

L'invasion des moules zébrées

Elles nettoient le lac Érié, mais elles feraient disparaître les poissons.

L'invasion des Grands Lacs américains par la moule zébrée (*Dreissena polymorpha*), mollusque originaire de la mer Noire et de la Caspienne, a fait craindre le pire pour l'équilibre de l'écosystème. Huit ans après l'arrivée de l'espèce, celle-ci semble au contraire participer à la dépollution des eaux : elle favoriserait même la réapparition d'espèces végétales menacées. Des écologistes l'accusent toutefois d'être la cause de la disparition des poissons.

En 1988, lorsque les premières moules zébrées sont apparues dans le lac Érié, sur la frontière entre les États-Unis et le Canada, les prédictions alarmistes se sont succédées : ces coquillages robustes et prolifiques déclencheraient un désastre écologique et financier. Ils détruiraient la chaîne alimentaire du lac, boucheraient les prises d'eau des usines et des barrages hydro-électriques et bloqueraient les hélices des bateaux.

Ces prédictions n'ont pas survécu à l'épreuve des faits. Le chlore et d'autres produits chimiques ont repoussé les

maudits mollusques loin des prises d'eau, à des coûts inférieurs à ceux que ce que l'on redoutait. En outre, la présence des moules zébrées aurait amélioré la situation écologique du lac. Ces coquillages sont des filtreurs prodigieux, qui purifient l'eau de quantités surprenantes de polluants et qui les accumulent dans leurs graisses. Ils ont aussi dévoré tant d'algues, leur aliment de base, que de grandes étendues du lac sont aujourd'hui plus claires.

Des plantes aquatiques auparavant rares, qui menaient un combat perdu d'avance contre les algues nourries par la pollution, repartent de plus belle. L'herbe à anguilles, une plante endémique qui a échappé de peu, en 1988, à l'inscription sur la liste des espèces menacées, a repoussé en d'immenses forêts sous-marines qui se balancent au fond du lac. Elles s'emmêlent même dans les hélices des bateaux de plaisance près de Put-in-Bay, une ville touristique située sur une île de l'Ouest du lac.

L'invasion des moules zébrées aurait-elle été un bienfait ? Elles ont

absorbé tant de produits polluants que la moitié de ceux contenus dans le lac Saint-Clair, un plan d'eau de 1 200 kilomètres carrés qui sépare le lac Érié du lac Hudson, sont maintenant accumulés dans leurs tissus. Dans de nombreux secteurs du lac Érié, la clarté de l'eau a sextuplé. Malgré ces relatives améliorations dans le plus pollué des Grands Lacs, les écologistes restent inquiets pour l'avenir.

LE STOCKAGE DES POLLUANTS

Les moules zébrées sont des filtres vivants. Chaque adulte aspire jusqu'à un litre et demi d'eau par jour, retenant les algues et les autres nutriments et, incidemment, le pyralène, la dioxine, les hydrocarbures aromatiques et tous les autres polluants qui se trouvent dans l'eau ou dans les sédiments. La population actuelle de moules zébrées filtre toute l'eau du bassin Ouest du lac en cinq ou six jours. Les produits toxiques s'accumulent dans les tissus adipeux des animaux, qui comptent pour 15 pour cent de leur poids.

Malheureusement, les polluants ainsi éliminés des eaux ne restent pas indéfiniment stockés dans les moules. Les corps et les déjections de celles-ci, qui sont aussi pollués, sont des maillons importants de la chaîne alimentaire qui aboutit aux consommateurs de poisson. Le dépôt des polluants dans les sédiments serait moins dangereux.

Quelles quantités de polluants arrivent-elles sur les tables (et dans les estomacs) des consommateurs ? Plusieurs années seront nécessaires pour savoir comment la répartition des polluants a été modifiée dans le lac depuis l'arrivée des moules zébrées.

Le nettoyage des algues par les moules zébrées aurait aussi des conséquences dévastatrices, car ces algues sont le premier élément de la chaîne alimentaire de tous les êtres vivants du lac. Leur diminution entraînerait ainsi une diminution du zooplancton, qui s'en nourrit. Les poissons, qui consomment du zooplancton à plusieurs étapes de leur développement, manquent donc de nourriture : il ne peuvent pas dévorer des moules zébrées.

