## 3. Prévoir. Les fondements épistémologiques prévisionnistes de la MA et des FGA

Les idées de migration ou de flux de gènes assistés pourraient s’appeler migrations et flux de gènes d’anticipation, si on les caractérisait par leur fondement épistémologique plutôt que par le sens éthique, « d’assistance », qu’elles se proposent. Elles reposent en effet sur sur des prévisions, lesquelles font partie du champ en plein essor des prospectives environnementales, dont l’ouvrage *Les écologies futures*, dirigé par Laurent Mermet, prenait acte dès 2005. Je décrirai ici de quelle(s) manière(s) ces prévisions procèdent, avant d’en exposer quelques limites et critiques.

### Manières de prévoir

Les prévisions qui nous intéressent, relatives aux aires de distribution des espèces, à leur fonctionnement sous contraintes, et aux caractéristiques écologiques des écosystèmes, sont élaborées le plus souvent à partir de modèles[[1]](#footnote-1). Ces modèles sont de différents types : on distingue, en particulier, les modèles de végétation globale dynamique (qui s’adressent à la composition, multispécifique, d’un écosystème), et les modèles spécifiques, centrés sur une espèce. Au sein de ce second type, existe également une différence importante entre les modèles de niche (aussi appelés *species distribution models*, SDMs), qui s’appuient sur les données de présence des espèces pour en modéliser une niche écologique potentielle, ou une probabilité de présence, et les modèles fondés sur les processus, qui modélisent les processus biologiques (par exemple la croissance), et non pas la distribution. Le premier type de modèles fonctionne en estimant la valeur heuristique de différentes variables climatiques et topographiques pour rendre compte de la distribution effective, contemporaine, de l’espèce, puis, pour simuler sa distribution potentielle (si le test du modèle, effectué avec des données non prises en compte dans son élaboration, suggère qu’il est pertinent). Epistémologiquement, la démarche qui le soutient se limite donc à des corrélations statistiques, entre des présences observées et des variables climatiques ou écologiques. Le second type de modèle, *a contrario*, intègre des partis pris théoriques sur les causalités écologiques : il s’agit de modéliser des processus physiologiques, au niveau des populations, par exemple la photosynthèse ou la feuillaison, pour une population forestière. Dans le champ de l’écologie forestière, on peut prendre, comme exemple du premier type de modèle, les modèles de type Biomod , et pour illustrer le second type de modèle, le modèle PHENOFIT, qui quant à lui essaie de modéliser la réponse des populations d’arbres sous contrainte – par exemple, en conditions de stress hydrique- en prenant en compte la plasticité des traits phénologiques des arbres.

Dans les deux cas, il est donc possible de construire un modèle à partir de connaissances actuelles (soit des observations de la présence effective des espèces, soit des connaissances relatives aux processus biologiques), et de le faire fonctionner en y intégrant les résultats de scénarios de prévisions climatiques comme ceux que propose le GIEC : on dit alors qu’on « force » un modèle écologique, en y entrant ces données climatiques. Dès 2001, en foresterie le projet CARBOFOR offrit ainsi une modélisation et une cartographie des aires de répartition potentielle des principales essences forestières françaises, à partir du modèle climatique ARPEGE. Les prévisions issues du projet indiquaient en particulier l’augmentation forte des probabilités de présence du chêne vert dans toute la moitié Sud de la France, en 2100, et à l’inverse, une régression importante de l’aire potentielle de distribution du hêtre dans le sud de son aire de répartition actuelle (Dufrêne et al., 2004). Tout un champ de savoir s’est développé depuis, sous la bannière de l’écologie des changements climatiques, au croisement entre écologie des perturbations et climatologie, dans lequel les connaissances se multiplient, relatives aux modifications d’aires de distribution, aux modifications de phénologies, aux capacités adaptatives des populations et des espèces, ainsi qu’aux modifications des écosystèmes. Les publications de ce type continuent à se multiplier : à titre d’exemple, la Fondation pour la Recherche sur la Biodiversité (FRB) a lancé en 2010 un programme « Modélisation et scénarios de la biodiversité ».

