

Chiffres et modèles

1: Les chiffres tous seuls ne parlent pas.

Les chapitres précédents ont bien montré l'importance des chiffres en économie. Ils représentent, soit des états (taux de chômage, taille de la population, produit intérieur brut, dette publique), soit des tendances (taux de croissance ou de décroissance du chômage, de la population, du PIB ou de la dette). Ils constituent ce qu'on appelle les données de l'économie, sur lesquelles s'appuieront les analyses ultérieures. La collecte de ces données, qui sont de nature statistique, est en général l'oeuvre d'agences gouvernementales spécialisées, comme l'INSEE en France, qui rendent leurs résultats publics. En raison du caractère sensible de ceux-ci (que l'on songe par exemple au taux de chômage), ces agences sont tenues à la transparence (description précise de leurs méthodes) et à l'impartialité (publications à dates régulières).

Collecter les données n'est pas une mince affaire: que l'on songe par exemple au recensement de la population, qui occupe des milliers d'enquêteurs pendant des mois. Mais une fois qu'on les a, le travail ne fait que commencer. Je me souviens qu'un étudiant était venu me demander de le prendre en thèse sous ma direction. Il se proposait de collecter certaines données, et ensuite, me disait-il, "je les laisserai les données me dire ce qu'elles ont à dire". J'ai eu beaucoup de mal à lui faire comprendre que les données n'ont rien à dire: ce ne sont que des séries de chiffres. Si on veut les faire parler, on a besoin de se reposer sur une théorie. Bref, on ne peut pas se passer de comprendre. Ce point est capital, et je vais l'illustrer par quelques exemples.

En 1835, le médecin suisse H. C. Lombard entreprit de construire une table de mortalité par profession. Il s'agissait d'une des toutes premières enquêtes statistiques menées dans le monde, à une époque où Adolphe Quételet, en Belgique, jetait les fondements de cette science. Lombard avait à sa disposition 8496 certificats établis dans le canton de Genève, mentionnant pour chacun l'âge et la profession au jour du décès. Il en ressortait que la profession la plus dangereuse (celle dans laquelle on mourait le plus jeune) était celle ... d'étudiant ! Ceux-ci mouraient en moyenne à 20,2 ans alors que, pour les autres professions, les décès s'échelonnaient entre 40 et 70 ans, les cas de mort violente étant éliminés. Un instant de réflexion nous montre le problème: comme on n'est plus étudiant après 30 ans, si on meurt et qu'on est encore étudiant, on doit par définition être jeune. Dans le même ordre d'idées, les endroits les plus dangereux dans nos pays sont fort probablement les hopitaux, car c'est là que la plupart des gens meurent. Tout cela, nous le comprenons bien, mais les chiffres ne nous le diront pas: il nous faut donc une compréhension supplémentaire, quelque chose qui n'est pas inscrit dans les chiffres. Ce quelque chose, c'est le modèle.

Pour prendre un autre exemple, en 1989, j'étais président de l'Université Paris-Dauphine. Depuis 1968 la loi interdisait toute forme de sélection à l'entrée du premier cycle, cette interdiction avait été réaffirmée en 1984, mais Dauphine continuait à exiger une mention AB au bac pour accepter les candidats. Cette pratique fut condamnée par le Conseil d'Etat en 1989, et nous nous trouvâmes donc dans l'obligation de procéder autrement. Nous décidâmes alors de demander aux candidats ce que nous pouvions leur demander, à savoir leurs bulletins de première et du premier trimestre de terminale, et de nous baser sur ceux-ci pour leur indiquer si oui ou non ils pourraient prospérer à Dauphine. Je fis donc faire une étude statistique sur les étudiants qui avaient été acceptés les années précédentes, pour déterminer dans quelle mesure leurs notes antérieures permettaient de prédire leurs notes à Dauphine ce qu'on appelle en statistique une corrélation.

Quand j'eus les résultats de l'étude, je faillis tomber de ma chaise: la corrélation était *négative*, ceux qui

avaient eu les plus mauvaises notes au lycée étaient ceux qui réussissaient le mieux à Dauphine ! C'est ce que disaient les chiffres, mais peut-on se contenter d'un tel résultat ? Non, il faut le comprendre, mais comment ? Les explications ont fusé, de toute nature, psychologique (les étudiants qui ont été bons au lycée arrêtent de travailler alors que ceux qui ont été mauvais veulent rattraper le temps perdu), institutionnelles (l'enseignement à Dauphine est tellement original qu'il désarçonne ceux qui sont trop scolaires), toutes peu convaincantes, jusqu'à ce qu'on trouve la vraie.

La clef est de bien comprendre que l'étude avait été faite sur les étudiants qui étaient déjà à Dauphine, donc qui avaient été reçus les années précédentes, donc qui avaient tous mention AB au bac: c'est ce qu'on appelle en statistique un échantillon biaisé. Les étudiants sont tous du même niveau, si leur notes antérieures sont différentes, c'est qu'il viennent de lycées différents. Bienvenue dans le système éducatif français ! Comme chacun sait, il y a des établissements où le professeur de mathématiques se croirait déshonoré si le premier de la classe avait la moyenne, et d'autres qui notent de manière plus humaine. Notre étude statistique nous a finalement permis de quantifier ces différences de notations pour classer les dossiers d'admission.

On pourrait multiplier les exemples de mauvais usage des statistiques. Montaigne rapporte avoir vu, suspendus dans les églises de son pays, beaucoup d'ex-votos que les rescapés de naufrage dédient à la Vierge ou aux saints pour les avoir sauvés du péril de la mer. Est-ce à dire que le taux de réussite de la prière est de 100% ? Non, car, comme le fait observer Montaigne, ceux qui sont morts ne sont pas là pour se plaindre. De même, pendant la deuxième guerre mondiale, le grand statisticien Abraham Wald était chargé d'examiner les avions qui revenaient de missions de bombardement sur l'Allemagne: il fallait déterminer les emplacements qui avaient le plus souffert du feu ennemi, car c'étaient ceux qu'il conviendrait de renforcer. Wald se rendit célèbre en montrant que c'était une erreur: si les avions étaient capables de revenir, c'est justement que les endroits où ils avaient été touchés supportaient le feu. Par contre, si l'on ne voyait jamais de blessures à certains endroits, c'est que les avions qui avaient été touchés là ne revenaient pas ! Plus près de nous, si l'on souhaite savoir si les stages volontaires de formation aident à retrouver du travail, on serait mal avisé de comparer deux populations, l'une ayant suivi des stages et l'autre pas: les stages étant volontaires, ceux qui les suivent ne sont pas les mêmes que ceux qui ne les suivent pas, et il se peut que les différences qui font que l'un décide d'y aller et l'autre pas soient déterminantes également dans le fait que l'un retrouve du travail et l'autre pas. Cette différence ne joue évidemment plus si les stages sont obligatoires !

2: Des modèles

Les chiffres ne parlent pas d'eux-mêmes. Pour les interpréter, on a besoin de comprendre le comportement humain. Là aussi, les mathématiques interviennent: elles permettent de construire des modèles.

Les modèles existent dans toutes les branches de la science et de la technologie. Ils peuvent être matériels, comme les modèles réduits d'avion ou de voiture dont on testait les propriétés aérodynamiques en soufflerie, il n'y a pas si longtemps. De nos jours, ils sont remplacés par des systèmes d'équations dont on calcule les solutions sur ordinateur. Ces systèmes sont aussi des modèles, mais des modèles mathématiques, qui sont devenus beaucoup plus performants que les modèles matériels. C'est à eux que l'on fera appel pour décrire le comportement humain.