Avant l'invasion, le lac Érié, de loin le plus pêché des Grands Lacs, alimentait des pêcheries d'un chiffre d'affaires total de trois milliards de francs par an. Dans les années 1990, les prises ont diminué : le chiffre d'affaires des pêcheries est tombé à un milliard de francs. Coïncidence ou relation causale ? Les zoologistes n'ont pas encore tranché. □



Les amas de moules zébrées, sur les plages des Grands Lacs américains, symbolisent la bataille perdue contre cet envahisseur qui perturbe l'écosystème, en bien et en mal.

Les mesures pour l'emploi

L'absence d'évaluation des mesures anti-chômage est pénalisante.

Face au chômage endémique, les pouvoirs publics instaurent des mesures destinées à faciliter l'insertion des jeunes sur le marché du travail. Ces mesures sont-elles efficaces ? Quels contrats faut-il privilégier si l'objectif est d'assurer un emploi aux jeunes ? L'étude du parcours de 5 500 jeunes âgés de 18 à 29 ans, par Thierry Magnac, économiste à l'INRA, montre que l'obtention d'un emploi permanent est plus aisé lorsque la personne a fait un stage ou un travail temporaire l'année précédente, que lorsque elle a été au chômage pendant la même période. Néanmoins, ces épisodes de contrats permanents après des stages ou des contrats temporaires peuvent être courts, en raison de licenciements ou de départs volontaires. Comment mesurer l'efficacité des stages ?

En France, la mesure des conséquences des dispositifs publics est pénalisée par l'absence d'expériences contrôlées : les études utilisent des données issues de sources administratives ou d'enquêtes par ménage de l'INSEE. Les échantillons des enquêtes présentent alors un biais de sélection : ils ne prennent pas en compte des caractéristiques cachées. Supposons, par exemple, qu'une personne ait rapidement des contacts avec des employeurs potentiels, et supposons que l'État finance des stages, dont la mise en œuvre dépend de l'employeur. Lorsque l'on mesure l'impact de ces stages sur la rapi-

dité d'insertion des jeunes sur le marché du travail, les résultats ont un biais : ce n'est pas le stage qui procure un travail, c'est la faculté de trouver ce stage, difficile, qui détermine l'embauche rapide.

Les données utilisées pour l'étude du travail chez les jeunes consistent en un relevé, mois par mois, de la situation des 5 500 jeunes. Chaque mois, un jeune est dans l'un des six états suivants : emploi à durée indéterminée, emploi à durée déterminée, stage rémunéré, chômage, études, ou inactif. On calcule ensuite, en fonction de ces statistiques, la probabilité pour que partant d'un état donné, un jeune ait un contrat permanent à la période suivante.

L'ÉLABORATION DES STATISTIQUES

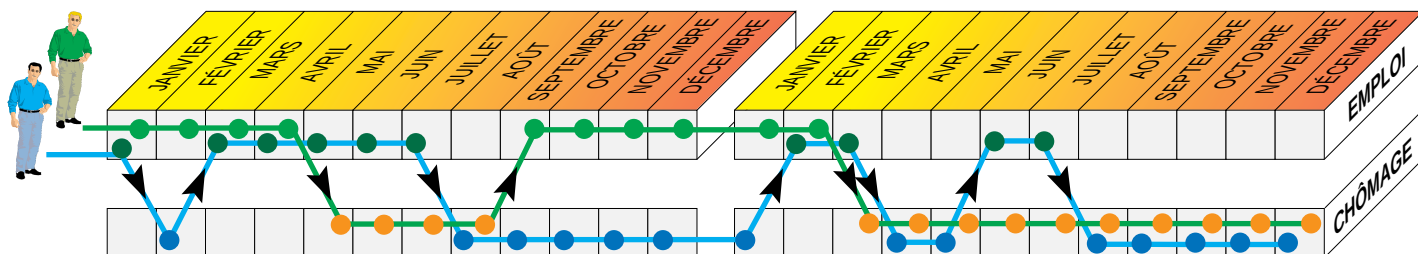
Pour s'affranchir du biais de sélection, on suppose que toutes les personnes qui ont été le même nombre de fois dans les différents états forment un ensemble homogène, sans tenir compte de l'ordre des transitions. Ces personnes constituent alors un ensemble dont les caractéristiques inobservables, la facilité à nouer des contacts, par exemple, sont identiques. Dans chaque ensemble homogène, on compare les trajectoires. Par exemple, si dans la population des individus qui « visitent » pendant deux périodes consécutives une fois l'état stage rémunéré et une fois l'état chômage, il existe un plus grand nombre

de trajectoires où une personne passe de l'état chômage vers l'état stage que l'inverse, on en déduit que les transitions sont plus probables de l'état chômage vers l'état stage.