### Prévisions et incertitudes

Ces démarches de prévision n’aboutissent évidemment pas à de véritables prédictions, c’est-à-dire à l’assertion d’événements déterminés à advenir dans le futur, mais plutôt à la prévision de présences et d’abondances potentielles, affectées de probabilités différenciées. Ainsi la littérature qualifiée, peut-être improprement, d’écologie prédictive, présente-t-elle souvent des prévisions plurielles, présentées conjointement comme différents scénarios possibles. Par exemple, plusieurs scénarios de prévision climatique sont souvent choisis conjointement (typiquement, deux scénarios RCP élaborés par le GIEC), et le modèle écologique choisi est forcé tour à tour avec chacun d’eux, les deux résultats étant présentés. À cette première pluralisation des prévisions s’ajoute celle induite par l’usage de modèles distincts, selon les processus biologiques, les interactions biotiques, et les effets de rétroaction qu’ils intègrent ou non. À titre d’exemple, la zone favorable stable prévue pour le hêtre en 2055 diffère très largement selon que l’on fait usage du modèle d’habitat Biomod, N-NBM, STASH, PHENOFIT, CASTANEA ou LPJ (Fady *et al*, 2014). En particulier, entre les deux types de modèles ( modèles de distribution ou « niche-based », et modèles fondés sur les processus ou « process-based) dont nous avons restitué la distinction, plus haut, les résultats peuvent être spectaculairement différents : Trevor Keenan et ses co-auteurs et co-autrices ont ainsi comparé les prévisions relatives aux forêts espagnoles telles qu’estimées, pour la même période, par des modèles fondés sur les distributions d’espèces, et des modèles fondés sur les processus. Leurs résultats soulignent une grande variabilité entre les deux types de modèles : tandis que l’augmentation du taux atmosphérique de CO2 induit une augmentation de la productivité forestière, dans les modèles fondés sur les processus (et ce, malgré l’intensification de la sécheresse), les modèles fondés sur les distributions aboutissent quant à eux à une diminution de l’habitat potentiel (Keenan, Maria Serra, Lloret, Ninyerola, et al., 2011).

Outre le basculement dans le champ de la probabilité, et non de la prédiction, induit par le geste même de la modélisation, il faut également remarquer que l’on combine, dans les démarches ici évoquées, plusieurs niveaux d’incertitudes : celui induit par les modélisations climatiques, à l’échelle globale, un second niveau induit par le passage à une échelle régionale des prévisions climatologiques (ce que l’on appelle le « downscaling », qui fait perdre en précision), et un troisième niveau lié aux modèles écologiques que l’on force avec ces prévisions climatiques.

### Les critiques des prévisions

C’est donc un parti pris résolument optimiste quant aux capacités de prévisions qui soutient donc la MA et les FGA[[2]](#footnote-2). Or, plusieurs travaux ont proposé des analyses critiques vis-à-vis de ces écologies prévisionnistes, dont il faut ici rendre compte brièvement. Dans une veine qu’on pourrait qualifier d’épistémologie sociologique, Audrey Coreau et ses co-auteurs (2010) se sont intéressés à l’usage des techniques de prévisions, dans le champ de l’écologie, du point de vue de la relation que les chercheurs et chercheuses entretiennent avec les résultats de leurs démarches, étudiée à partir d’entretiens et de questionnaires. Elle et ses co-auteurs soulignent plusieurs obstacles épistémologiques à l’étude des futurs écologiques : une adhésion importante au réductionnisme, la sous-estimation de l’importance de la spécificité des études futurologiques, mais aussi l’ambigüité de la persistance à tenter de faire des prédictions – entendues non pas dans le sens épistémologique, où la prédiction est une des étapes d’une méthode scientifique visant à valider ou falsifier une théorie, mais dans le sens commun d’une description d’un futur qui adviendra, laquelle, du point de vue d’Audrey Coreau, est strictement impossible en écologie, comme en physique. Cette distinction, importante, entre deux sens du termes « prédiction », est également rappelée par Virginie Maris et ses co-auteurs et co-autrices (2018), qui la conceptualisent comme une distinction entre prédiction corroboratrice (lorsqu’il s’agit d’une étape dans une méthode scientifique, qui a par exemple pour finalité de tester un modèle) et prédiction anticipatrice (lorsqu’il s’agit bel et bien de prévoir quelque chose) : c’est à cette dernière que correspondent les scénarios du GIEC et les modélisations d’aires de répartition d’espèces évoqués plus haut. Virginie Maris et ses co-auteurs sont également attentifs aux obstacles[[3]](#footnote-3) à la possibilité de prédictions « réelles », en écologie, soulignant en particulier la contingence irréductible des processus évolutifs, et la complexité des systèmes écologiques qui, en conjoignant plusieurs échelles de causalité, peut induire des phénomènes d’émergence ou de stochasticité. Néanmoins, ils et elles portent sur les prédictions anticipatrices un regard pragmatique, estimant que ces prédictions ont pour fonction de guider la prise de décisions, et donc d’influencer le futur, plutôt que de le prévoir effectivement : il s’agit d’un outil pragmatique, plutôt que strictement épistémique.