Avant de nous lancer dans la modélisation du comportement, essayons de réfléchir sur ce qu'on demande à un modèle. Pour cela, rien de mieux que de s'appuyer sur l'exemple le plus simple, la carte

de géographie. Je suis actuellement à Vienne, j'habite sur Seilerstätte, et je dois me rendre à l'Institut Français, qui est Währingerstrasse. Je ne connais pas la ville, comment faire ? Rien de plus simple, je sors un plan de Vienne, avec le réseau des transports publics, et je détermine qu'il me faut prendre le métro U2, et changer au Schottentring pour le tram 41, qui me déposera devant ma destination. Le plan est un modèle de la ville de Vienne, qui m'a permis d'obtenir le résultat que je cherchais. Mais il n'est pas exhaustif: il y a des tas d'autres questions auxquelles il ne répond pas. Si je cherche qui habite au-dessus de moi, il ne me le dira pas, si je veux savoir à quoi ressemble l'Opéra ou le Burgtheater, il ne me le dira pas non plus, et si je me demande où manger ce soir, il ne m'aidera pas. Ce plan ne me sert qu'à une chose, à aller d'un point à un autre dans Vienne quand je connais les adresses de départ et d'arrivée: il ne fait que cela, mais il le fait très bien. Si je voulais en plus qu'il puisse répondre à toutes les autres questions, il deviendrait tellement surchargé qu'il en deviendrait illisible, ou alors, ce ne serait plus un plan, mais un smartphone.

Une bon modèle est toujours construit dans un but particulier, et néglige tout le reste. Il n'est jamais exhaustif, il ne retient de la réalité que ce qui est nécessaire pour répondre aux questions qui lui seront posées. Pourquoi cette alternance du jour et de la nuit ? Parce que la Terre tourne sur elle-même. Pour le faire comprendre, rien de mieux que de prendre une sphère matérielle, de marquer un point sur sa surface, et de la faire tourner sur son axe devant une lampe: on verra le point marqué passer régulièrement de l'ombre à la lumière, et de la lumière à l'ombre. En inclinant l'axe de rotation, on pourra même mettre le pôle Nord dans la zone d'ombre, le pôle Sud dans la zone de lumière, et montrer pourquoi, en hiver, les jours sont plus courts que les nuits dans l'hémisphère Nord, et plus longs dans l'hémisphère Sud. Voilà donc un problème astronomique majeur résolu. Pourtant, le modèle utilisé est rudimentaire ! La vraie Terre n'est pas vraiment sphérique, elle est aplatie aux pôles, et elle a des tas de propriétés que ne peut avoir une simple sphère en bois: elle a une atmosphère, des nuages, des vents, des océans, des courants, des forêts, des déserts, des volcans, des animaux, et toute une humanité qui se presse sur les terres émergées. Mais tout cela est superflu, si la question que l'on se pose est simplement de savoir pourquoi le jour succède à la nuit: un bon modèle n'a pas besoin d'être exhaustif. La modeste sphère a même permis de répondre à une autre question: pourquoi, en été, les jours sont-ils plus longs que les nuits ? Et voilà une autre caractéristique: un bon modèle, une fois construit, peut permettre de répondre à d'autres questions que celle pour laquelle il a été construit.

Nous allons maintenant construire notre premier modèle du comportement humain. Nous prendrons l'exemple du penalty au football. Pour les lecteurs qui auraient débarqué hier de la planète Mars, je rappelle qu'un penalty se tire à deux, un tireur placé à onze mètre d'un gardien, le but du tireur étant d'expédier le ballon dans le but, et le but du gardien étant de l'en empêcher. Le tireur doit prendre son élan et tirer dans la foulée, le gardien n'a pas le droit de se déplacer avant que le ballon n'ait été frappé. En général le tireur va viser une des lucarnes, celle de gauche ou celle de droite, en tout cas, le plus loin possible du gardien, et la vitesse du ballon est telle que le gardien n'a pas le temps de réagir. Il doit donc décider avant la frappe dans quelle direction il va se projeter, quitte à ne rien pouvoir faire s'il a mal deviné et à avoir une petite chance de l'arrêter s'il a bien jugé.

Le mathématicien, ou plutôt l'économiste, car c'est bien d'économie qu'il s'agit, en tant qu'elle a besoin de modéliser les comportements humains, a un modèle à proposer. Il consiste en un simple tableau à double entrée, deux lignes marquées G et D, deux colonnes marquées G et D. Le tireur choisit une ligne, le gardien choisit une colonne, chacun note son choix et le remet sous pli fermé à un arbitre. L'arbitre ouvre les enveloppes. S'il trouve GG ou DD, le gardien touche 40 et le tireur touche 60. Si l'arbitre trouve GD ou DG, le gardien touche 0 et le tireur touche 100.

Figure 1

La première remarque à faire est que ce jeu est biaisé en faveur du tireur, qui touche toujours plus que le gardien. Une analyse mathématique est possible (c'est ce qu'on appelle la théorie des jeux). Elle montre que la meilleure stratégie pour le gardien, celle qui lui permet de limiter les dégâts, consiste à choisir G avec une probabilité de 50% et D avec une probabilité de 50%, c'est-à-dire à tirer à pile ou face entre G et D. Elle montre également que la meilleure stratégie pour le tireur, celle qui lui permet de tirer le profit maximum, consiste à tirer lui aussi à pile ou face entre G et D. Si l'un et l'autre font cela, les gains moyens sont de 20 pour le gardien et de 80 pour le tireur. Si l'un des deux, le gardien par exemple, s'écarte de cette stratégie, si par exemple il joue tout le temps G, son gain moyen restera de 20 tant que le tireur ne s'en apercevra pas, mais dès qu'il s'en apercevra, il jouera D tout le temps, et le gain du gardien tombera à 0.

En quoi est-ce que cela ressemble au penalty ? Choisir G ou D, c'est choisir le côté gauche du but ou le côté droit. Si le gardien et le tireur choisissent le même, le gardien saute vers la gauche et la balle part vers la gauche, et il a donc une chance de l'arrêter, disons 40%. S'ils choisissent des côtés différents, le gardien n'a plus aucune chance d'arrêter la balle, et le tireur marque dans 100% des cas: on retrouve les chiffres proposés par le modèle.

L'analyse mathématique conduite sur ce modèle conduit à proposer une stratégie aléatoire: l'un tire à pile ou face le côté où il va tirer, et l'autre tire à pile ou face le côté où il va sauter. En quoi est-ce que cela ressemble au comportement des joueurs de football ? Cela capture un aspect fondamental de leur processus de décision: ils doivent avant tout être imprévisibles. Les joueurs professionnels se connaissent parfaitement bien, avant chaque match ils étudient des vidéos de leurs adversaires, et si le gardien avait ses habitudes, par exemple alterner la gauche et la droite, le tireur le saurait, saurait aussi de quel côté il avait sauté la dernière fois, et tirerait du même côté. Et pour être imprévisible, rien de mieux que de tirer à pile ou face. Bref, la stratégie aléatoire représente ici la part d'imprévisibilité que les vrais joueurs vont tenter d'introduire dans leur jeu.

Peut-on affiner ce modèle pour le rendre plus réaliste ? Il isole, dans les quatre-vingt dix minutes d'un match de football, un moment très particulier, le penalty, et oublie des quantités d'information qui, si elles sont importantes pour les joueurs et pour les fans, ne vont pas affecter le résultat. Rajouter ces informations, comme la couleur des maillots des joueurs et les numéros qu'ils portent, serait superflu. Par contre, il y a d'autres informations qui pourraient être pertinentes. Les joueurs ne sont pas tous identiques. Certains tireurs sont plus rapides et/ou plus précis que d'autres, certains gardiens ont de meilleurs réflexes et/ou une meilleure détente que d'autres. Surtout, ils ne sont pas symétriques: ils peuvent être gauchers, droitiers ou ambidextres, ce qui fait qu'ils sont plus efficaces d'un côté que de l'autre. Enfin, s'il est vrai que la plupart du temps le tir a lieu vers la gauche ou vers la droite, il arrive que le tireur vise le centre, l'endroit où se tient le gardien, dans l'idée que la place sera vide quand celui-ci se sera projeté vers un des côtés, et il arrive aussi que le gardien ne bouge pas. On notera aussi que le tireur peut rater son tir, ce qui fait que le taux de réussite pour GD par exemple (le gardien se projette du côté opposé au tir) n'est pas de 100% (le ballon peut rater la cage).

En intégrant tous ces éléments supplémentaires et pertinents, on obtient un modèle un peu plus compliqué: par exemple, le tableau à double entrée aura désormais trois lignes et trois colonnes, marquées G,C et D pour gauche, centre et droite. Les probabilités de réussite seront dissymétriques: GG n'aura pas le même pourcentage de réussite que DD (si le tireur et le gardien vont du même côté, ce n'est la même chose si côté est la gauche ou la droite). Ce modèle, une fois construit, a été confronté à la réalité: on s'en est servi pour prédire le comportement des joueurs professionnels lors des matchs de championnat de Ligue 1 en France et en Italie. Plus précisément, on a comparé les fréquences

observées lors des penalties réels (avec quelle fréquence le gardien se projette-t-il à gauche ou à droite) et on a obtenu un excellent accord. Bref, les joueurs professionnels se comportent comme le prédit la théorie.