Sur ces bases, T. Magnac a confirmé que la probabilité d'avoir un emploi permanent est maximale si, l'année précédente, on avait un emploi permanent, un stage ou un contrat temporaire. Cette probabilité est inférieure si l'on était chômeur. Alors que le but des stages est d'assurer l'insertion vers un emploi stable, on constate que l'état stage et l'état emploi temporaire sont équivalents.

De surcroît, la probabilité de conserver un emploi permanent d'une année sur l'autre est minimale pour les personnes qui étaient précédemment au chômage, en stage, ou avaient un emploi temporaire. La précarité n'est donc pas éradiquée avec le début d'un emploi à durée indéterminée. La raison est double : les entreprises peuvent licencier d'abord les personnes recrutées le plus récemment ou les jeunes peuvent démissionner, car de bas salaires dans les premiers emplois ne les satisfont pas.

Même si ce modèle permet de calculer des probabilités, les économistes font une hypothèse simplificatrice pour s'affranchir du biais de sélection. Pour cette raison, une conclusion ferme sur l'efficacité d'une mesure donnée est difficile. Aux États-Unis, les mesures publiques ne sont votées que si elles sont accompagnées de tests d'évaluation. Ces tests suivent le principe général des expériences biomédicales où l'on oppose un groupe qui suit un traitement, ici les personnes suivant un stage, à un groupe de contrôle. Si, en France, on instaurait des expériences contrôlées analogues, on pourrait utiliser des modèles simples qui serviraient à simuler les effets de différentes mesures publiques. On saurait ainsi aider les décideurs publics dans leurs mises en œuvre de politiques économiques. □



Suivi, mois par mois, de la situation de personnes qui sont au chômage ou ont un emploi. Pour s'affranchir d'une sélection hétérogène, on choisit des classes de personnes qui ont été le même nombre de mois en emploi et au chômage (respectivement 10 mois et 14 mois) deux années consécutives. La trajectoire des

personnes de la classe verte (*trajectoire verte*) comporte trois transitions tandis que celle des personnes de la classe bleue (*trajectoire bleue*) en comporte sept. Si le nombre de personnes dans la classe bleue est supérieur au nombre de personnes dans la classe verte, la mobilité entre état est plus facile que dans le cas contraire.

Récepteur bifonctionnel

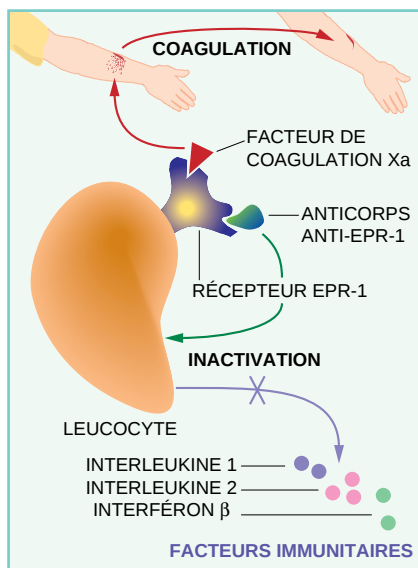
Une nouvelle molécule, bloquant un récepteur identifié pour une autre fonction, inhibe le système immunitaire.

Comment le système immunitaire est-il activé ou, au contraire, mis au repos? On connaît plusieurs acteurs cellulaires (les différents lymphocytes, les macrophages, les cellules auxiliaires...) et moléculaires (les interleukines, les interférons...) qui commandent ces mécanismes d'activation ou d'inhibition. On pensait les avoir tous identifiés. Or, Michel Duchosal et ses collègues du Centre hospitalier universitaire de Lausanne, et l'équipe de Dario Altieri, de l'Université Yale, ont identifié une nouvelle molécule qui inhibe le système immunitaire.

Le plus étonnant, c'est que le récepteur de cette molécule immunosuppressive a d'abord été identifié pour une autre fonction. Ainsi, ce récepteur, nommé EPR-1, a été isolé il y a quelques années. C'est un récepteur transmembranaire : une partie de la molécule est localisée à l'extérieur de la cellule, la deuxième traverse la membrane et la troisième baigne dans le milieu intracellulaire. Il est localisé sur les lymphocytes et sur les macrophages, et fixe le facteur Xa : cette molécule participe à la chaîne des réactions qui aboutissent à la coagulation du sang.

