

DISCOURS PRONONCE PAR LE PROFESSEUR RAMON MARGALEF A L'OCCASION DE LA REMISE DE SON DOCTORAT D'HONNEUR

Québec Décembre 1987

Monsieur le Recteur, autorités académiques, chers collègues, Mesdames et Messieurs; mes premiers mots doivent être pour exprimer ma reconnaissance pour la générosité de l'Université Laval qui m'a accepté à titre honorifique parmi ses Docteurs. Je n'en suis très fier, mais je dois signaler que ce n'est pas un bienfait isolé. Depuis de longues années, et en des occasions diverses, j'ai profité du bienveillant accueil de cette Université, et dans ses facultés je compte de bons amis dont la cordialité et l'appui sont à l'origine de la distinction qui m'est conférée aujourd'hui. Merci à tous.

Lors d'une occasion comme celle-ci, on espère habituellement d'un vieil universitaire la répétition de quelques lieux communs habituellement nostalgiques et relevant d'une philosophie vaguement inoffensive. Ce serait facile à faire, puisque je m'occupe d'Écologie, un domaine dans lequel on peut toujours blâmer la science et la technologie – un exercice devenu assez populaire aujourd'hui, même dans les universités – et les présents méfaits de notre civilisation et louer la raison des temps passés. Je pourrais aussi louer d'autres cultures qui conservent tant bien que mal la sagesse des temps passés et qui subissent notre menace culturelle. Je ne ferais pas exactement ceci: je ne me suis jamais identifié avec les écologistes larmoyants ou perpétuellement indignés. Les raisons pour une telle attitude existent, bien sûr, mais j'estime que la réaction doit être plus raisonnable.

Je vais m'exprimer en naturaliste qui se trouve bien dans la nature et qui voit l'homme comme une partie de cette nature. Si vous voulez un optimiste, malgré que, en ce qui concerne les questions pratiques de l'écologie, je me qualifierais plutôt de pessimiste actif. J'accepte aussi volontiers l'importance d'une retombée culturelle de la science stricte, qui pourrait aider à soulager nos inquiétudes devant les "grandes questions". L'évolution nous montre l'homme comme étant en continuité génétique avec la vie en général, et non pas comme un monstre surajouté: l'écologie nous fait voir l'homme comme étant relié fonctionnellement au reste de la biosphère et non pas comme un interlocuteur négociant avec la nature autour d'une table, image fautive évoquée par le traitement habituel que l'on accorde aux problèmes écologiques. Bien sûr, les grands mystères demeurent. Une petite partie d'un grand système, roseau pensant si vous voulez, mais roseau tout de même, ne peut comprendre le système en entier. Et puis, n'importe quel système, même un écosystème, admet, comme on dit maintenant, plusieurs "lectures" différentes. La mienne s'est développée au hasard de

mes travaux et de ma vie.

Toutes les sciences partent de l'homme et, d'une façon ou d'une autre, reviennent à l'homme. Dans le cas des sciences dites dures ("hard science"), on a plus confiance dans les constructions de la science, peut être seulement parce que leurs rapports avec l'homme sont relativement moins importants ou plus difficile à personnaliser, ou à préciser. Ce serait le cas des mathématiques ou de l'astronomie. Les sciences dites molles ("soft science") ont des rapports si grands avec l'homme (sociologie, psychologie, etc.), et l'homme est si compliqué, que des doutes s'accumulent au sujet des possibilités de succès de l'entreprise. En écologie on est dans une situation intermédiaire malgré que l'importance de l'homme augmente toujours avec le temps dans notre civilisation "technifiée". On ne peut pas faire de l'écologie sans compter avec l'homme comme un facteur important. Dans ces conditions il me semble qu'on doit s'attendre aussi à une contribution particulièrement importante des circonstances (de l'activité?) humaines au développement scientifique de l'écologie générale. L'homme est, bien sûr, seulement un autre constituant de la biosphère, mais il est aussi un organisme qui a des propriétés particulières, spécialement par sa capacité de manipulation de l'information, aussi bien que de l'espace et de l'énergie, trois entités inexplicablement trop délaissées dans la forme courante de l'écologie théorique. C'est pourquoi considérer l'homme peut aider à la compréhension des concepts d'une ampleur suffisante. Il est juste que l'on se préoccupe des pluies acides et des diverses pollutions, mais je ne veux pas cacher mon opinion: l'enjeu de notre futur concerne d'avantage d'autres aspects de l'écologie: parmi les quels la mobilisation et le contrôle par l'homme de fractions croissantes d'énergie qui ont des influences sur l'organisation de l'espace et, ce qui est plus préoccupant, sur l'organisation des rapports entre les êtres humains. Pour moi ce type de questions devrait être prioritaire, y répondre de façon adéquate demande un renouvellement profond de la science écologique.

