

COLLECTION

*Mémoires des Suds*

# Penser les énergies depuis les Suds

Une anthologie de textes de

**Amulya K. N. Reddy** (1930-2006)



Sous la direction de Frédéric Caille

  
éditions science  
et bien commun

Penser les énergies depuis les Suds



# Penser les énergies depuis les Suds

*Une anthologie de textes d'Amulya K. N. Reddy  
(1930-2006)*

Sous la direction de Frédéric Caille



*Penser les énergies depuis les Suds de Frédéric Caille est sous une licence License Creative Commons Attribution - Partage dans les mêmes conditions 4.0 International, sauf indication contraire.*

Titre : Penser les énergies depuis les Suds : une anthologie de textes d'Amulya K. N. Reddy (1930-2006)

Sous la direction de Frédéric Caille

Design de la couverture : Kate McDonnell, portrait d'Amulya K. N. Reddy, DR.

Source: <https://www.downtoearth.org.in/news/amulya-k-n-reddy-a-sociallyresponsible-maverick-8010>

Traduction, édition et révision linguistique : Pénélope Mavoungou, Alexandre Prince, Érika Nimis et Frédéric Caille

Ce livre a été traduit et publié avec le soutien du laboratoire Triangle 'Action, discours, pensée politique et économique' (UMR 5206, Lyon, France).

ISBN pour l'impression : 978-2-925128-19-9

ISBN pour le ePub : 978-2-925128-17-5

ISBN pour le PDF : 978-2-925128-18-2

Dépôt légal – Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2022

Ce livre est publié sous licence Creative Commons CC BY-SA 4.0 et disponible en libre accès à <https://scienceetbiencommun.pressbooks.pub/anthologiereddy/>

Éditions science et bien commun

<http://editionscienceetbiencommun.org>

3-855 avenue Moncton

Québec (Québec) G1S 2Y4

Diffusion : [info@editionscienceetbiencommun.org](mailto:info@editionscienceetbiencommun.org)

# Table des matières

La bifurcation. Introduction et présentation <i>Frédéric Caille</i>	vii
Brève chronologie et références <i>Frédéric Caille</i>	xxi
Note sur la présente édition <i>Frédéric Caille</i>	xxix
1. La fabrication d'un scientifique soucieux de la société : réflexions personnelles d'un franc-tireur	1
2. Leçons tirées du projet de biogaz communautaire de Pura	41
3. La bénédiction des communs	67
4. Vues des Suds : une perspective générique sur les énergies renouvelables	81
5. À l'approche du 21e siècle : quelques réflexions personnelles sur les systèmes énergétiques	111
6. ASTRA : passé, présent et avenir	127
7. Technologie, développement et environnement. Une réévaluation	145
À propos des Éditions science et bien commun	207



# La bifurcation. Introduction et présentation

FRÉDÉRIC CAILLE

Amulya Kumar Narayana Reddy a 43 ans, en 1973, lorsqu'il connaît sa bifurcation. Engagé dans une carrière déjà brillante de chercheur et de professeur en électrochimie, il est revenu en Inde dans sa ville natale de Bangalore depuis six ans, soit la même durée, ou presque, que celle qu'il a passée en séjour postdoctoral aux États-Unis. Son manuel de référence, best-seller international de 1400 pages, *Modern Electrochemistry*, co-écrit cinq années durant avec le directeur du laboratoire de Philadelphie, J. O'M. Bockris, « *une agonie et une extase* » dira-t-il, lui ouvre une voie académique paisible et dégagée<sup>1</sup>.

La bifurcation d'A. K. N. Reddy n'est pas l'entrée dans une nouvelle foi, une nouvelle religion. Il s'agit du résultat d'un choix rationnel, d'une analyse froide et argumentée dont le scientifique qu'il est va s'efforcer, trente ans durant, d'établir le bien-fondé.

Le choix est rationnel sur les fins : avec Gandhi, notamment, Reddy réouvre les yeux sur son milieu d'origine et la réalité sociale des campagnes de l'Inde. Le renforcement de l'effort scientifique et technologique du pays, suivi du renforcement de l'industrialisation, n'a pas conduit à une baisse de la pauvreté, au contraire même. Le schéma occidental de développement importé, qui combine la maîtrise de hautes technologies fortement capitalistiques et la baisse du besoin de main-d'œuvre, conduit et conduira toujours à, selon une formule présente dès

1. Toutes les citations en italiques sont extraites des trois textes autobiographiques rédigés ou co-rédigés par Reddy (voir plus loin « Références » et la présentation du premier texte du présent ouvrage). Je remercie Bertrand Bocquet pour sa relecture d'une première version de ce texte et ses encouragements.



l'un de ses tout premiers textes, « *des îlots élitistes d'opulence au milieu d'un océan de pauvreté de masse* ». Cette prise de conscience, écrit-il bien plus tard, constitue un véritable « *personal 'break-through'* », une percée intime, une brisure à travers soi, un tournant de vie et d'être.

Le choix est rationnel également sur les moyens : avec Gandhi, toujours, Amulya K. N. Reddy fait sien le « *talisman* » laissé par ce dernier et, littéralement, il se remet en marche. « *Chaque fois que vous avez un doute, rappelez-vous le visage de la personne la plus pauvre que vous ayez vue, et demandez-vous si ce que vous envisagez va lui être utile* ». Pour le physicien A. K. N. Reddy, c'est toute la technoscience moderne, si conquérante dans les pays avancés, mais qui a fait si peu pour le travail et le bien-être quotidiens de milliards de personnes, qui se trouve ici interpellée. Le jeune électro-chimiste émerveillé sacrifiant sa vie de famille pour l'écriture de son grand manuel, dira-t-il plus tard, arrive au terme d'un processus, un choix d'avenir, dans lequel la familiarité critique acquise aux États-Unis avec les modes de financements compétitifs sur projets des laboratoires, ou le refus des propositions de grandes sociétés privées occidentales, tiendront toute leur place. Il ne s'agira jamais pour Reddy de renier les avancées des savoirs et sciences modernes, ni même bien entendu leur efficacité. Reddy s'efforcera simplement de travailler à d'autres procédures de recherches, plus ancrées dans les territoires des pays émergents. La reconnaissance scientifique internationale acquise, il est désormais membre de l'Institut Indien des Sciences, son urgence devient de réfléchir à d'autres protocoles, de contribuer à la mise au point de techniques adaptées aux campagnes, économes, respectueuses des personnes et de l'environnement, des techniques douces – des « *low-techs* » dirait-on aujourd'hui –, des « *technologies appropriées* » ou « *rurales* », plaidera-t-il inlassablement de son côté<sup>2</sup>.