On a alors constaté, *in vitro*, que la densité des récepteurs EPR-1 augmente quand les lymphocytes qui portent ce type de récepteurs sont activés : l'expression de ces molécules est liée à l'activation de cellules du système immunitaire. C'était un premier indice du rôle de ce récepteur dans la régulation immunitaire. L'équipe de Yale a alors mis au point un anticorps qui se lie au récepteur EPR-1, sur un site de liaison différent de celui où se lie le facteur Xa.

Les biochimistes en conclurent que ce récepteur a deux sites de liaison et donc deux fonctions : l'une, connue, dans la chaîne de coagulation, et une autre, inconnue. On disposait d'une deuxième clé pour une porte à deux serrures ouvrant sur deux pièces, dont l'une était déjà explorée. Cet anticorps a permis aux biochimistes de mettre en évidence la deuxième fonction de ce récepteur.



Le récepteur EPR-1 peut fixer le facteur Xa qui intervient dans les mécanismes de coagulation du sang et un anticorps qui inhibe le système immunitaire, l'empêchant de libérer divers agents de défense de l'organisme.

L'équipe américaine a montré que l'anticorps anti-EPR-1 a une action sur des cultures de leucocytes stimulés : l'anticorps inhibe la libération des interleukines 1 et 2 et de l'interféron β . Plusieurs expériences réalisées *in vitro* ont montré le rôle immunosuppresseur de l'anticorps anti-EPR-1. De surcroît, l'action de l'anticorps cesse dès qu'il quitte son récepteur.

Le rôle immunosuppresseur de l'anticorps anti-EPR-1 a été démontré *in vivo* par l'équipe de M. Duchosal. Pour ce faire, ces biologistes ont greffé des cellules humaines sur des souris dépourvues de système immunitaire. Normalement, on constate une réaction de rejet du greffon contre l'hôte. Quand les cellules humaines sont préalablement traitées avec l'anticorps anti-EPR-1 ou que cet anticorps est injecté en même temps que sont greffées des cellules humaines, le greffon ne réagit pas : les cellules du système immunitaire greffées restent inactives, inhibées par l'anticorps.

Ainsi dispose-t-on d'une molécule qui met le système immunitaire au repos, comme le fait la ciclosporine utilisée aujourd'hui pour éviter les rejets de greffes. Toutefois cette molécule a été synthétisée et n'est pas une molécule fabriquée par l'organisme. Comme le récepteur EPR-1 a une fonction immunitaire naturelle, quel est son ligand endogène? C'est bien sûr une des questions qui préoccupent les deux équipes. Quand on l'aura isolé, on disposera d'un nouvel immunosuppresseur dont il faudra explorer les applications thérapeutiques potentielles. □

Sentez-vous bien!

Mauvaise haleine et psychologie

Faut-il avoir quelqu'un dans le nez pour sentir sa mauvaise haleine? Ce n'est pas sûr. En revanche, un mauvais jugement sur sa propre haleine témoignerait de troubles psychologiques plutôt que digestifs ou d'un manque d'hygiène.

Des psychologues de l'Université de Tel-Aviv ont étudié la qualité de l'haleine de 38 personnes qui venaient consulter pour ce trouble. Ils leur ont demandé de noter leur haleine de zéro à dix sur une échelle de puanteur. Une rose aurait reçu un zéro, tandis que le souffle diabolique que Linda Blair projette vers le prêtre, dans le film *L'exorciste*, aurait atteint dix. Ils ont aussi soufflé, à une distance de dix centimètres, dans le nez d'un juge d'odeurs, qui a noté ces émissions sur la même échelle. Pour affranchir la notation des sensibilités individuelles, tous les participants à l'étude, juge compris, ont reniflé une odeur de référence : celle d'un engrais à base de fumier. La notation du fumier assurait aussi que l'odorat des patients était normal.

Le fumier a remporté la note de neuf, à l'unanimité. En revanche, tandis que le juge avait noté les patients, en moyenne, plus près de la menthe que du purin, à 2,7, le groupe s'était accordé à lui-même une moyenne de 6,7.

Le questionnaire de personnalité préalablement rempli fournit l'explication : les personnes hypersensibles accuseraient leur haleine de leurs difficultés relationnelles, tandis que des troubles obsessionnels compulsifs conduiraient d'autres à une trop grande attention à l'hygiène personnelle, en particulier aux odeurs buccales. Si vous ne vous sentez pas bon, c'est que vous ne vous sentez pas bien! □