Différentes préoccupations de nature écologiques se sont successivement développées au cours de l'histoire. La plus ancienne concerne l'exploitation, voir l'épuisement des ressources, on y trouve les justifications pour une écologie de la production primaire et l'étude des transferts de matière et d'énergie. Plus récemment les pollutions, en tant que "maladie du transport", posent des questions au sujet des cycles biogéochimiques. Eventuellement, l'accessibilité à une "énergie externe" (fertilisants, irrigation, pour la production: retour ou altération profonde des déchets pour les pollutions) et sa manipulation, permet une solution temporaire aux problèmes, mais l'énergie elle même crée de nouveaux problèmes. Je me risquerai à avancer que dans le futur on placera autour des années 70 le passage d'une problématique écologique humaine fondée sur les ressources, et la pollution, à une autre axée carrément sur l'énergie externe ou exosomatique. Cette énergie est celle

qui circule en dehors de la voie biochimique de la production primaire biologique, mais qui la soutient et fait notre planète habitable. Aujourd'hui, on use ou contrôle, en moyenne, à peu près 12 fois plus d'énergie (quelques 1500 W) dans la cuisine, l'illumination, la climatisation, le transport, les communications en général, construction, etc. que l'énergie contenue dans les aliments indispensables (environ 130 W), et le rapport augmente constamment. L'énergie exosomatique et l'énergie endosomatique sont du même ordre chez les populations qui vivent plus près de la nature (un peu de bois pour cuisiner), mais est plus d'une centaine de fois plus élevée dans les pays plus développés. La consommation de cette énergie exosomatique a la propriété fâcheuse de se multiplier d'elle-même en accroissant ainsi les inégalités. Par contre la variabilité de l'énergie endosomatique est mieux restreinte entre la faim et les maladies de l'excès.

Tout ceci ouvre les yeux et prépare l'esprit pour reconnaître l'énergie externe qui réalise un travail décisif dans les écosystèmes: dans les mouvements des eaux qui replacent les éléments nutritifs dans les couches superficielles illuminées, dans l'énergie associée à la pluie, dans l'érosion qui libère les éléments chimiques des roches, et dans l'évapotranspiration dans les écosystèmes continentaux. L'énergie externe qui soutient directement la production primaire est au moins entre 30 et 50 fois l'énergie de la photosynthèse. L'énergie qui fait marcher directement la biosphère est seulement un millième de l'énergie électromagnétique que le soleil nous envoie: voilà donc qu'une partie considérable du reste? est aussi directement impliquée. Les récifs coralliens, la structure de la forêt, conditionnent la production de travail par l'énergie externe disponible dont bénéficient les organismes: au même titre que les multiples artefacts qui forment une extension exosomatique de l'humanité. Ces artefacts, dirigent en commutateurs et multiplicateurs, des circuits d'énergie toujours plus vastes. Le travail physique de l'ouvrier qui mène une pelle mécanique s'amplifie à travers l'énergie du pétrole, de même si on construit un barrage en changeant le cours d'un fleuve on amplifie, à un autre niveau, les flux énergétiques à la surface de la terre. L'édification d'un vaste réseau de contrôle comporte un danger certain, à travers les risques de multiplication d'un effort anonyme. On en est là. L'exemple qu'on aimerait ne pas avoir présent à l'esprit est la menace d'une guerre nucléaire. Combien d'étapes d'amplification? Quelle amplification à chaque étape?

Tandis que l'énergie interne organise les écosystèmes selon l'axe vertical, défini par la lumière et la gravité, une grande fraction de l'énergie externe est efficace dans le transport et contribue à la différenciation horizontale; du paysage aux taches de plancton. Plus l'énergie est grande plus les mailles ou les cellules de structure le sont aussi, et, dans le cas de l'homme, plus la migration est rapide vers les régions déjà plus peuplées. Il est instructif de comparer des photos aériennes de diverses régions à différents degrés de développement, ou à différentes disponibilités d'énergie. Les grandes villes deviennent des centres de culture, mais aussi les bases du pouvoir

politique, ce qui les laisse croître jusqu'à des dimensions irrationnelles. Les systèmes naturels montrent également une corrélation entre l'énergie externe dont ils disposent et la dimension moyenne des structures horizontales équivalentes et répétées. Le conflit potentiel s'exprime bien dans la paire de slogans: "small is beautiful" et "big is powerful". Bien sûr la mobilité sur l'horizontale des populations humaines, basée sur la disponibilité d'énergie, intensifie les échanges culturels et peut créer des cultures généralisées, auxquelles ne participent pas les couches sociales les moins riches, ou les cultures locales qui sont excessivement appréciées, au titre de pièces de musée, par ceux qui ont accès à une culture plus généralisées.