2. Voir en particulier « Technologie, développement et environnement. Une réévaluation », texte traduit dans le présent ouvrage.

La bifurcation d'Amulya K. N. Reddy n'est pas seulement la sienne. Elle apparaît à nos yeux, à un demi-siècle de distance, comme la préfiguration et le modèle, à l'échelle d'un individu, de celle qui se présente désormais aux destinées de l'humanité tout entière. La sortie du chemin des énergies fossiles, faciles, inégalitaires et polluantes, la bifurcation vers un « *mix énergétique* » de sources primaires renouvelables, plus complexe, mais plus équitable et plus proche des utilisateurs modestes, est ce à quoi Amulya K. N. Reddy a consacré les trente dernières années de son existence<sup>3</sup>. En près de trois cents publications, deux expérimentations villageoises en Inde sur le long terme, de nombreuses rencontres et plusieurs séjours de recherche, en Afrique, aux États-Unis, dans des institutions et des universités internationales, l'électro-chimiste Reddy s'est effacé devant l'un des rares pionniers et experts de la planification énergétique de rang mondial issu d'un pays des Suds. Le seul, même, pour cette période, avec l'aventure plus vite interrompue des recherches et installations expérimentales du physicien nigérien Abdou Moumouni Dioffo<sup>4</sup>.

3. Reddy est l'un des premiers à utiliser et surtout penser explicitement la notion de « *mix énergétique* », aujourd'hui devenue courante plus de trente ans après ses travaux, y compris dans les écrits francophones, pour désigner l'utilisation planifiée et coordonnée de diverses énergies. Il s'agit d'un anglicisme puisque l'on devrait dire « *mélange énergétique* », expression à laquelle nous avons renoncé faute d'usages. Pour un exemple récent où le terme n'est même plus défini : Florence Carré, Karine Adam, Raymond Cointe et al., « Les leviers d'action pour un mix énergétique propre et sûr au service de la transition énergétique dans les territoires », *Annales des Mines - Responsabilité et environnement*, 2020/2 (n°98), 89-92.
4. Pour une présentation du travail de ce dernier et la réédition de son texte généraliste le plus marquant (« L'énergie solaire dans les pays africains », 1964), très proche du travail de Reddy : Frédéric Caille (éd.), *Abdou Moumouni Dioffo (1929-1992). Le précurseur nigérien de l'énergie solaire*, Québec, Éditions science et bien commun, 2018, en ligne : <https://scienceetbiencommun.pressbooks.pub/soleilpourtous/chapter/lenergie-solaire-dans-les-pays-africains/>.

## *Une énergie pour les personnes humaines*

Le parcours d'Amulya K. N. Reddy relève de la science et de la planification des énergies tout autant que de la sociologie des techniques ou de l'éthique de la science<sup>5</sup>. Les trois grands domaines en effet, comme il ne cessera de le répéter, sont indissociables dès lors qu'il s'agit de réfléchir à des systèmes socioécologiques durables et humainement bons. En d'autres termes, il n'est pas de « développement » ou d'émergence possible des pays des Suds, argumente le scientifique total (à la fois technicien, sociologue, éthicien, économiste) que devient Reddy au fil des années, sans que ne soit reconsidérée en profondeur la nature des interactions entre les savants, les experts et les communautés locales. Cette conviction, comme l'explicitent ses écrits, se construit au de son parcours. Et de ce point de vue l'expérience prolongée du village de Pura le marquera à jamais, lui l'enfant d'une famille indienne de classe moyenne urbaine éduquée<sup>6</sup>. « *Les paysans font des choix technologiques rationnels et raisonnés* », écrit-il, et ceci est la raison profonde pour laquelle « *les scientifiques doivent d'abord être étudiants, apprendre des gens, s'ils veulent être ensuite de bons enseignants pour les populations* ». En somme, en matière d'énergie, comme en toute technique, nul n'est meilleur expert que celle ou celui qui en est au final l'usager. Telle est l'une des grandes et simples conclusions dont il se fera l'avocat<sup>7</sup>.

5. Le présent recueil de traductions, comme son titre l'indique, est consacré principalement aux travaux sur les énergies d'A. K. N. Reddy. Nous n'avons pas traduit de texte portant spécifiquement sur son « *éthique de la science et de la technologie* », laquelle est cependant perceptible dans son écrit autobiographique et indirectement dans certains de ses écrits sur l'énergie et les technologies. Pour un texte plus explicite, présenté en mars 2000 lors d'une conférence à Bangalore, voir « Nuclearization, Human Rights and Ethics » sur le site de recensement de ses travaux : [http://www.amulya-reddy.org.in/Publication/2000\\_03\\_JP032300.pdf](http://www.amulya-reddy.org.in/Publication/2000_03_JP032300.pdf)
6. Voir particulièrement dans le présent ouvrage : « Leçons tirées du projet de biogaz communautaire de Pura ».
7. Reddy rejoint de ce point de vue (voir également note 10 ci-dessous) certains des pionniers des « *Energy Humanities* » contemporaines, tels les anthropologues américains Laura Nader et Norman Milleron qui soulignent dès 1979 que « nous devons inclure l'expertise dans le cadre de tout problème que nous traitons », et qu'il est fondamental de se situer, en matière d'énergies particulièrement, « du

La personne humaine doit être au centre. Elle n'est pas un moyen, une variable des planificateurs. The « *end-user* » est la mesure de la réussite ou non de tout scénario de développement, ne cessera de répéter Reddy, que l'échelle soit celle de « *l'écosystème villageois* », sur lequel se concentre ses premiers travaux, ou qu'elle s'étende aux dimensions d'une métropole telle que Bangalore, pour la planification énergétique de laquelle il mettra au point avec son équipe, grâce au financement de l'État du Karnataka, le scénario DEFENDUS (*DEvelopment-Focused, END-Use-oriented and Service-directed*). A une approche « *croissance-production-consommation* » (« *a growth-oriented supply-sided consumption-directed approach* ») il faut préférer une approche « *émergence-usages-services* » (« *a development-focused, end-use-oriented service-directed approach* »), résumera-t-il.