Une question intéressante est de savoir pourquoi ! Serait-ce parce qu'ils connaissent les travaux des économistes, et se livrent pour eux-mêmes à l'analyse mathématique que je vous ai épargnée ? Hypothèse flatteuse, mais peu réaliste. Serait-ce parce qu'ils apprennent ? Ils font du football depuis leur plus jeune âge, ils ont des formations et des entraîneurs, ils ont accumulé au fil des années une grande expérience personnelle, et ils ont appris à être imprévisibles dans la mesure exacte où c'est optimal. Bref ils auraient découvert les fréquences théoriques, non avec du papier et un crayon, mais à la dure, par un long processus d'apprentissage, et chaque match leur permettrait de les affiner un peu plus. Voilà qui semble plus proche de la réalité. Est-ce la bonne explication ? Pas encore, mes amis biologistes en ont une troisième. Selon eux, les footballeurs n'apprennent rien, pas plus que vous et moi d'ailleurs. Les bonnes fréquences sont inscrites dans leurs gènes ! En d'autres termes, vous et moi naissons avec des fréquences préinscrites, qui font que nous ne serons jamais que de piètres gardiens de but. Mais Fabien Barthez, lui, est né avec les fréquences qu'il fallait, et c'est justement pour cela qu'il a disputé trois coupes du Monde dans les buts de l'équipe de France.

Le lecteur choisira l'explication qu'il préfère, ou la combinaison qu'il préfère, la vérité se situant probablement entre la seconde et la troisième. L'important est de comprendre que ce n'est pas parce que le modèle est mathématique que les gens dont il décrit le comportement devraient comprendre les mathématiques ! C'est la force des mathématiques: on fait des modèles comme si les gens étaient très sophistiqués, et cela marche même s'ils ne le sont pas.

Pourquoi n'y a-t-il plus de poissons ?

1: Le problème

Il n'y a plus de morue à Terre-Neuve. Pendant des siècles, les terra-neuvas français ont quitté les ports bretons pour les grands bancs où ils passaient la saison de pêche. Chaque jour, ils mettaient à l'eau les doris, chacun avec deux hommes d'équipage; ils revenaient le soir avec leur prise, qui était immédiatement nettoyée et salée, puis entassée avec la pêche précédente, jusqu'à ce que le bateau soit plein, et qu'il puisse rentrer. C'était ce qu'on appelait le grand métier. Il a fait vivre des générations de pêcheurs français, espagnols ou portugais. Le poisson salé ramené au port était vendu dans toute l'Europe; du Nord de la Norvège au Sud de l'Italie on connaît le "bacalhau", les multiples façons de cuisiner la morue salée, à une époque qui, ignorant la congélation, ne pouvait commercialiser de poisson frais.

Tout cela est terminé. Il n'y a plus de morue, et donc plus de morutiers. Plus exactement il reste encore un peu de morue, et le gouvernement canadien a limité la pêche strictement, pour satisfaire les pêcheurs locaux, qui restent seuls présents sur les bancs, mais les stocks ne remontent pas. On trouve encore du cabillaud sur les marchés européens, mais il ne vient plus de Terre-Neuve. Par contre, on trouve d'autres espèces de poissons qui ne seraient jamais apparues sur un étal avant 1950, du grenadier par exemple. Qu'est-ce que le grenadier ? C'est un poisson qui vit entre 600 et 2000 mètres de profondeur, donc au-delà du plateau continental, et que l'on pêche au chalut. Qu'on s'imagine un bateau capable de traîner un chalut sur le fond à un kilomètre de profondeur – c'est cela la pêche moderne. Comme les autres poissons des grandes profondeurs, le grenadier peut vivre très longtemps, jusqu'à soixante ans, mais en contrepartie il atteint sa maturité sexuelle tardivement, ce qui fait que l'espèce se reproduit lentement, et risque de ne pas supporter une pêche intensive. La morue et le grenadier sont en bonne compagnie: on considère que 50% des stocks de poisson sont exploités au maximum, 30% sont surexploités, les 20% restant laissant seuls quelque marge de manoeuvre.

Comment en est-on arrivé là ? Comment a-t-on pu exterminer la population de morue de Terre-Neuve ? N'aurait-il pas mieux valu en laisser assez pour qu'elle puisse se reproduire, et reconstituer le stock chaque année ? Voici dix mille ans que les hommes ont appris qu'il ne fallait pas manger toute la récolte de l'année, mais qu'il fallait en laisser assez pour avoir une récolte l'année prochaine: sommes-nous moins intelligents que nos ancêtres du Néolithique ? Le poisson, comme le blé ou la forêt est une ressource renouvelable, par opposition aux combustibles fossiles ou aux minerais, qui sont des ressources non renouvelables. Chaque jour d'exploitation diminue nos ressources en pétrole ou en manganèse, et si nous arrêtons l'exploitation pendant un an ou deux les stocks ne se reconstitueront pas. Par contre, si nous proclamons un moratoire total sur la pêche, le stock de poisson remontera. Il doit donc être possible de gérer ce stock en bon père de famille, en laissant chaque année juste ce qu'il faut pour que la population retrouve chaque année le niveau de l'année précédente. Pourquoi nous comportons-nous comme le propriétaire de la proverbiale poule aux oeufs d'or, qui a tué l'animal par bêtise ?

2: La tragédie des communs.

Voici bien longtemps que la théorie économique s'est penchée sur la question. Sa première réponse a été de dire que tout le problème était que le poisson n'est à personne. Si la morue de Terre-Neuve appartenait à quelqu'un, comme des vaches dans un enclos, alors le propriétaire se préoccuperait de l'avenir de son stock, et le gèrerait en conséquence. Mais ce n'est pas le cas, d'une part parce que des

vaches dans un enclos sont beaucoup plus faciles à compter et à surveiller que des morues au fond de la mer, d'autre part parce que le poisson n'appartient à personne. La pêche est aujourd'hui réglementée et surveillée, mais dans la situation originelle qui a prévalu pendant très longtemps, elle ne l'était pas. Jusqu'en 1952, la limite reconnue des eaux territoriales, sur lesquelles un état souverain exerce sa juridiction, a été de trois milles marins, 5,5 kilomètres, ce qui fait que l'immense majorité des pêcheries se situait dans les eaux internationales, sur lesquelles ne s'exerce aucune juridiction.

Supposons donc que je sois le patron d'un morutier français, dans ces années bénies où l'on pouvait pêcher où on voulait autant qu'on voulait. Je suis un patron éclairé, je me pose des questions, je voudrais bien que mon fils puisse continuer à exercer le grand métier, et je me dis que pêcher à tout va, sans autre objectif que de ramener à Saint-Malo le plus de poisson possible, n'est peut-être pas le meilleur moyen de lui assurer un avenir. Chaque année, je vois davantage de bateaux sur les bancs, je dois aller chercher le poisson un peu plus loin, un peu plus profond, et je me doute que cela ne peut pas continuer comme cela. J'aimerais bien faire quelque chose, mais quoi ? Pêcher moins est exclu. Ce serait pour le moins difficile à expliquer aux hommes et à l'armateur, mais là n'est pas le principal obstacle: c'est que ce serait inutile ! Chaque poisson que je ne pêche pas, ou que je rejette à la mer après l'avoir pêché, par exemple parce qu'il est trop petit, n'est pas sauvé pour autant: si ce n'est pas moi qui le pêche, un autre le fera. L'effet de mes scrupules sera, non pas de préserver le poisson pour la reproduction, mais de permettre à un autre de le pêcher, et donc de priver mon bateau de ce gain pour le transférer dans la poche d'autrui !