La disponibilité d'énergie externe, pour l'hygiène, l'assistance médicale, etc. a permis d'allonger la durée moyenne de la vie individuelle, qui est le seul descripteur de la qualité de la vie qui soit généralement accepté. Mais le rapport suit la loi des rendements décroissants et la conséquence en est que l'on meurt chaque fois plus de maladies chères. Après la loterie initiale, qui comporta d'être accepté dans le monde, toutes les ressources se mettent en jeu pour maintenir l'individu vivant. Le coût de ces ressources (transplant d'organes, etc.) aurait un résultat démographique plus positif s'il était appliqué à d'autres populations humaines moins favorisées. L'écologiste ne s'étonne pas de cette tendance très "biologique", peut-on dire, à conserver une information particularisée, culturelle, tendant implicitement à la complexification de toute la nature vivante et basée sur la manipulation de l'information. Aussi naturel que ce soit, on doit reconnaître les nouveaux problèmes créés par cette situation. La prolongation de la vie individuelle peut se comparer à une autre durée bien plus persistente dans les populations humaines: le temps moyen de génération, ou l'âge autour duquel les femmes ont des enfants. Le rapport est passé de un, comme chez tout bon mammifère, à près de trois (72:28), générant des pressions sociales par la superposition des âges, et la perte de la fonction sociale des vieux, devenus trop nombreux.

Les limites à la croissance qui, bien sûr, existent, semblent maintenant dépendre des caractéristiques de l'énergie externe. On préfère toujours l'énergie "concentrée" ou de plus haute qualité, comme l'est l'énergie de la radiation solaire captée au moyen d'éléments photovoltaïques, ou l'énergie atomique, qui comporte de nombreux problèmes, et qui probablement n'a pas fait de grands progrès parce que le prix des combustibles fossiles n'a pas augmenté suffisamment. Les énergies de basse qualité (vent, différences thermiques dans les couches océaniques) demandent des machines trop grandes pour en tirer profit. L'élimination des pertes d'énergie, ainsi que l'emploi des supraconducteurs peut être équivalente à l'adoption de nouvelles sources d'énergie. Mais nous nous approchons certainement d'une limite supérieure: ou mieux, de la perception de ces limites, ce qui n'est pas la même chose. Bien qu'il ne fut croissance indéfinie est impossible. En conséquence l'écologie a substitué à l'expression de croissance exponentielle qui se perdrait vers l'infini, une courbe

sigmoïdale qui rejoint une asymptote (Verhulst). Mais la limite supérieure de cette courbe est virtuelle et déterminée par le déclenchement d'un "feedback" ou rétroaction. : elle n'existe que dans le futur et ne peut agir seule, c'est un concept qui ne devrait pas avoir sa place dans la science. Les choses se passent comme si la perception avant l'heure de la limite freinait la croissance. Mais comment se fait cette perception? Dans des populations d'organismes divers il peut s'agir de l'accumulation de substances spécifiques qui peu à peu ralentissent la multiplication. Chez l'homme une perception culturelle peut diminuer la natalité. On se trouve sur le terrain où on passe des causes et effets simples de ce qui est, à une considération de ce qui doit ou qui devrait être: un saut fort risqué entre les sciences de la nature et les sciences humaines, ou plutôt, l'éthique.

Les niveaux de référence, l'idéal, l'utopie, une quelconque référence éthique, sont comme la vue de la lune qui règle et synchronise le comportement de certaines espèces. Ils ne sont efficaces que s'ils sont partagés, et si la participation des sujets a un caractère dynamique. Les droits humains n'existent pas, si ce n'est dans la mesure où on désire en faire des règles de jeu à acceptation généralisée. Les droits à un environnement adéquat, dont on parle souvent, n'existent pas non plus s'il n'y a pas un effort conscient vers l'unification – pour le mieux – du niveau qui doit servir de référence pour un feedback généralisé. Est-ce possible si cela n'est pas associé à des cultures expansives? Tout espoir est aujourd'hui malheureusement une illusion: en fait les modèles les plus récents, du type "Club de Rome", divisent et étudient le monde en régions diverses.