Pour le dire autrement, il n'est pas possible de dissocier les moyens techniques que l'on retient des objectifs politiques et sociaux que l'on se donne. « *La technologie est comme le matériel génétique, elle porte le code de la société qui l'a conçue et, pourvue d'un milieu favorable, la reproduit* », écrit-il dès 1973, regrettant au passage l'absence de mise en question de la « *technologie capitaliste* » par une grande partie des mouvances politiques de la gauche indienne. Retraité de l'Institut Indien des Sciences, il consacre ses dernières années d'activités à la diffusion de la méthodologie DEFENDUS auprès des experts et des décideurs des pays des Suds, notamment par le biais de l'International Energy Initiative (IEI) et de son journal *Energy for Sustainable Development*, une ONG et une revue de sensibilisation et de formation au développement des énergies renouvelables dans les pays émergents qui sont toutes deux créées en 1991.

point de vue des gens » ("at the people point of view"). Voir notamment : Nader, L., & Milleron, N., "Dimensions of the 'people problem' in energy research and 'the' factual basis of dispersed energy futures", *Energy*, 4(5), 1979, 953-967. Plus largement : Nader Laura (éd.), *The Energy Reader*, Chichester - Malden MA, John Wiley & Son, 2010.

## *D'autres techniques*

Ne pas séparer l'action de la réflexion, ne pas craindre de se centrer sur l'humain ni d'introduire valeurs, sentiments et émotions dans la réflexion technico-scientifique, devenir en un mot comme il le dit un « *scientifique socialement responsable* », tels sont les principes directeurs sur lesquels le physicien Reddy construit sa bifurcation. Il n'y a pas, il est important de le souligner, de rejet de la technique, d'anti-machinisme, de passéisme, d'anti-progressisme, encore moins de rejet de la science ou de retour en arrière dans la démarche ainsi proposée<sup>8</sup>. Mais simplement le fait de comprendre, comme l'avait déjà fait remarquer Gandhi, qu'un « *design pour les plus modestes devrait utiliser des matériaux disponibles dans un rayon de quinze kilomètres* ». Beaucoup de « *technologies appropriées* », traduit dans sa propre réflexion Reddy, sont ainsi susceptibles d'être spécifiques à une région, à un emplacement, à une culture déterminés. Il s'agit donc de travailler conjointement, ne cessera-t-il d'argumenter, à une vision à la fois décoloniale dans l'esprit et universaliste sinon technoscientifique dans la pratique. En d'autres termes, les technologies de basse intensité énergétique et capitalistique, que Reddy estime nécessaires pour soulager la vie des populations modestes des pays des Suds, demandent une réflexion, une expérimentation, une planification dans l'usage et la diffusion aussi rationnelles et élaborées que celles des hautes technologies industrielles importées de type occidental. « *Une leçon importante* », ajoute-t-il en anticipant sur la contre-histoire des

8. A. K. N. Reddy, et c'est là l'une de ses grandes originalités en regard du regain d'intérêt actuel pour les technologies douces, reste un scientifique formé à la chimie et à la physique des matériaux les plus modernes. Il ne vient pas vers l'étude de procédés plus économes et moins coûteux en argent, matière et énergie par rejet des techniques de pointe, mais simplement par comparaison des finalités véritables des techniques (création de consommateurs prisonniers/passifs versus amélioration d'une vie pleinement humaine) et des intérêts relatifs pour les collectivités des Suds.

innovations techniques telle que l'a proposé notamment David Edgerton, « est que n'importe quel sot peut compliquer une chose, mais qu'il faut du génie pour la simplifier »<sup>9</sup>.

Les technologies rurales, douces, ne sont pas simples ou triviales dans leur élaboration. « Au contraire, puisqu'elles reposent sur le redoutable défi d'être virtuellement sans coûts, ou de limiter strictement ces derniers », relève Reddy. Elles ne sont pas des sous-techniques, mais seulement des techniques à échelle et à destination de la satisfaction de la personne humaine, et d'abord de ses besoins fondamentaux. Il s'agit de techniques porteuses pourrait-on dire de solutions, et non pas de ces « paquets technologiques » porteurs quant à eux d'un véritable programme de société, à l'image de ceux que présente plus que jamais une grande partie de la technoscience mondialisée contemporaine, comme nous pouvons en avoir le sentiment à relire Amulya K. N. Reddy à trois ou quatre décennies de distance.

### *Une science humaine des énergies*

La bifurcation d'Amulya K. N. Reddy est donc indissociablement éthique, politique et technologique. Et c'est là sans doute son grand apport et tout l'intérêt de revenir vers ses travaux aujourd'hui. Avec ses trois coauteurs de l'ouvrage *Énergie pour un monde durable* (1988), jamais traduit, la « bande des quatre », le Brésilien Jose Goldemberg, le Suédois Thomas B. Johansson et l'Américain Robert H. Williams, un groupe éclectique qui, dira-t-il, « s'est enrichi de la diversité issue des différences dans nos origines, notre culture, notre expérience et notre expertise », Reddy anticipe en effet sur une part importante de la réflexion énergétique contemporaine. « Pour nous, les dimensions humaines de l'énergie étaient

9. David Edgerton, *Quoi de neuf? Du rôle des techniques dans l'histoire globale*, Paris, Seuil, 2013, trad. française de *The Shock of the Old. Technology and global History since 1900* (2006).

*aussi importantes que la technologie. Nous étions extrêmement sensibles aux impacts environnementaux de la production et de l'utilisation de l'énergie ».*

Les « 4 » sont tous des physiciens qui ouvrent leur réflexion au-delà des frontières de leur discipline d'origine. L'énergie ne leur apparaît plus seulement comme la résultante de certaines propriétés de la nature et du fonctionnement de l'univers. Elle est aussi une réalité sociale, écologique, géopolitique. *« Nous étions profondément préoccupés par l'équité entre les pays industrialisés et en développement, et à l'intérieur même des pays en développement, avec leurs petites îles de richesse éclatante au milieu de leurs vastes océans de pauvreté abjecte. Surtout, nous partagions une vision commune de l'énergie comme un instrument de développement, et de la technologie comme un mécanisme crucial pour que l'énergie puisse jouer ce rôle ».*

L'énergie est donc un moyen et non une fin en soi. L'énergie, pour parler dans des termes que Reddy anticipe, est une modalité de relation humaine et une force de structuration des conditions matérielles, sociales et culturelles de la vie moderne. La mécanique des matériaux, la disponibilité des sources et réserves primaires sont certes, parmi d'autres, certains de ses déterminants, mais l'énergie reste un espace de choix, comprend le physicien Reddy, au moment où il s'engage, sans même vraiment le savoir, dans les prémices d'une véritable science humaine des énergies<sup>10</sup>. Ainsi, pour expliquer, définir ou piloter un « système énergétique », s'efforce-t-il de montrer, il faut toujours repartir