Donc il n'y a rien à faire, je garde mes scrupules pour moi et je continue à pêcher comme devant, me disant que tous les autres patrons sont peut-être comme moi, que nous savons tous que nous sommes en train de tuer la poule aux oeufs d'or, et de détruire notre futur gagne-pain, mais que nous le faisons quand même. C'est le premier exemple que nous rencontrons d'un thème qui va être récurrent dans ce chapitre, à savoir le conflit entre la rationalité individuelle et la rationalité collective. D'une part, nous savons tous qu'il serait mieux pour nous tous que les quantités pêchées soient limitées. D'autre part, nous continuons tous à pêcher sans restriction aucune, jusqu'à ce que nos bateaux soient pleins à ras bord. Bref, individuellement nous faisons tout ce que nous pouvons pour accélérer la catastrophe collective ! Les économistes appellent cette situation la "tragédie des communs". L'expression vient du temps où il existait des terres communales, où tous les habitants avaient le droit de faire paître leur bêtes, par opposition aux terres privées, où seul le propriétaire pouvait faire paître les siennes. Les économistes anciens avaient cru remarquer (c'est plus controversé aujourd'hui) que les terres communales étaient surexploitées par rapport aux terres privées, les bêtes y étaient plus nombreuses et en conséquence moins bien nourries. La raison est exactement la même: qui va se soucier de laisser le temps à l'herbe de repousser ? Si je n'y envoie pas mes bêtes aujourd'hui, c'est autant de gagné pour le voisin, qui, lui, ne manquera pas d'y envoyer les siennes ! Je continuerai donc à y envoyer les miennes, jusqu'à ce que vraiment il ne reste plus rien à brouter pour personne.

Le remède classique à la tragédie des communs consiste à instaurer la propriété privée, c'est-à-dire à partager les terres, ce qui a d'autres effets, de nature politique et sociologique, mais nous n'entrerons pas dans ces questions. C'est en tout cas ce qui s'est passé dans l'Europe du 19ème siècle. Mais il est difficile d'instaurer une propriété privée sur les poissons, et l'on a donc trouvé un autre moyen de limiter l'accès aux pêcheries: l'extension des eaux territoriales ! L'Islande, la première, étend unilatéralement ses eaux territoriales à 4 milles (1952), puis à 12 milles (1959) des côtes, déclenchant presque une guerre avec la Grande-Bretagne qui envoie des navires de guerre protéger ses bateaux qui pêchent dans cette zone. Mais l'Islande n'en reste pas là, et porte la limite à 50 (1972) puis à 200 milles (1975). D'autres pays emboîtent rapidement le pas, et en 1982 est signée la Convention des Nations Unies sur le droit de la mer, dite Convention de Montego Bay, qui reconnaît à tous les états riverains

une zone économique exclusive (ZEE) s'étendant jusqu'à 200 milles de ses côtes. Ils s'en sont immédiatement servi pour limiter l'accès et pour instaurer des règles de conservation. À l'exception des poissons des grandes profondeurs (le grenadier) et des poissons pélagiques (le thon), la plupart des pêcheries sont situées dans les ZEE, et l'on pensait donc avoir réglé le problème. Il n'en a rien été : pourquoi ?

3: Des morues aux baleines

Les baleines ne sont pas des poissons, mais on les pêche (ou plutôt on les chasse) quand même ! La chasse à la baleine a donné à la littérature un de ses plus grands chefs-d'oeuvre, *Moby Dick*, qui décrit avec force détails comment l'on traquait ces géants des mers, comment on les tuait et comment on les épluchait. C'est pour leur graisse qu'on les chassait : l'huile de baleine servait à l'éclairage, car sa combustion était plus lumineuse et dégagait moins de fumée que les autres. On les épluchait les animaux comme des oranges, les longues bandes de peau et de graisse étaient bouillies pour en extraire l'huile, que l'on emmagasinait à bord dans des tonneaux. S'il s'agissait d'un cachalot, et si on avait de la chance, on pouvait aussi trouver de l'ambre gris, très prisé en parfumerie, et quelque vieux loup de mer, soucieux de montrer de quoi il était capable, s'offrait quelquefois un bifteck de baleine. Tout le reste était rejeté à la mer. La généralisation de l'éclairage au gaz, puis de l'éclairage électrique, auraient dû retirer à cette chasse tout intérêt économique, mais durant la deuxième guerre mondiale, les norvégiens et les japonais prirent goût à la viande de baleine, et l'industrie repartit de plus belle avec moult perfectionnements technologiques, tels le canon lance-harpons et le repérage par sonar ou par radar. Vers les années 1970, sous la pression des associations écologistes, on commença à s'inquiéter de la survie du stock, et c'est alors qu'intervint une discussion très intéressante.

La position de l'industrie baleinière était la suivante : “Nous connaissons tous la tragédie des communs et ses méfaits. C'est à juste titre que, suivant l'exemple de l'Islande, les pays riverains ont décidé de limiter l'accès à leur ZEE. Nous savons aussi que, comme les baleines sont des animaux voyageurs, qui parcourent des milliers de milles par an, et que l'on a beaucoup plus de chances de les trouver à l'extérieur des ZEE qu'à l'intérieur, les ZEE ne protègent pas les baleines. Mais nous, industrie baleinière, nous disons qu'il n'en est pas besoin ! En effet, la tragédie des communs ne s'applique pas aux baleines. Ne chasse pas la baleine qui veut, nous ne sommes que quelques-uns à pouvoir le faire, avec nos moyens modernes de repérage, nous connaissons parfaitement l'état des stocks, et nous sommes donc parfaitement capables de les gérer ! Laisser-nous libres de fixer chaque année, entre nous, la quantité maximale à pêcher par chacun pour maintenir les stocks à leur niveau optimal. Cnous croyez-vous assez bêtes pour tuer la poule aux oeufs d'or ? “ Bref, l'industrie baleinière n'était pas constituée d'une multitude de petits pêcheurs indépendants, mais de quelques grandes compagnies, dont chacune était en situation de quasi-monopole sur son marché, et donc en mesure de gérer son stock comme un fermier son troupeau de vaches. Pourquoi ne pas les laisser faire ? Pourquoi faire une réglementation, et mettre en place un organisme de surveillance, peuplé de bureaucrates internationaux, alors que ce sont les industriels qui connaissent le mieux le sujet, et sont le mieux à même de juger de l'état des stocks et des moyens de les conserver ? Laissons le fermier tranquille, les vaches seront bien gardées !

C'est alors qu'un mathématicien canadien, Colin Clark, écrivit un article qui retentit comme un coup de tonnerre dans un ciel bleu. Par un calcul très simple (ce que les américains appellent une “back of an envelope calculation”, un calcul que l'on peut caser sur le verso d'une enveloppe), il montra que le fermier peut avoir intérêt à tuer toutes ses vaches ! Il suffit pour cela que les taux d'intérêt soient assez

élevés. Au lieu d'attendre patiemment que les vaches fassent leur veau, pardon, que les baleines fassent leur baleineau, puis que celui-ci grandisse jusqu'à être à son tour capable de se reproduire, on peut tuer toutes les baleines aujourd'hui, grandes et petites, mettre l'argent à la banque, et le laisser fructifier, par le jeu des intérêts composés. Si les taux d'intérêt sont assez élevés, et si le banquier ne part pas avec votre argent, celui-ci se reproduira plus vite dans ses coffres que les baleines dans la mer. La décennie entre 1970 et 1980 était justement une période d'inflation, avec des taux d'intérêt à deux chiffres, et Clark put faire la démonstration que, du strict point de vue de la maximisation du profit, l'industrie baleinière avait intérêt à ramener tout le stock à terre le plus vite possible ! Leur confier la régulation de la chasse revenait à confier au renard la gestion du poulailler, et c'est bien pour cela qu'il en fut décidé autrement. Aujourd'hui la pêche est interdite pour la plupart des espèces, à l'exception d'un quota prélevé par la Norvège et par le Japon pour des raisons "scientifiques", qui n'empêchent pas les spécimens prélevés d'arriver sur les assiettes des consommateurs.