Enfin, dans une perspective toute différente et très complémentaire, plutôt apparentée à une sociologie historique des savoirs, Céline Granjou et ses co-auteurs et co-autrices ont mis en évidence que l’origine historique des méthodes d’anticipation environnementales est intrinsèquement liée au monde industriel, et que ces techniques d’anticipation se sont plusieurs fois nouées historiquement à des activités anti-environnementalistes (Granjou, Walker et Salazar, 2017).

Ces travaux nous invitent donc à une certaine vigilance face aux ambitions épistémologiques des modèles de prédictions, mais aussi à leurs effets, lorsqu’ils donnent à imaginer un futur déterminé – et c’est un risque lié à cette imagination d’un futur déterminé que nous évoquerons dans la section suivante.

### Le risque de la prédiction performative

En plus des limites épistémologiques qui concernent les possibilités de leur élaboration, les prévisions sur lesquelles s’adossent les projets de MA et de FGA sont porteuses d’un risque *a posteriori*. Ce à quoi risquent d’inciter, en effet, les simulations d’aires de répartition futures pour les espèces végétales, c’est à planter par avance les espèces dont on prévoit qu’elles connaîtront des conditions de vie favorables dans les sites où l’on prévoit une forte mortalité des espèces actuellement en présence - et ce faisant, à réaliser la prophétie[[4]](#footnote-4). Ce risque est d’ailleurs bien perçu par certains praticiens, sensibles au fait que les changements climatiques et l’injonction d’agir qui accompagnent leur montée en puissance constituent parfois « un argument d’autorité pour dire qu’il faut être un peu interventionniste : “ il va faire + 4 °, il faut faire quelque chose – oui alors il faut planter du chêne vert, partout en France” » (chercheur en écologie végétale, 2021). Cet effet pervers est également ressenti par certains forestiers : « Le discours « anti hêtre » lié aux effets du changement climatique ne risque-t-il pas de démotiver à trouver des moyens de mieux valoriser cette filière pourtant stratégique pour la France ? » (forestier, 2021).

Les manières de modéliser ont alors toute leur importance, car selon qu’ils sont plus ou moins optimistes, ou pessimistes, les modèles n’incitent pas aux mêmes choix. Par exemple les modèles niches-centrés que nous avons évoqué plus haut (ceux qui procèdent par corrélation statistique) tendent à prédire des taux plus élevés d’extinction que les modèles processus-centrés, qui prennent en compte les adaptations locales et la plasticité phénotypique, comme l’ont montré Xavier Morin et Wilfried Thuiller par une comparaison d’un ensemble de modèles des différents types (2009). Cette tendance à l’optimisme ou au pessimisme concerne non seulement les modèles centrés sur des espèces précises, mais aussi les modèles dits de végétation globale dynamique. Par exemple, les prévisions issues d’un modèle bioclimatique calibré sur la flore des forêts provençales, mis au point par Michel Vennetier et Christian Ripert dès 1995, ont pu être confrontées aux changements effectivement constatés, en 2008, sur des placettes initialement observées en 1998. Cette confrontation des prévisions aux observations leur permet de remarquer que « le taux de variation qualitatif de la flore lié au climat (10-15%) est inférieur à celui qui est prédit par le modèle (25%) sur la base du climat des 10 dernières années (2008-2018). Cela indique que la flore possède, heureusement, une certaine inertie face aux changements d'environnement. » Un tel modèle peut donc être dit pessimiste, en ce qui concerne la résistance des végétaux en place. A l’inverse, il existe des modèles optimistes : on peut penser en particulier que les modèles qui n’incluent pas l’effet de l’augmentation des aléas et extrèmes climatiques (par exemple, l’augmentation de la variance inter-annuelle de température ou de précipitations) portent une hypothèse de climat relativement stable – donc plus optimiste quant la résistance de la végétation en place. C’est tout l’intérêt des démarches qui confrontent les prévisions d’un modèle aux observations réelles, que de déjouer ces biais optimistes ou pessimistes – mais ceci n’est bien sûr possible que pour des prévisions de court terme, ou lorsque les modèles ont été élaborés de manière précoce, comme celui de Vennetier et de Ripert.