10. Sur la notion récente d'humanités énergétiques ou "Energy Humanities" : Imre Szeman & Dominic Boyer, *Energy Humanities. An Anthology*, Baltimore, John Hopkins University Press, 2017. Voir en ligne : <https://www.energyhumanities.ca>. La démarche est encore très peu présente en français. Voir : Mathieu Duperrex, « *Energy Humanities, une pensée écologique au miroir des énergies carbonées* », *Sociétés*, 2020/2, n°148, 93-101; Frédéric Caille, « *L'énergie solaire au Musée? Éléments d'une lecture énergopolitique du projet muséal Sofretes* », *Cahiers d'histoire du Cnam*, 2020, vol. 13, 21-50. Disponible en ligne : <https://technique-societe.cnam.fr/l-energie-solaire-trajectoires-sociotechniques-et-objets-museographiques-1249502.kjsp>.

des grandes valeurs et priorités auxquelles ce dernier se propose de répondre (par exemple, historiquement, la grandeur et la puissance de l'État, le bien-être des élites ou, beaucoup plus rarement, la satisfaction des besoins fondamentaux des plus modestes), puis il convient de s'attacher aux modalités de son élaboration et de sa gouvernance (notamment les relations entre populations et experts, la participation des usagers, la répartition des coûts et des conséquences), enfin, il faut comparer et combiner les sources énergétiques et les options technologiques de conversion des énergies (par exemple choisir l'électricité, le biogaz ou l'hydrogène comme transporteurs/ convertisseurs d'énergie), puis comprendre les usages réels et quotidiens, et non seulement se contenter de la mise en regard des coûts nominaux par unité d'énergie et des capacités brutes de production.

Reddy explique sans relâche ces articulations que l'on pourrait, parfois, prendre pour des évidences, si tout n'était fait pour que dominant, et aujourd'hui plus que jamais, les approches prioritairement quantifiées et technicistes des énergies<sup>11</sup>.

### *La bénédiction des communs*

La bifurcation d'Amulya K. N. Reddy ne nous invite pas à jeter nos objets technologiques au fossé, ni à nous satisfaire d'une lampe à huile<sup>12</sup>. Elle réouvre seulement un rideau, un chemin de recherche et de réflexions

11. L'International Energy Agency (IEA) est particulièrement représentative de ce type d'approche : <https://www.iea.org>.

12. L'expression a été employée par le président de la République française le 14 septembre 2020, alors qu'il rejetait une demande de moratoire déposée par 70 député-e-s concernant le déploiement de la technologie numérique 5G, laquelle est très consommatrice d'énergie : « J'entends beaucoup de voix qui s'élèvent pour nous expliquer qu'il faudrait relever la complexité des problèmes contemporains en revenant à la lampe à huile! Je ne crois pas que le modèle Amish permette de régler les défis de l'écologie contemporaine », s'est moqué Emmanuel Macron, en référence à cette communauté religieuse américaine hostile à certaines technologies », *Le Monde*, 15 septembre 2020.



sur l'articulation des sciences, des techniques et de certaines « valeurs de vie », ou « valeurs d'affirmation de vie », « *life affirming values* » écrit Reddy<sup>13</sup>. La distance et la neutralisation des émotions, relève-t-il, si elles sont nécessaires à l'analyse scientifique moderne, ne doivent pas faire obstacle à une « *relation dialectique* » entre les scientifiques ou les technicien-ne-s et leur objet d'étude, c'est-à-dire à une « *unification ultérieure* », humaine, émotionnelle et morale<sup>14</sup>.

Appliquée prioritairement aux énergies, la réflexion de Reddy cherche donc à penser ce que signifie une « *technologie appropriée* », « *appropriate technology* ». Il a d'ailleurs donné de cette notion, qui est contigüe à celle de « *low/high technology* », l'une des plus simples et précises définitions parmi celles qui ont été proposées. Une technique ou technologie est « *appropriée* », dit-il, dès lors qu'elle favorise « *la satisfaction des besoins humains fondamentaux, à commencer par ceux des plus démunis, la participation et le contrôle par son public et ses usagers, la préservation et la résistance de l'environnement naturel* ». Ou, si l'on préfère, le « *test de pertinence à cet égard consiste à savoir si la technique utilisée facilite la réduction des inégalités, le renforcement de l'autonomie, et l'harmonie avec l'environnement* ».

L'évaluation humaine et sociale des techniques n'est pas un savoir de laboratoire. Elle n'est pas, relève Reddy, la prérogative d'un petit nombre de desservants de savoirs complexes. Elle est le fruit, lorsque les conditions en sont réunies, d'une observation, d'une computation et d'une qualification qui sont en pratique et par nature véritablement

13. L'image du rideau « *lourd à notre main* » qui dissimule certaines réalités dérangeantes que personne ne souhaite voir évoquer (notamment ici pour la France coloniale les réalités du continent africain) est empruntée au journaliste Albert Londres (*Terre d'ébène*, Paris, Le Serpent à Plumes, 1998 (1929), p. 276).

14. Ce thème est explicite dans les écrits biographiques de Reddy (voir note 3 du premier texte de cet ouvrage). Il rejoint aussi la perspective épistémologique de Florence Piron, fondatrice des Éditions science et bien commun : « *L'amoralité du positivisme institutionnel. L'épistémologie du lien comme résistance (2019)* », *La gravité des choses. Amour, recherche, éthique et politique*, Ésb, 2021 : <https://scienceetbiencommun.pressbooks.pub/gravite/chapter/40/>.

collectives<sup>15</sup>. Nulle part sans doute on ne le comprend mieux que dans le bref texte au titre-manifeste intitulé « *La bénédiction des communs* », « *The Blessing of The Commons* », dans lequel Reddy revient sur la réussite sur près d'une décennie du biodigester/méthaniseur villageois de Pura. « *Le problème du gain individuel contre les intérêts de la communauté qui a été discuté dans les termes de la bien connue Tragédie des Communs décrite par Hardin* », rappelle-t-il, est celui d'une situation où « *le bénéfice personnel immédiat résultant de la poursuite de la destruction en cours des ressources communes est plus important et immédiat que la perte personnelle résultant de la destruction marginale, lente et de long terme de ces mêmes ressources* »<sup>16</sup>.