La leçon à retenir est que, jusqu'à présent, on n'a trouvé aucune solution permettant de régler la question de la surpêche par le simple jeu des mécanismes de marché. Deux malédictions au moins pèsent sur le poisson. La première est la tragédie des communs. Le poisson sauvage, par opposition au poisson d'élevage, n'est à personne, et le pêcheur qui limite sa prise personnelle ne fait qu'enrichir des gens moins scrupuleux. La création des ZEE ne résout pas le problème: elle exclut certes l'accès des étrangers aux zones de pêche, et diminue dans un premier temps les prises, mais les nationaux restent, et si on n'y met bon ordre ne tardent pas à prendre la place laissée vide et à ramener les prises au niveau antérieur. Si l'on confiait l'exclusivité de la pêche à une seule entreprise, on échapperait à cette première malédiction: le poisson remis dans la mer ne sera pas pêché par d'autres, et pourra donc se reproduire. La première malédiction ainsi levée, arrive la seconde, la course au profit: certaines espèces ont des taux de reproduction tellement bas que le titulaire du droit de pêche n'a pas d'intérêt financier à leur laisser le temps de se reproduire. Nous avons cité le cas des baleines, heureusement résolu depuis, mais c'est aussi le cas des espèces pêchées dans les grandes profondeurs, comme les grenadiers, qui vivent dans des milieux très peu nutritifs, et qui se développent donc très lentement. Exploiter ses espèces, c'est un peu comme puiser l'eau des nappes phréatiques: elle se vident en quelque dizaines d'années, mais mettront des milliers d'années à se reconstituer. Autrement dit, cette ressource n'est pas vraiment renouvelable, et ce n'est plus de pêche qu'il s'agit, mais d'exploitation minière.

4: Quelques modèles mathématiques.

Nous allons maintenant montrer deux modèles simples, qui vont nous permettre de poursuivre notre réflexion. Comme nous l'avons expliqué, un tel modèle ne retiendra que le strict nécessaire pour résoudre le problème que nous nous posons, et qui est de trouver la manière optimale d'exploiter une pêcherie. Nous ne retiendrons du poisson que le niveau du stock (ou la taille de la population), que nous noterons s . Quand à l'industrie de la pêche, nous n'en retiendrons que le coût: dans l'état actuel de la technologie, combien cela coûte-t-il de ramener un poisson à terre ? Bien entendu, ce coût est fonction du stock existant: plus il y a de poissons, plus il est facile d'en attraper, et moins cela coûte. Il sera donc représenté par une fonction $c(s)$, qui sera supposée décroissante: quand s augmente, $c(s)$ diminue. La dernière brique de notre modèle (pour l'instant), c'est le prix auquel on vend le poisson ramené à terre. Notons-le p . Nous avons déjà assez d'éléments pour aborder le problème. Remarquons l'économie de moyens, typique des mathématiques: l'état de la population est résumée par la variable s , l'état de la technologie par la fonction $c(s)$, l'état du marché par la valeur p .

Qu'est-ce qui se passe en accès libre ? Les patrons pêcheurs vont pêcher tout le poisson qu'ils peuvent. Y a-t-il une limite ? La contenance du bateau, certes, mais s'ils sont trop petits on en construira des plus gros, ce n'est donc pas cela la vraie contrainte. Elle est économique: il faut qu'ils fassent un profit. Ils

pêcheront jusqu'à ce que le jeu n'en vaille plus la chandelle, c'est-à-dire que le poisson leur coûte plus cher à pêcher qu'ils ne leur rapporte. Tant que $c(s) < p$, c'est-à-dire qu'il y a assez de poissons, ils continueront à pêcher, et ils ne s'arrêteront que quand ils auront ramené le stock au niveau s_0 où $c(s_0) = p$. S'ils vont au-delà, ils tomberont dans la région où $c(s) > p$: le poisson est devenu si rare qu'il est trop cher à pêcher.

Figure 2

Le malheur, c'est que l'on peut avoir $c(s) < p$ quel que soit le niveau du stock ! Dans ce cas, la contrainte économique ne joue plus, on pêchera les poissons jusqu'au dernier. Ce peut être le cas pour deux raisons. La première, c'est que $c(s)$ est trop petit, l'espèce est trop facile à pêcher avec la technologie actuelle: c'est le cas des poissons grégaires, comme le hareng ou l'anchois, qui se déplacent par bancs immenses faciles à repérer, ou des poissons d'habitude, qui viennent se reproduire à période fixe aux mêmes endroits, comme les morues ou les saumons. La seconde, c'est que p est trop grand, le poisson est trop recherché, les amateurs en veulent à tout prix: c'est le cas du thon. On le repère en mer avec des avions de reconnaissance, sitôt pêchés les beaux spécimens sont envoyés à Tokyo où ils se négocient autour du million de dollars.

Passons maintenant au deuxième cas: une entreprise a le monopole de la pêche, elle peut donc se permettre de préserver le stock, comment fera-t-elle ? C'est un problème bien connu en économie, celui de la gestion optimale d'une ressource naturelle, et qui se pose également pour les forêts. Pour le résoudre, il faut rentrer un peu plus dans le mécanisme de reproduction de la population de poissons, et le comparer au taux de reproduction de l'argent, c'est-à-dire au taux d'intérêt.

Le taux de reproduction des êtres vivants, poissons ou céphalopodes, animaux ou végétaux, toutes choses égales par ailleurs, dépend du niveau s de la population: les ressources alimentaires sont limitées, et tous les individus sont en compétition pour assurer leur subsistance. Si le niveau s est faible, il y a peu de poissons, donc peu de concurrence, et chaque individu a les meilleures chances de survivre. Si le niveau s est élevé, la concurrence est rude, les proies se font rares parce que les collègues sont déjà passés par là, et l'on risque fort de ne pas manger à sa faim. On considère qu'il y a un niveau maximum du stock que le milieu peut supporter: notons-le S . Les biologistes modélisent ce genre de situation par ce qu'on appelle une fonction logistique: si s_t est le niveau de la population en année t , le niveau de la population en année $t+1$ est donné par:

$$(s_{t+1} - s_t)/s_t = k (1 - s_t/K)$$

Le premier membre est le taux de croissance de la population: si le niveau est très bas (donc s_t très petit), ce taux de croissance est voisin de k , et à mesure que la population croît, ce taux diminue, jusqu'à atteindre zéro quand $s_t = K$, c'est-à-dire quand la population atteint son niveau maximum K , au-delà duquel elle ne peut plus croître.

Notons maintenant r le taux d'intérêt. Avec tous ces éléments on peut faire une analyse complète du problème, et montrer que la stratégie optimale de l'entreprise consiste à maintenir le stock à un niveau s_1 , qui est plus grand que s_0 (si bien que le passage au monopole est bénéfique pour les poissons), mais qui n'en peut pas moins être nul si $r > 2k$, c'est-à-dire si le taux d'intérêt financier est trop élevé par rapport au taux de reproduction de la population de poissons ! Cela peut se produire, soit parce r est haut, c'est-à-dire que l'on est en période de boom économique, avec une flambée des cours boursiers, et que les actionnaires des pêcheries industrielles vont demander des rendements comparables à ceux de leurs autres placements, soit parce que k est bas, c'est-à-dire que l'espèce que l'on exploite se reproduit lentement. Bref, en cas de bulle financière ce sont toutes les espèces marines qui trinquent, en période normale ce sont les poissons des grandes profondeurs qui sont le plus menacés.

Que nous ont appris ces modèles par rapport au simple raisonnement ? D'une part, ils nous ont permis de quantifier les choses: nous pouvons calculer les niveaux s_0 et s_1 auxquels tombera le stock, soit en accès libre, soit en accès restreint. D'autre part, ils vont nous permettre de ne pas nous contenter de déplorer ce qui existe, mais de proposer des moyens de changer les choses. La simple équation $c(s_0) = p$, par exemple, qui fixe le niveau du stock en accès libre, est déjà fort instructive. On peut par exemple la lire à l'envers: au lieu de prendre la fonction de coût $c(s)$ et le prix de vente p comme donnés et d'en déduire le niveau s_0 auquel le stock sera réduit, on peut se fixer un niveau désirable s_d pour la population de poisson (par exemple le niveau minimal au-dessous duquel la survie de l'espèce ne serait plus assuré), et chercher à agir sur la fonction de coût $c(s)$ et le prix de vente p de manière à ce que la pêche en accès libre aboutisse précisément au niveau s_d désiré. C'est en quelque sorte un problème d'ingénierie économique: ajuster les forces du marché pour réaliser un certain objectif. Dans ce cas précis, on peut agir sur le prix de vente p , soit en le fixant de manière autoritaire (prix réglementé), soit plus subtilement en taxant le produit (par exemple en augmentant ou en baissant le taux de TVA). L'Etat peut aussi agir sur les coûts $c(s)$: à l'heure actuelle, il faut en gros une tonne de fuel pour ramener à terre une tonne de poisson, et la fiscalité du fuel est donc un moyen très efficace d'agir sur les coûts. On a donc toute une panoplie de moyens pour arriver au résultat souhaité: pour augmenter le stock de poisson, il faut augmenter le prix p auquel on le vend à terre, ou augmenter les coûts pour l'industrie. Si au contraire le prix baisse ou les coûts diminuent, le stock résiduel diminue aussi.