Au-delà des questions épistémologiques, on conçoit que ces deux orientations tendent à des attitudes distinctes : anticiper des répartitions futures fortement distinctes, ou des variations qualitatives élevées dans les compositions des écosystèmes invite à accompagner les déplacements et substitutions d’espèces en les accélérant, tandis que mettre en évidence la plasticité physiologique des végétaux actuellement en place dispose plutôt à miser sur leur résistance. Les modèles les plus pessimistes enjoignent donc à des attitudes plus proche de ce que l’on appelle l’adaptation ( telle que distinguée de l’atténuation, dans le vocabulaire des stratégies d’actions face aux changements climatiques), qui prennent acte des changements prévus et conçoivent des actions pour en limiter les dégats, plutôt que pour amoindrir les changements en question.

Ce biais en faveur d’une attitude « adaptationniste » induit par les prévisions les plus pessimistes est intéressant à confronter à une idée importante de Jonas, théorisée comme la « priorité des mauvais diagnostics sur les bons ». Toujours dans le fil de sa réflexion attachée à l’anticipation des risques des techniques modernes, Jonas affirmait en effet, à partir d’un raisonnement appuyé sur la loi des grands nombres, la nécessité de *considérer de manière prioritaire les prévisions les plus pessimistes*. Mais cette réflexion (reprise par Jean-Pierre Dupuy à travers l’idée d’un catastrophisme éclairé), qui s’adressait au premier chef au risque nucléaire, semble perdre de sa pertinence lorsqu’on la confronte à la question qui nous intéresse, car contrairement à ce qui se joue dans le cas de la menace nucléaire, les modèles pessimistes n’incitent pas ici à une plus forte auto-limitation d’une puissance technique, mais au contraire, à l’usage accru de techniques, de flux de gènes et de migrations assistés, ainsi que de substitutions d’espèces.

1. de manière plus générale, les démarches prédictives en écologie peuvent également recourir à des scénarios, mais je me concentrerai ici sur les prévisions fondées sur des modélisations [↑](#footnote-ref-1)
2. Ce parti pris optimiste quand aux capacités de savoir est redoublé, dans le cas des flux de gènes assistés, en ceci que l’on prétend connaître non seulement les conditions climatiques futures, mais aussi les gènes actuels qui seraient les mieux adaptés pour ces conditions pour une population donnée : les flux de gènes assistés consistent en effet à introduire des individus choisis porteurs de gènes précis, et non pas simplement à accroitre la diversité génétique comme dans le cas des dits « renforcements génétiques ». [↑](#footnote-ref-2)
3. il s’agit cette fois-ci d’obstacles ayant trait aux objets étudiés en écologie et non pas d’obstacles épistémologiques, au sens bachelardien, c’est-à-dire de convictions dont il faut se défaire pour parvenir au savoir, dont se servait Coreau. [↑](#footnote-ref-3)
4. C’est un risque auquel Hans Jonas s’est montré très attentif, que celui des prophéties auto-réalisatrices et dont il trouvait le paradigme dans les discours de Lénine et plus largement dans les usages prophétiques des textes de Marx. [↑](#footnote-ref-4)