Le méthaniseur villageois collectif de Pura, comme sans doute de nombreux autres exemples ayant permis la survie des villages indiens pendant des siècles, relève l'auteur, est un contre cas d'étude de la prétendue domination anthropologique des intérêts individuels sur les priorités collectives<sup>17</sup>. Dans l'expérience de Pura, le maintien de l'alimentation en eau et de l'éclairage du village s'étant trouvé dépendre de la participation et de la collaboration de l'ensemble des foyers (par l'apport de matières animales, le paiement d'une contribution, la gestion et l'entretien des installations), les stratégies individuelles de défection, qui entraînaient l'arrêt des fournitures pour tous les habitants, et qui

15. La notion de computation renvoie à l'évaluation quantifiée, par le calcul, notamment de la relation à la durée, à la temporalité.

16. « *La tragédie des communs* » (1968) est le texte qui a assuré la célébrité du biologiste américain Garrett James Hardin (1915-2003), et relancé le débat sur les relations causales possibles entre les formes de propriété ou d'appropriation des ressources naturelles (privées, étatiques/publiques, communautaires/collectives) et leur préservation/durabilité dans le temps. Pour une intéressante mise en perspective historique et critique : Fabien Locher, « *Les pâturages de la Guerre froide : Garrett Hardin et la "Tragédie des communs"* », *Revue d'histoire moderne & contemporaine*, 2013/1, 7-36, disponible en ligne : <https://www.cairn.info/revue-d-histoire-moderne-et-contemporaine-2013-1-page-7.htm>

17. Le caractère anthropologique des formes de coopérations communautaires, y compris dans les pays occidentaux, est désormais bien documenté. Voir par exemple l'intéressant recueil de textes traduits pour la première fois en français par Frédéric Graber et Fabien Locher (éd.), *Posséder la nature. Environnement et propriété dans l'histoire*, Paris, éditions Amsterdam, 2018.

pénalisaient plus particulièrement les femmes en charge des activités domestiques, y compris les femmes des familles ne souhaitant pas collaborer, se sont révélées inexistantes. Une « convergence », une « confluence de l'intérêt personnel et de l'intérêt collectif » en matière d'énergie et de préservation des ressources naturelles et communautaires s'est établie, conclut Reddy, et ceci aussi du fait de l'auto-organisation et de la gouvernance villageoise, un constat qui rejoint les travaux et les conclusions de la politiste Elinor Ostrom bien avant sa consécration mondiale par le prix Nobel d'économie<sup>18</sup>.

Il ne faut pas retarder la lecture d'Amulya Kumar N. Reddy. Sa bifurcation nous est comme une lettre envoyée à chacune et chacun, un enregistrement du proche passé qui nous parlerait de l'urgence du proche avenir, un enregistrement qui parlerait non pas seulement aux spécialistes des énergies, aux étudiants, aux experts, aux gouvernants et gouvernantes, mais à nous toutes et tous, acteurs et usagers de nos systèmes énergétiques des Suds et des Nordes.

Le contrôle et la logique de puissance des États, ainsi que le bouillonnement universel des marchés, tel est sans doute l'un des *post-scriptum* du travail du grand scientifique indien, ne peuvent en effet suffire à construire le monde énergétique de demain auquel il voulait travailler. Pour que vienne vite ce monde d'énergies renouvelables conçues comme des outils d'émancipation et d'équité entre les personnes, sur une planète préservée, dans les Suds comme dans les Nordes, il faudra plus que cela. Il faudra, Amulya Reddy le savait, travailler à d'autres savoirs, des savoirs plus critiques, plus discutés que ceux qui continuent,

18. On notera le long délai de traduction en français des travaux d'Elinor Ostrom : *Gouvernance des biens communs. Pour une nouvelle approche des ressources naturelles*, Bruxelles, De Boeck, 2010, traduction de *Governing The Commons. The Evolution of Institutions for Collective Action*, 1990, dont le titre évite la limitation aux ressources naturelles et rejoint plus directement la perspective de Reddy. Pour l'une des approches les plus synthétiques et pertinentes en français : Antona Martine et Bousquet François (éd.), *Une troisième voie entre l'État et le marché. Échanges avec Elinor Ostrom*, Éditions Quae, 2017.

par exemple, à disputer les preuves du réchauffement à cause anthropique de la planète et la nécessité de la sortie immédiate des combustibles fossiles. Il faudra débattre et discuter des énergies en vérité et en sincérité, et non pas derrière les murailles des chiffres ou des choix technologiques, tel le numérique, qui propulsent au-delà du prévisible les consommations électriques du futur<sup>19</sup>.

Il faudra, en un mot, de l'énergie pour interagir, en synergie, et pour le plus grand bien de l'humanité. Une bifurcation.

19. Pour l'une des approches francophones les plus documentées et précises de ce dossier : Fabrice Flipo, *L'impératif de la sobriété numérique. L'enjeu des modes de vie*, Paris, éditions matériologiques, 2020.



# Brève chronologie et références

FRÉDÉRIC CAILLE

## Brève chronologie

- **1930** : naissance à Bangalore, en Inde.
- **1955** : inscription en thèse à l'*Imperial College* de Londres.
- **1966** : professeur-assistant au département de chimie inorganique et physique de l'Institut Indien des Sciences.
- **1969** : parution de *Modern Electrochemistry*, manuel de référence et best-seller international de 1400 pages en deux volumes commencé en 1964 et co-écrit avec le directeur du laboratoire de Philadelphie J.O'M. Bockris.
- **1974** : abandon de l'électrochimie et création du groupe de recherche ASTRA (*Application for Science and Technology to Rural Areas*) au sein de l'Institut Indien des Sciences.
- **1975-76** : séjour à Nairobi au siège du PNUE (Programme des Nations Unies Pour l'Environnement). Il y travaille le cadre conceptuel des « *technologies écologiquement rationnelles et appropriées* » sur la base duquel sera rédigée la brochure *Technology, development and environment: a reappraisal*, qu'il qualifie lui-même de « *séminale* », mais qui restera non traduite et peu diffusée : (UNEP, 1979, 60 pages, <https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/28972>). On la trouvera pour la première fois traduite en français dans le présent ouvrage.
- **1977-1981** : implantation d'une extension du centre de recherche ASTRA dans le village d'Ungra, à 120 kilomètres de Bangalore, pour réaliser l'un des tous premiers modèles de consommation énergétique dans un village rural d'un pays des Suds. Ce travail en immersion avec les habitants sera à la base de la conception et de la construction des premiers « *centres énergétiques ruraux* ». A. K. N.