5- Économie positive et économie normative

Il est donc extrêmement intéressant de voir ce qui se passe en pratique. On pourrait penser que devant l'épuisement des stocks et la disparition de certaines pêcheries parmi les plus importantes, le signal d'alarme a été tiré et des moyens de conservation ont été mis en oeuvre. Il n'en est rien: de par le monde, les gouvernements subventionnent largement la pêche industrielle. Des études récentes ont montré que, pour chaque euro, ou chaque dollar, que touche le pêcheur en vendant son poisson, il reçoit 25 centimes de son gouvernement ! Pour les chalutiers en eau profonde, par exemple, qui traînent des chaluts sur les fonds marins à un kilomètre de profondeur, avec la dépense en énergie que l'on peut imaginer, la pêche ne serait pas rentable en l'absence de subventions. Les bénéfices économiques sont insignifiants: le chalutage en grande profondeur représente moins de 1% de l'ensemble de la pêche industrielle. Pourquoi donc sommes-nous incapables de l'interdire, et allons-nous jusqu'à la subventionner ?

On touche là à la différence entre l'économie dite positive, et l'économie dite normative. L'économie positive décrit ce qui est, l'économie normative décrit ce qui devrait être. La première cherche à comprendre les mécanismes collectifs qui sont en jeu autour de nous et qui font que, par exemple, on subventionne des industriels pour pêcher à très grande profondeur des espèces marines qui n'ont finalement pas un très grand intérêt économique. Certes, les acteurs sont multiples et leurs intérêts opposés: d'une part les industriels, mais aussi leurs employés, sur les bateaux et à terre, dont c'est le gagne-pain, d'autre part les écologistes et tous ceux qui s'inquiètent de voir disparaître une espèce animale avant même qu'on la connaisse vraiment: qui sait ce que nos descendants auraient pu en tirer ? Plus inquiétante encore est la transformation des océans qui se déroule sous nos yeux. Une espèce n'est jamais isolée, elle fait partie d'un milieu écologique et d'une chaîne alimentaire, et sa disparition affecte tout le système. A cela s'ajoutent les transformations du milieu physique, liées au changement climatique, qui entraînent la migration de certaines espèces, et la disparition programmée d'autres, comme celles qui vivent sous la banquise. Toutes ces préoccupations, gagner sa vie pour les uns, préserver l'avenir pour les autres, sont portées par des acteurs différents, qui cherchent à imposer leur point de vue en agissant directement auprès des pouvoirs publics (lobbying) ou en faisant appel à

l'opinion publique par des actions spectaculaires (Greenpeace). Ce sera le travail de l'économie positive que de décrire le jeu de ces acteurs et les compromis qui en émergent.

L'économie normative, elle, se place du point de vue de l'intérêt général: elle cherche à peser les avantages et les inconvénients de cette activité pour les différents acteurs, afin de trouver un compromis raisonnable. Le premier problème auquel elle se heurte, bien entendu, est de définir cet intérêt général: qu'y a-t-il de commun entre un baleinier japonais et un militant de Greenpeace ? Plus que l'on ne se l'imaginerait à première vue: l'un et l'autre ont un sens de la justice, l'un et l'autre ont besoin de manger, l'un et l'autre souhaitent laisser une Terre vivable à leurs enfants. Se posera ensuite le problème des moyens d'action: nous avons vu que dans le cas des pêcheries, si du moins on souhaite la survie des espèces, on ne peut s'en remettre au marché. Heureusement, l'ingéniosité humaine est sans limite, et l'économiste a bien d'autres solutions à proposer: on peut imposer des quotas, limiter le nombre ou la taille des bateaux, voire la durée de la pêche, constituer des réserves marines où les poissons pourront se reproduire, et même subventionner les pêcheurs pour ne pas pêcher. Les moyens d'action ne manquent pas, mais nous arrêterons là cette discussion. Nous en retiendrons que l'action collective pose des problèmes qui ne peuvent pas toujours être résolus par le marché, et que le rôle de l'économiste est aussi de prescrire des solutions plus respectueuses de l'intérêt général.

Pourquoi est-il aussi difficile d'agir ensemble ?

1: Le passager clandestin

Le réchauffement climatique est une réalité que plus personne ne nie. Il semble aussi que plus personne ne s'en soucie. La politique climatique a disparu des agendas et des priorités, alors même que la concentration en gaz carbonique de l'atmosphère vient de franchir le seuil de 400 parties par million, une concentration que la Terre n'avait pas connue depuis trois millions d'années. À titre de comparaison, l'espèce Homo Sapiens n'est apparue qu'il y a deux cent mille ans. On rentre donc dans un territoire inconnu, mais les prévisions faites par les spécialistes sont peu rassurantes: élévation du niveau des océans, désertification des terres, risques de pénurie alimentaire et de bouleversements sociaux. Ces prévisions n'émanent pas de prophètes solitaires autodésignés, mais d'institutions internationales créées à cet effet par les gouvernements pour évaluer le risque, et regroupant des milliers de scientifiques travaillant de concert avec tous les moyens de la science moderne. Il y a donc de quoi s'inquiéter: pourquoi ne fait-on rien ? Pourquoi le protocole de Kyoto meurt-il de sa belle mort, avec le marché du carbone ?

C'est que chacun attend que ce soit le voisin qui fasse les efforts: les États-Unis veulent que ce soit la Chine, et la Chine veut que ce soit les États-Unis. Le climat est ce que les économistes appellent un bien public: tout le monde en profite, les pollueurs comme les nettoyeurs. Le soleil luit pour tout le monde, pour les bons comme pour les méchants. Si la Chine réduit ses émissions, le climat s'améliorera pour tout le monde, y compris les États-Unis, qui tireraient donc les bénéfices des efforts faits par la Chine sans y avoir contribué, comme un passager clandestin profite du voyage sans en payer le coût. Cette possibilité de voyager sans payer est universelle dans la vie sociale, et la politique climatique n'en est qu'un exemple parmi de nombreux autres. L'économiste américain Mancur Olson y voit même l'obstacle caché qui paralyse l'action collective, et permet à des minorités agissantes de prendre le pas sur des majorités inorganisées. C'est ce qu'il appelle le paradoxe de l'action collective: être trop nombreux peut s'avérer nuisible !

Pour bien comprendre ce paradoxe, nous allons en construire un modèle mathématique, qui le séparera des différents contextes où il peut se présenter, et l'isolera dans sa forme la plus pure, comme un chimiste extrait un corps simple d'un composé ou d'un mélange. Imaginons donc un groupe assez nombreux, disons 1000 personnes, qui doit entreprendre une certaine tâche. Le succès de celle-ci sera proportionnel au nombre de personnes qui y participent, mais le bénéfice éventuel sera réparti entre tous les membres du groupe, qu'ils aient ou non participé à l'action collective. Pour quantifier cette intuition, nous allons évaluer bénéfices et efforts dans une même unité, disons l'Euro. Participer à l'effort collectif coûte l'équivalent de 100 Euros, payés immédiatement par le participant et par lui seul. Si N personnes participent, l'action entreprise se traduit par un gain de $1000 \times N$ Euros, à répartir entre tous les membres du groupe.

