'être brièvement présentés pourraient être pertinents pour amorcer et engager des transitions alimentaires, environnementales et énergétiques, qui sont très ardues à conduire (Escande, 2023). Continuer à réfléchir à de tels mécanismes participatifs en ouvrant les possibles, comme nous y invite le concept de dé-coïncidence, semble très important dans un contexte d'anticipation et d'adaptation à des crises systémiques liées aux nombreuses

imbrications entre climat, biodiversité et agriculture.

CONCLUSION

Ce chapitre a souligné les limites des modélisations, généralement très « coïncidentes », qui ambitionnent de se projeter dans l'avenir, même si leur usage peut être nécessaire pour imaginer les choix futurs. Cette conscience vive des limites de la modélisation est en soi dé-coïncidente, car elle permet de prendre conscience des points de blocage et des apories (Jullien, 2023). Nous avons identifié divers points de blocage nécessitant un questionnement dé-coïncident, avec notamment l'opposition entre des visions « agroécologique » et « technologique » de l'agriculture, qui actuellement semblent relever de deux paradigmes opposés et *a priori* non conciliables. La dé-coïncidence pourrait permettre d'envisager d'autres chemins de progrès de l'agriculture, en ayant préalablement mis en place des conditions de réconciliation entre ces deux visions, de façon à faire émerger une troisième voie ou d'autres voies qui permettraient d'explorer de nouvelles options insoupçonnées jusqu'à maintenant.

Ce chapitre a insisté sur la difficulté de définir des politiques intersectorielles et des plans d'action cohérents sur le long terme, permettant d'engager l'ensemble des acteurs des systèmes alimentaires et environnementaux. Pour se préparer aux futures crises systémiques incluant les crises agricoles, alimentaires et environnementales, il nous semble important de rappeler que les expertises « en silos » tendent à être inefficaces, et que les expertises pluridisciplinaires peuvent aider à définir des réglementations relativement efficaces et plus adaptées aux enjeux à venir, même si cela

reste une tâche ardue. L'interdisciplinarité semble être une posture favorable à la dé-coïncidence pour imaginer d'autres chemins et solutions.

Plus généralement, il faut sans doute accepter de vivre avec l'incertitude de la survenue de crises systémiques encore jamais vues, et essayer d'y faire face en travaillant sur la réactivité et l'adaptabilité des systèmes et sur le développement d'une intelligence collective permettant de s'y adapter. La dé-coïncidence pourrait permettre de développer une culture de la participation, de l'interdisciplinarité pour les chercheurs et de l'intersectorialité politique afin de pouvoir s'adapter aux crises. En tout état de cause, il paraît évident que les exercices anticipateurs, en insistant sur leurs limites, ainsi que les scénarios envisagés ne nous permettront de nous préparer que partiellement aux crises. Pour autant, l'important est de construire et d'accompagner notre capacité collective à s'organiser pour faire face, à mettre en place des modes de gestion et de gouvernance agiles pour s'organiser de façon cohérente face aux crises et réduire les délais d'action autant que possible. Le développement d'une intelligence collective, au sens d'une capacité collective à s'organiser et réagir, se construit progressivement et nécessite au sein des collectifs de laisser de la place aux individualités, aux pensées dé-coïncidentes, et aux scénarios considérés comme « très peu probables ».

En effet, pour trouver des solutions, il sera sans doute nécessaire d'aller au-delà de ce qui a été communément imaginé, prévu, planifié, et donc concevoir d'autres chemins, puisque nous ne sommes pour l'instant pas toujours en capacité d'identifier toutes les conséquences des crises systémiques, engendrées par le réchauffement climatique et la perte de biodiversité. Il faut sans doute accepter de vivre avec

cette incertitude de la survenue de crises systémiques encore non anticipées et essayer d'y faire face au moment opportun, en travaillant sur la réactivité et l'adaptabilité des systèmes et sur les interactions entre les groupes humains impliqués dans leurs résolutions. Une meilleure réactivité face à des crises encore inconnues pose notamment la question du développement d'une recherche plus réactive et plus dé-coïncidente, à l'image de la *Wingsuit Research* proposée dans le chapitre 2, capable de sortir des « sentiers battus » et des méthodes et solutions codifiées, comme cela est abordé tout au long de ce livre. Cependant, il est important de trouver un équilibre entre « coïncidence et dé-coïncidence » afin de faire face aux défis actuels et à venir. En effet, vouloir dé-coïncider de manière dogmatique, à tout prix, quel que soit le contexte, ne semble pas être la panacée pour résoudre nos problèmes contemporains et futurs. Cet équilibre entre « coïncidence et dé-coïncidence » doit être en adéquation avec les enjeux et les débats permettant de se prémunir contre les crises futures, car certaines organisations et actions ont malgré tout déjà fait leurs preuves pour éviter ou résoudre des crises passées.