Reddy y séjourne deux jours par semaine durant de nombreux mois avec son épouse Vimala et considérera y avoir passé certains des plus heureux moments de leur existence.

- **1979-1996** : implantation du premier « *centre énergétique rural à méthanisation (biogaz)* » dans le village de Pura, à 2 kilomètres d'Ungra. Après un premier échec de fourniture de gaz pour cuisiner, le projet est relancé à la demande des habitants sur une plus grande échelle et conduit à la génération d'électricité pour le pompage de l'eau puis l'éclairage du village. A. K. N. Reddy considérera son interaction avec les habitants du village de Pura comme l'une des expériences les plus enrichissantes de sa vie professionnelle.
- **1984-1985** : séjour au Centre de Recherche sur l'Énergie et l'Environnement de l'Université de Princeton.
- **1988** : parution de l'ouvrage co-écrit avec Jose Goldemberg (professeur de physique à l'Université de Sao Paulo au Brésil), Thomas B. Johansson (professeur à l'Université de Lund en Suède) et Robert H. Williams (chercheur au Centre de Recherche sur l'Énergie et l'Environnement de l'Université de Princeton aux États-Unis), « *la bande des quatre* » : *Energy For a Sustainable World*, Wilhey Eastern Limited, 517 pages. L'ouvrage servira au fameux « Rapport Brundtland » de 1989 de la Commission des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement, *Notre avenir à tous*, rapport qui définira la notion de « *développement soutenable/durable* ». Reddy dira l'importance durant vingt ans de la collaboration équilibrée entre ces quatre scientifiques de continents et d'origines culturelles très diversifiés, chacun des auteurs ayant commencé sa carrière comme physicien avant de se tourner vers l'étude des énergies. Comme indiqué en préface : « *L'ouvrage explore une approche normative de la planification énergétique visant à incorporer dès l'origine les grands objectifs sociétaux visant à la réalisation, non pas seulement d'un système énergétique soutenable, mais, ce qui est plus crucial, d'un monde durable. (...) Cet ouvrage suggère que, contrairement à des croyances largement répandues, le futur de l'énergie est beaucoup plus une question de choix que de destin. Des futurs énergétiques*

*compatibles avec la réalisation d'un monde durable sont à portée de main* ».

- **1985-1991** : direction du département d'Études de Gestion de l'Institut Indien des Sciences. A. K. N. Reddy travaille sur la consommation énergétique dans la métropole de Bangalore, la diffusion de l'innovation, et surtout sur le scénario de développement de la fourniture d'électricité pour l'État indien du Karnataka qu'il nommera DEFENDUS (*DEvelopment-Focused, END-Use-oriented and Service-directed*), que l'on pourrait traduire par SEMEURS (Scénario EMERgence-Utilisation finale et Services). Les coûts et conséquences de quinze technologies d'économie ou de production à la fois décentralisée et conventionnelle d'électricité sont comparés. Il s'agit sans doute de la première proposition de planification d'un « *mix énergétique* » issu d'un pays des Suds. Le protocole retiendra l'attention internationale, mais sera victime en Inde, d'après Reddy lui-même, des concurrences d'agences et d'expertises au niveau national.
- **31 juillet 1991** : départ à la retraite d'A. K. N. Reddy à l'âge réglementaire de 60 ans de l'Institut Indien des Sciences.
- **Fin 1991** : création de l'International Energy Initiative (IEI), une ONG de promotion de modes de production et d'utilisation efficaces et durables de l'énergie dans les pays émergents. Jose Goldemberg devait en être président, mais, devenu ministre au Brésil, il laisse la place à A. K. N. Reddy jusqu'en 2000. L'organisation éditera la première revue consacrée aux systèmes énergétiques des pays des Suds, *Energy for Sustainable Development*, et elle développera des programmes de formations au Brésil, en Inde et en Chine. Une « *African Energy Initiative* » (AfEI) sera également engagée en avril 1994, suite à une conférence organisée à Harare. La déclaration *Énergie pour le développement : objectifs* résume les principales orientations qu'avait défendu Reddy depuis une vingtaine d'années :



- Pour donner à l'énergie un visage humain dans toutes les régions d'Afrique en élevant considérablement le niveau de services énergétiques accessibles et appréciés par toutes les couches de la population, en particulier les femmes, les ruraux et les pauvres des villes.
- Pour aller au-delà de l'énergie et en faire un puissant instrument de développement grâce à ses liens avec tous les secteurs de l'économie – l'industrie, l'agriculture, les transports, etc.
- Pour répondre aux besoins énergétiques des personnes humaines et de l'économie avec des mix rationnellement déterminés de sources d'énergie centralisées et décentralisées et de mesures d'économie d'énergie (lesquelles équivalent à une option d'approvisionnement).
- Pour utiliser les sources d'énergies renouvelables du continent, notamment l'énergie hydroélectrique, la biomasse et le solaire, et ainsi s'assurer que la dégradation environnementale locale, régionale et mondiale soit minimisée, sinon évitée, sans sacrifier les objectifs de développement durable.
- Pour renforcer, simultanément, les compétences autochtones et créer des institutions locales, régionales et continentales pour que les problèmes énergétiques africains soient autant que possible diagnostiqués et résolus par les Africains eux-mêmes.

L'initiative échouera par manque de moyens universitaires et institutionnels locaux, et par l'apparition à cette date d'une concurrence au sein des financements internationaux et des engagements des chercheurs africains, entre les programmes consacrés aux énergies, comme ceux proposés par Reddy, et les activités du Groupe Intergouvernemental d'Experts sur l'évolution du Climat (GIEC) ou du Fonds pour l'Environnement Mondial (FEM) lancé à Rio en 1992.

- **1996-1997** : rédaction puis parution de *Energy After Rio: Prospects and*

*Challenges*, codirigés avec Robert H. Williams et Thomas B. Johansson pour le compte du Programme des Nations Unies Pour le Développement (PNUD).

- **17 octobre 2000** : réception du Volvo Environment Prize à Göteborg, attribué à la « *bande des quatre* » pour leurs publications en commun. Le palmarès souligne : « *Une idée constructive dans le travail des lauréats est celle de mettre en pratique des technologies au Sud qui n'avaient pas été commercialisées auparavant au Nord. Ce travail montre la voie à des systèmes énergétiques mondiaux qui sont respectueux de l'environnement et sensibles aux besoins humains* ».
- **2001** : après une opération du cœur, A. K. N. Reddy publie ses deux derniers articles qui concernent la réforme du secteur énergétique en Inde.
- **7 mai 2006** : décès à l'âge de 76 ans, avec au total plus de 290 publications dans les domaines de l'énergie, de la technologie et de l'éthique des sciences. L'essentiel en est accessible (en anglais) sur le site réalisé à l'occasion du colloque organisé pour son 75<sup>e</sup> anniversaire : <http://www.amulya-reddy.org.in/index.htm>.