L'affaire semble claire: si tout le monde participe, il y aura autant de participants que de membres du groupe, soit $N = 1000$, et le gain pour le groupe sera de un million, à répartir entre 1000 personnes, soit 1 000 Euros pour chacun. Compte tenu de l'investissement initial de 100 Euros, cela laisse à chacun un coquet bénéfice de 900 Euros. Il n'y a rien à perdre et beaucoup à gagner, on s'attend donc à ce que la tâche soit accomplie dans l'enthousiasme général. Mais c'est compter sans ces traits trop humains que sont la prudence et la ruse. Ceux qui sont optimistes se disent: "C'est clair que tout le monde va marcher, le million d'Euros est donc assuré. Mais on n'a donc pas besoin de moi ! Je vais économiser mes 100 Euros, le gain total sera de 999 000, puisqu'il n'y aura plus 1000 participants mais 999, et je

toucherai 999 Euros. Cela vaut mieux que de participer et de toucher 900 Euros !” Ceux qui sont pessimistes se disent: “Attention, on risque de ne pas être nombreux. Si on est moins de 100 à participer, le gain total sera inférieur à 100 000, à répartir entre 1000 personnes, soit moins de 100 Euros par personne: je ne peux que perdre à participer”. Remarquons qu'au fond, optimistes et pessimistes font la même constatation: quel que soit le résultat, que l'action collective réussisse ou pas, on gagne plus à ne pas participer qu'à participer ! Tous ces gens intelligents agissent donc au mieux de leur intérêt propre, et décident de ne pas participer. Le résultat c'est que personne ne participe, $N = 0$, la tâche collective n'est pas entreprise, et voilà comment 1000 personnes ratent une occasion de gagner 900 Euros chacune. C'est ce qu'on appelle, dans la littérature économique, le paradoxe d'Olson.

Le lecteur objectera peut-être qu'en ce bas monde, il n'y a pas que des gens intéressés, il reste quelques âmes d'élite, soucieuses du bien public, et prêtes à donner l'exemple. La force du paradoxe d'Olson est qu'il agit même sur ces gens-là! Imaginons que, pour des raisons morales, je me refuse à jouer les passagers clandestins, et que je sois décidé à payer ma juste quote-part de l'effort qui sera entrepris. Mais le problème, ce n'est pas moi, c'est les autres: qui me dit que, si je donne mes 100 Euros, les autres en feront autant ? Certes, ils ne tarissent pas de bonnes paroles, et ne tarissent pas de promesses, mais le moment venu, feront-ils l'effort nécessaire ? S'ils ne le font pas, ou s'il y en a trop peu qui le font, mon effort personnel n'aura servi à rien. Mes bonnes intentions ne suffisent pas, il faut encore que j'ai confiance dans celles des autres: si cette confiance est absente, ou insuffisante, je m'abstiendrai de crainte que les autres ne s'abstiennent. C'est bien ce qui se passe pour la politique climatique: chaque nation fait état de sa bonne foi, et tire argument de la supposée mauvaise foi des autres pour décider qu'à lui seul il ne peut changer le cours des choses, et qu'il est donc vain de faire des efforts tout seul.

Le paradoxe d'Olson est d'autant plus efficace que les groupes sont nombreux. Dans le cas précédent, l'abstention d'un seul membre coûte 1000 Euros à la collectivité, à répartir entre tous, donc 1 Euro à lui-même, ce qui est négligeable. Si on réduit le nombre de membres à 100, le coût personnel de l'abstention passe à 10 Euros, puis à 100 si on descend à 10 membres, chiffres qui deviennent significatifs au regard d'un gain potentiel qui reste inchangé, 1000 Euros par personne. En d'autres termes, chacun recueille une partie des fruits de son travail, et cette partie diminue avec la taille du groupe: 10% pour 10 membres, 1% pour 100 membres, 0,1% pour 1000 membres. Il est clair que si vous ne recueillez que 0,1% des fruits de votre effort, la tentation est grande de ne rien faire. Les petits groupes ont d'autres avantages: les membres se connaissent, et peuvent se surveiller les uns les autres, vérifier notamment que les promesses sont tenues. Pour des collectivités très grandes, par contre, personne ne connaît personne, et la pression sociale est très faible. C'est pour cela que les intérêts particuliers sont toujours défendus plus efficacement que l'intérêt général. En matière d'impôts, par exemple, il sera toujours plus facile de taxer quelques millions de particuliers que quelques grandes compagnies pétrolières. Pour les premiers, participer à une action collective, une manifestation par exemple, a un coût personnel élevé (une journée perdue) et influe peu sur le résultat (ce n'est pas une personne de moins à la manif qui fera la différence); qui d'ailleurs se chargerait d'organiser une telle action? Les secondes, par contre, peu nombreuses, se connaissent parfaitement, et chacune d'elles sait bien que si elle ne participe pas au lobbying elle se met au ban du groupe, et donne un prétexte au gouvernement pour ne pas céder. Les bénéfiques escomptés d'une réduction d'impôts constituent une motivation supplémentaire: quelques centaines d'euros dans le premier cas, quelques centaines de millions dans le second.

Quand il s'agit de grands groupes, il ne suffit pas qu'une action soit bénéfique pour qu'elle soit entreprise: si l'on veut surmonter le paradoxe d'Olson, il faut mettre en oeuvre des moyens spécifiques. Dans notre modèle, par exemple, tous les membres du groupe auraient avantage à être contraints à payer les 100 Euros: comme tout le monde participerait, le gain pour chacun serait de 999 Euros. C'est

la raison d'être de la fiscalité. Si on ne comptait que sur les contributions volontaires des citoyens, on ne pourrait pas financer les biens publics, comme la justice, l'éducation, la défense ou les infrastructures. Si la rue est éclairée, on ne peut pas m'empêcher d'y voir la nuit, que j'ai contribué à l'installation ou pas. C'est pourquoi j'ai toujours intérêt à dire que je n'en veux pas, ou du moins que je n'y tiens pas tellement, de manière à contribuer le moins possible, bien en-deça de ce que serais en réalité disposé à payer. L'état ne peut donc pas compter sur les déclarations d'intention des citoyens pour évaluer l'utilité des biens publics, ni sur leurs contributions volontaires pour les financer. Il est donc fondé à avoir ses propres experts et à mettre en place une fiscalité obligatoire. Évidemment, à suspecter ainsi les citoyens, on tombe rapidement dans le travers opposé, qui consiste à les ignorer complètement. Déjà Tocqueville remarquait que l'administration de l'Ancien Régime considérait qu'elle savait mieux que ses administrés ce qui était bon pour eux, et la situation ne s'est pas arrangée depuis, comme en témoignent les politiques d'austérité mises en oeuvre en Europe, contre la volonté des citoyens.

L'état peut contraindre. Suivant la formule consacrée, il a le monopole de la violence légitime: il peut prendre aux citoyens leur argent, leur liberté et même leur vie. Il a une police qui traque ceux qui ne respectent pas les lois, des juges qui les mettent à l'amende et les envoient en prison. Pour les autres organisations, qui ne disposent pas de ces moyens de coercition, mais qui n'en sont pas moins sujettes au paradoxe d'Olson, il est beaucoup moins simple de s'en sortir. Les syndicats, par exemple, sont frappés de plein fouet: s'ils obtiennent de meilleures conditions de travail ou des hausses de salaire, tout les employés en profiteront, qu'ils soient syndiqués ou non. S'il y a une grève, les non-grévistes en recueilleront les fruits sans avoir pris les risques. C'est pour cette raison qu'a existé aux États-Unis et en Grande-Bretagne le "closed shop", système suivant lequel on ne pouvait embaucher que des salariés syndiqués: le paradoxe d'Olson disparaissait, puisqu'il n'y avait plus les non-syndiqués comme passagers clandestins. Le closed shop a été interdit aux États-Unis en 1947, et démantelé en Grande-Bretagne par Margaret Thatcher, ce qui explique en grande partie la perte d'influence des syndicats dans ces deux pays. Faute de cela, les syndicats cherchent d'autres manières de tourner le paradoxe d'Olson. Par exemple, ils réservent à leur membres un certain nombre d'avantages: informations sur leurs droits, contacts avec les représentants du personnel dans les diverses instances de l'entreprise, billets de spectacles et vacances collectives à prix réduits, coopératives d'achat. On peut d'ailleurs noter que le paradoxe d'Olson ne s'arrête pas à la porte du syndicat: bien des membres se contentent de payer leur cotisation, et laissent à d'autres les tâches collectives, ne serait-ce que de distribuer les tracts ou de participer aux réunions. On reproduit alors à l'échelle du syndicat les problèmes de la démocratie, que doit se frayer un chemin entre une base n'arrivant pas à s'exprimer, et une direction encline à prendre les décisions d'elle-même.

2: Transports urbains.