La tâche est pressante de faire que l'usage et le contrôle de l'énergie externe soit mieux réparti pour l'humanité entière. Si le taux de croissance instantané d'une population est a , et le taux de croissance de l'usage d'énergie externe per capita est f , le taux total d'augmentation de l'emploi de l'énergie est $a + f$. Aujourd'hui, dans les pays développés, cette somme est légèrement plus élevée que pour les pays "en voie de développement", selon le délicat euphémisme usuel. Mais f est bien plus grand que a dans les premiers, et le rapport inverse s'observe dans les seconds. La situation souhaitable serait une croissance zéro ($a + f$ égal à zéro), mais on devrait y arriver en suivant une trajectoire qui comporte une croissance temporaire de f dans les pays en développement, et, éventuellement, une croissance temporaire de a dans les pays développés dont la population est en diminution.

Rien moins que cela serait désirable, comme il serait désirable d'arrêter la destruction accélérée des caractéristiques préhumaines de la biosphère. Mais la différenciation – qu'on perçoit comme une injustice – et les tensions sont inhérentes au fonctionnement des systèmes. On ne peut prétendre que la terre, avec l'homme, soit comme elle pourrait être sans lui. Le comportement de l'homme dans la biosphère est cohérent avec une écologie évolutive, même si on souhaiterait réfléchir davantage

at aller moins vite.

On est probablement au seuil d'une nouvelle étape dans l'histoire de la problématique entre l'homme et son milieu dans laquelle on espère que la biotechnologie mettra en valeur la diversité de la nature et son message, pour ceux qui veulent l'écouter. Malheureusement il existe une coïncidence entre les organismes utiles à l'homme et ceux qui résistent aux changements qu'il introduit, si bien que les extinctions continueront prévisiblement au rythme de milliers d'espèces par an.

Il est possible de se demander l'utilité de l'écologie générale et humanisée que je prêche, comme supplément à l'attaque directe des problèmes concrets (les pluies acides...). Dans un cadre très large, ce qui peut être prédit est peu important et ce qui, dans l'opinion de la société, est plus important ne peut être prédit. Puisque les écosystèmes sont forcés par des impacts discontinus et aléatoires venant de l'extérieur à chaque niveau (volcans, crues, tremblements de terre, glaciations, fluctuations climatiques et passage des saisons), pour les quels on peut seulement dire que les plus fréquents sont les moins perturbateurs. Mais la vie est capable d'internaliser de façon progressive des impacts qui auparavant étaient destructeurs, non seulement dans l'évolution biologique mais aussi dans la culture, sur la base de l'information et de la manipulation de l'énergie. La technologie rend habitable des contrées qui pourraient être tenue pour inhospitalière. Évidemment on arrive à une nouvelle formulation du concept de risque. On espère aussi la mise en valeur d'une "écologie de la perturbation", appuyée sur l'analyse des conséquences des nombreuses interventions humaines. Tout ceci à l'air d'être bien peu de chose, regardé d'un point de vue utilitaire. Je suis cependant convaincu que le développement d'approches nouvelles, dans un sens ne coïncidant pas exactement avec ce que l'on appelle couramment la science de l'environnement, devrait nous apporter un gain de compréhension et de compassion, de pénétration dans la nature et de bonhomie, de ce qu'autrefois on appelait volontiers la sagesse.

Cette sagesse qui trop souvent semble s'envoler de nos universités, prises par la poursuite d'objectifs techniques et limités, de la même façon que l'esprit de Noël – ou son équivalent propre à nos temps – s'envole de nos jours trop commercialisés. À ce sujet avez-vous remarqué les monstres chaque année plus affreux, que l'on offre ces jours-ci à nos petits? Un moment j'ai eu l'espoir que l'on aurait pu profiter de la vague d'antiaméricanisme pour se débarrasser de la ménagerie antiécologique de Walt Disney, mais une ménagerie bien pire s'y est ajoutée avec vengeance, sans protestation, ni des Verts ni des enseignants, habituellement si soucieux de pédagogie. Pensez que dans les grandes villes il y a des enfants ayant un contact minimum avec la nature, qui ignorent tout des fleurs et des papillons. Il faudrait, il me semble soigner l'âge tendre et sa perception du monde; que les enfants apprennent à lire dans la nature puisque ce sont eux qui devront bâtir – ainsi que bien d'autres choses on

l'espere – l'écologie de demain.