## Références

Seuls deux écrits en français à notre connaissance mentionnent avant le présent recueil le travail d'Amulya K. N. Reddy. Le premier est un article (traduit de l'anglais) qui propose une approche limitée à ses recherches sur les biodigesteurs : Dhruv Raina, Hoysala N. Chanakya, « Des microbes à vocation gandhienne dans un digesteur à biogaz. Digestion anaérobie et évolution de la recherche sur la technologie du biogaz », *Techniques & Culture* 2017/1 (n°67), 154-175. Il est à noter que le propos est étrangement assez distancié, sinon critique, et qu'il propose une approche très technicienne de l'histoire des méthaniseurs, non pas sans contradiction avec la démarche toujours défendue par Reddy lui-même. On y lit notamment ceci : « *Dans de nombreuses régions d'Asie du Sud, les deux*

décennies qui s'étendent des années 1970 aux années 1990 ont été le théâtre d'un nouvel investissement néogandhien dans la science et la technologie, à mesure que de nouveaux mouvements sociaux prenaient de l'essor partout en Inde et que l'optimisme 'nehruvien' déclinait. Pendant cet interlude, les mouvements et programmes de technologies alternatives ont assurément tiré leur miel et leur inspiration d'une lecture de Gandhi, que lui-même aurait ou non reconnue. Amulya Kumar Narayana Reddy, éminent électrochimiste devenu analyste des politiques énergétiques, a défini des critères pour aider au choix des technologies; ces critères ont orienté les priorités et les programmes de recherche de la cellule ASTRA ».

Le second écrit en français est celui que nous avons proposé dans une approche plus générale : « Sortir des pensées (et des carburants) fossiles? Éduquer aux énergies et à l'ESS », dans Stoessel-Ritz Josiane, Blanc Maurice (éds.), *Comment former à l'économie sociale et solidaire*, Rennes, Presses Universitaires de Rennes, 2020, 49-62, en ligne sur <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-01533281>.

La présente introduction générale cite les trois textes autobiographiques d'Amulya K. N. Reddy, dont le premier qui est traduit dans le présent ouvrage. Les textes 1 et 2 sont disponibles sur le site exhaustif (en anglais) consacré à son travail : <http://www.amulya-reddy.org.in/index.htm>. Le texte 3 reprend et compile les deux autres avec l'ajout d'un choix de questions/réponses issues d'une série de conversations du 10 au 12 septembre 2002, réalisées par Ravi Rajan, professeur d'études environnementales à l'Université de Californie Santa-Cruz et éditeur d'un choix de textes d'Amulya Reddy.

1 – “The Making of a Socially-Concerned Scientist: Personal Reflections of a Maverick”, 16 juil. 1993, 15 pages.

2 – “The Making of an Energy Analyst: Some Personal Reflections”, 13 nov. 2001, 29 pages.

3 – “Amulya Reddy: An Autobiography”, in Ravi Rajan (éd.), *Amulya Reddy. Citizen Scientist*, Orient Blackswan, 2009, 13-73, téléchargeable et accessible gratuitement en ligne : [https://www.academia.edu/37153040/Citizen\\_Scientist\\_The\\_Amulya\\_Reddy\\_Reader](https://www.academia.edu/37153040/Citizen_Scientist_The_Amulya_Reddy_Reader)

En complément, pour voir Amulya K. N. Reddy vers l'âge de 50 ans présenter son travail dans le village de Pura, on conseillera vivement pour les anglophones le documentaire *West of Bangalore* (44 min.) réalisé en 1981 pour le compte de la BBC par Christopher Sykes et disponible sur sa chaîne : <https://www.youtube.com/watch?v=wGHT04GLVQA>



# Note sur la présente édition

FRÉDÉRIC CAILLE

Le présent travail d'édition est un travail collectif. Il a été réalisé par une équipe composée de Pénélope Mavoungou pour la traduction des textes, d'Alexandre Prince et Érika Nimis pour la relecture et la réalisation éditoriale de l'ouvrage, et de Frédéric Caille pour la relecture, la coordination et l'annotation scientifique. Amulya K. N. Reddy n'était pas connu de Pénélope, d'Alexandre et d'Érika, mais leur découverte très positive de son travail, et leur enthousiasme, ont fortement contribué à la confirmation et à l'aboutissement de ce projet.

Le présent recueil de textes d'Amulya K. N. Reddy ne présente que des annotations et des commentaires scientifiques succincts. Le choix a été fait de privilégier, outre la rapidité d'édition, l'accessibilité et la transversalité, y compris en regard des standards disciplinaires et académiques dominants, dans l'esprit de la collection *Mémoires des Suds* et plus largement du travail des Éditions science et bien commun.

Amulya Kumar Narayana Reddy, pour celles et ceux qui ont réalisé ce livre, n'est pas une nouvelle statue à ajouter aux bibliothèques francophones qui l'ont jusqu'ici ignoré. Il faudra certes du temps pour replacer sa réflexion dans les recherches et débats de son époque, en Inde comme à l'échelle internationale. Mais il nous est apparu d'abord comme un auteur « à lire », un fabricant « *d'outils de pensée* » sur les sciences, sur les technologies, sur les énergies. Ce sont ces « *outils* », ces concepts, ces méthodologies, ces expérimentations, à la fois pratiques, sociales et institutionnelles, par-delà le caractère significatif et inspirant de son propre parcours, qui constituent pensons-nous tout l'intérêt et toute la valeur première de ses écrits.

La « *matière* » que visent à façonner ces outils, c'est-à-dire d'abord la grande question de l'accessibilité, de la justice et des conséquences écologiques dans le domaine des énergies, a certes évolué en termes quantitatifs ou techniques depuis son époque (principalement durant les vingt premières années du 21<sup>e</sup> siècle).

Mais les « *outils de pensée* », eux, notamment le rôle de la planification énergétique, le problème de l'adaptabilité des technologies aux pays des Suds, l'enjeu de l'écoute des besoins des populations modestes, la priorité de la coordination et du « *mix* » des énergies, y compris parfois et à titre transitoire des énergies fossiles et des énergies renouvelables, demeurent pour leur part particulièrement d'actualité, pertinents et stimulants.