Passons maintenant à un problème en apparence complètement différent: l'organisation des transports dans une ville. Il s'agit de comparer l'effet comparé sur les automobilistes de l'ouverture d'une ligne de bus et d'une ligne de métro. Comme d'habitude, nous allons construire un petit modèle pour étayer notre réflexion, que nous pourrions nourrir par la suite. Dans cette première étape, nous allons nous focaliser sur la durée du transport, en négligeant tous les autres éléments, et notamment son coût. Le graphique suivant indique le temps nécessaire pour aller en voiture d'un point A à un point B en fonction du nombre de voitures qui prennent la route. On obtient une courbe G, dont chaque point associe un temps (mesuré sur l'axe vertical) à un nombre (sur l'axe horizontal):

Figure 3

On voit que s'il n'y a personne, on met une demi-heure, et que si toutes les voitures sont sur la route, il faut deux heures. Comme il n'y a pas d'alternative, tout le monde prend sa voiture, et tout le monde met deux heures. Le conseil municipal considère que la situation est inacceptable, et met en place un service de bus. Au bout de quelque temps il s'aperçoit que c'est plutôt pire qu'avant: les gens continuent à prendre leur voiture, le trafic est plus dense à cause des bus, mais ils roulent à vide ! Pourquoi ? Le diagramme suivant va nous l'expliquer.

Figure 4

La courbe K représente le temps nécessaire aux bus pour relier A à B, en fonction du nombre de voitures qui prennent la route. Disons que dans toutes les circonstances le bus met plus de temps que la voiture: si la route n'est pas encombrée, le trajet prend 50 minutes, mais si toutes les voitures sont de sortie, il prend 2 H 20. Le conseil municipal escomptait que tout le monde prendrait le bus, laissant sa voiture au garage, et que les bus rouleraient donc sur une route dégagée: chacun mettrait 50 minutes pour aller de A à B, au lieu de 2H précédemment ! C'est ce qui s'est passé le premier jour. Mais dès le lendemain quelques petits malins ont pris leur voiture pour gagner du temps, et sont arrivés 20 minutes plus tôt. Cela a donné des idées à d'autres, qui ont pris leur voiture aussi, encombrant la route davantage: les bus ont mis plus de temps, les voitures aussi, mais elles sont quand même arrivées les premières. De fil en aiguille, les gens se sont aperçus que l'on avait toujours intérêt à prendre la voiture, avec le résultat que tout le monde a pris sa voiture, et ils se sont tous retrouvés au volant, dans les bouchons, à mettre deux heures pour aller de A à B, roulant à côté de bus vides, et à l'arrivée ils se félicitent de ne pas avoir pris le bus, car ils auraient mis 20 minutes de plus ! Voilà une situation qui ressemble fort au paradoxe d'Olson: un groupe de personnes qui choisissent librement de mettre deux heures pour aller à leur travail, alors qu'ils pourraient ne mettre que 50 minutes, Il y aurait avantage à les contraindre de prendre le bus, mais le conseil municipal n'en a pas le pouvoir. Finalement, créer la ligne de bus n'aura servi à rien.

Comparons cela à ce qui se serait passé si on avait construit à la place une ligne de métro. Le métro, lui, est insensible à la congestion sur la route: disons qu'il met 50 minutes pour aller de A en B. En dessinant sur le même graphique la durée du trajet en métro (représentée par une horizontale H) et en voiture (la courbe G de tout à l'heure), on obtient la figure suivante:

Figure 5

Le point d'intersection de G et de D fournit la réponse à la question. Il donne le nombre n d'automobilistes qui sont sur la route quand le temps de trajet de 50 minutes. On peut prédire que, si l'on met en service la ligne de métro, il y aura exactement n personnes qui prendront leur voiture, que les autres la laisseront au garage et prendront le métro, et que tout le monde mettra 50 minutes pour aller de A à B.

Pourquoi cela ? Eh bien, partons d'une situation quelconque, imaginons par exemple que le jour où l'on ouvre la ligne, tout le monde prend sa voiture. Tout le monde met deux heures, et le soir quelques-uns se disent qu'ils iraient plus vite en métro. Le lendemain, il y a moins de monde sur la route, on est passé de N (nombre total d'automobilistes) à $N' < N$, les voitures vont plus vite, mais le temps de parcours reste plus long qu'en métro. Le lendemain, les premiers usagers reviennent, car ils ont gagné du temps, et de nouveaux se joignent à eux, les voitures vont encore plus vite, mais le processus continuera jusqu'à ce que les trajets en voiture et en métro soient équilibrés, ce qui correspond au point

d'intersection de H et de G, avec n personnes sur la route. A ce moment, tout le monde met 50 minutes, qu'il prenne le métro ou la voiture, et la situation est stabilisée. Aucun automobiliste n'a intérêt à prendre le métro: comme sa voiture n'encombre plus la route, les autres iront plus vite, et mettront (un peu) moins de 50 minutes, alors que le métro mettra 50 minutes comme devant. Aucun usager du métro n'a intérêt à prendre sa voiture: elle augmentera la congestion générale, et le trajet prendra donc (un peu) plus de temps.

Ainsi, le métro présente un grand avantage sur le bus: il n'est pas ralenti par les encombrements. Dans la vraie vie, où les gens partent à des heures différentes, peuvent prendre des itinéraires différents, et où les coûts jouent un rôle prépondérant (coûts financiers bien sûr, mais aussi coût en temps, il faut pouvoir aller à la station de métro, il faut pouvoir garer la voiture quand on arrive à son travail), la situation est plus complexe, mais cet avantage subsiste. Mais construire une ligne de métro revient très cher, et n'est pas toujours possible. C'est pourquoi on voit les municipalités tenter par tous les moyens d'en recréer les avantages en adaptant les transports existants: couloirs réservés pour les bus, qui les isolent du trafic, ou mieux encore création de lignes de tramway.

3.L'équilibre de Nash.

Qu'y a-t-il de commun entre les trois situations que nous avons décrites ? La réponse est due à John Nash, le génial mathématicien, dont la vie a fait l'objet du livre "A beautiful mind" (Sylvia Nasar), porté à l'écran en 2001. Dans un article de deux pages, publié en 1950, qui lui valut le prix Nobel d'économie 44 ans après, Nash définit les "équilibres" qui portent désormais son nom. Un équilibre de Nash est un contrat que chacun des signataires a intérêt à respecter si tous les autres le font: les déviations unilatérales sont automatiquement pénalisées.

Voyons par exemple le paradoxe d'Olson. Le contrat "personne ne participe" est un équilibre: si je sais que les autres ne contribueront pas, je serais bien sot de contribuer moi-même. En effet, si je suis tout seul à verser 100 Euros, l'action collective rapportera 1 000 Euros, à partager entre 1000 personnes, donc 1 Euro pour moi, soit au total une perte de 99 Euros. Le contrat "tout le monde participe", comme nous l'avons vu, est beaucoup plus avantageux, parce qu'il me rapporterait 900 Euros, mais ce n'est pas un équilibre de Nash, parce que si je romps le contrat unilatéralement, je toucherai davantage, soit 999 Euros. Passons aux transports urbains. Dans le cas des bus, l'équilibre de Nash consiste à ce que tout le monde prenne la voiture: si quelqu'un prenait le bus, il roulerait encore moins vite. Pour le métro, l'équilibre de Nash consiste, comme nous l'avons vu, à ce que n personnes prennent la voiture et les autres le métro, le nombre n étant choisi de telle sorte que les voitures et métro roulent à la même vitesse. Comme nous le voyons sur ces exemples, le contrat passé entre les acteurs est en général implicite: personne ne force les utilisateurs à prendre le métro ou la voiture, chacun d'eux cherche à tirer son épingle du jeu le mieux possible, et le résultat est aussi inéluctable qu'une loi physique: on sait exactement combien ils seront à prendre la voiture.

La vie sociale est faite d'une multitude de contrats, implicites ou explicites. Ceux qui sont des équilibres de Nash sont les plus faciles à respecter: dans les pays où la conduite est à droite, personne dans son bon sens ne se risquerait à rouler à gauche, de crainte d'y laisser sa peau. Le principe de base de l'économie moderne est qu'une collectivité, en l'absence de réglementation contraire imposée par l'état et soutenue par une police, s'établit naturellement sur un équilibre de Nash. C'est mieux qu'un simple modèle mathématique, c'est une clef qui permet de comprendre nos sociétés modernes, et en particulier leur activité économique. J'espère avoir suffisamment suscité l'intérêt du lecteur pour qu'il souhaite s'en servir.