Puissent chacune et chacun, grâce à la meilleure accessibilité francophone que permet cette première traduction, et notamment les jeunes chercheuses et chercheurs des pays des Suds, les utiliser et les découvrir.

# I. La fabrication d'un scientifique soucieux de la société : réflexions personnelles d'un franc-tireur

Un penseur des alternatives technologiques et des énergies tel que Amulya Kumar Narayana Reddy ne se fait pas seul. Il faut beaucoup de volonté, d'entraînement, et souvent le fil d'une vie entière d'expériences et de rencontres, pour atteindre l'indépendance d'esprit. Au sein des scientifiques contemporains, qu'ils appartiennent au monde des sciences sociales ou de celles de la matière, Reddy est l'un de ceux qui l'a sans doute le mieux perçu, compris, pensé.

Le texte qui suit en effet, bien que plus bref, ne dénote guère de plusieurs des auto-analyses de scientifiques aujourd'hui parmi les plus célèbres<sup>1</sup>. À l'image de ces spécialistes, Reddy restitue des faits biographiques en les replaçant dans des expériences sociales. Jeune indien d'une famille cultivée, mais qui demeure modeste, passionné de cricket puis saisi par le goût de la recherche, il nous montre comment se construit une pensée et sa ligne directrice, qui est et qui devient aussi, d'un seul et même mouvement, celle d'une existence. Il s'agit en un mot, comme le titre anglais de la première version le souligne, d'un « *making-of* », du récit

1. De la part de spécialistes des sciences humaines et sociales, on peut penser notamment à : Richard Hoggart, *33 Newport Street. Autobiographie d'un intellectuel issu des classes populaires anglaises*, Paris, Seuil, 1991, l'un des ouvrages du genre les plus aboutis. Ou, plus proche de la démarche de Reddy, par le format et le caractère de travail en cours (inachevé et publié de manière posthume), à Pierre Bourdieu, *Esquisse pour une auto-analyse*, Paris, Raisons d'agir, 2004. Il est à noter qu'il s'agit d'une reprise développée du dernier chapitre de l'ouvrage issu des cours au Collège de France et au titre significatif quant à la démarche plus modestement esquissée par Reddy : *Science de la science et réflexivité* (2001).



de la fabrication d'un « *maverick* », c'est-à-dire d'un marginal franc-tireur puisque désormais « *scientifique concerné* », soucieux et préoccupé non seulement de la « *science* », mais également de la « *société* ».

Il est toujours difficile de préciser ce qui fait sortir un texte du lot courant des écrits et démonstrations d'un chercheur, aussi intéressantes soient-elles, et lui confère une sorte de portée plus universelle et dépassant son cadre de spécialité. Le fond ou la forme, le fond et la forme : dans le cas de ce texte, chaque lectrice et chaque lecteur ne peut manquer aujourd'hui encore d'être interpellé par le type très particulier de sincérité réflexive que déploie A. K. N. Reddy.

Sans complaisance, mais aussi sans détour, nous entrons à sa suite dans les chemins de l'enfance puis de la formation d'un électrochimiste des Suds : éveils politiques dans une Inde où se reflètent certains des grands dilemmes des débuts de la Guerre froide, expériences de pauvreté relative, discrimination de caste, préjugés et attitudes très décevantes des premiers collègues, conflits locaux, pesanteurs bureaucratiques, attraction de l'étranger. « *J'y ai vu les luttes intestines le plus laides que j'aie jamais rencontrées entre scientifiques* » écrit Reddy, qui quittera l'Inde pour près de six d'années aux États-Unis, deux ans à peine après son retour des trois années de doctorat passées en Grande-Bretagne.

Amulya K. N. Reddy n'oppose pas un Sud des places acquises et des jalousies à un Nord de la compétition au travail et de la reconnaissance du mérite. Dans l'univers de la science exacte nord-américaine alors en voie de dominer le monde, il engage au cours de son séjour américain, en même temps qu'un investissement et un accomplissement professionnels de très haut niveau, un parcours éthique personnel qui éclaire sans nul doute nombre de ses orientations d'analyse futures en matière de techniques et d'énergies. « *Il y avait une étroite camaraderie dans le laboratoire. Mais, il y avait peu de joie dans la science qui était faite. La science n'était pas ce qu'elle était dans mes rêves de jeunesse, un voyage excitant à travers les étendues sans piste de l'inconnu; c'était une atmosphère oppressante de commanditaires, de résultats, de dates limites,*

*d'objectifs, de longues heures de travail plutôt que de productivité, d'attaques vicieuses, d'erreurs et d'omissions, de concurrences, d'éthiques douteuses, etc. »*

L'accès à l'excellence scientifique internationale se paie au prix fort dans le pays de l'oncle Sam. Et malgré l'attractivité financière, fidèle au jeune étudiant curieux de Bangalore qu'il a été, le père de famille A. K. N. Reddy rentre en Inde où il lui faudra plusieurs années encore de sacrifices personnels pour achever le grand manuel d'électrochimie qui lui vaudra une reconnaissance mondiale. À 43 ans bientôt, il vit une crise qu'on laissera aux lectrices et lecteurs le soin de découvrir, mais que résume sans doute l'image du « *talon de fer* » et des applaudissements...

A. K. N. Reddy commence en Inde une seconde vie avec la création du laboratoire ASTRA, à la fois sous l'angle privé – « *vous ne pouvez pas mener un combat dans la société si vous ne bénéficiez pas d'un soutien inconditionnel dans votre foyer pour ce genre de folies* » – et sous l'angle professionnel – « *ASTRA changeait le paradigme du travail scientifique* ». Ce sont les trois décennies qui vont suivre qui produisent les travaux, les expérimentations, les analyses et les textes qui justifient le présent recueil. Ce ne sont pas seulement en effet d'autres résultats, un nouveau domaine de spécialité, d'autres collègues, que découvre le physicien Reddy. C'est une autre science, une autre vision du rôle de la science et de la technologie, une autre compréhension de leur contribution potentielle à la vie et au bonheur des femmes et des hommes modestes de l'Inde rurale.

L'abandon de ce que Reddy appelle la « *foi nehruvienne* » dans les bienfaits pour les plus pauvres des pays des Suds d'une industrialisation technologique et scientifique directement importée du progressisme occidental, sur laquelle il revient dans d'autres textes, est sans doute le

point cardinal de son parcours<sup>2</sup>. Au-delà d'une bifurcation personnelle, il s'agit d'une reconsidération et d'une réorientation profondes des objectifs sociaux et collectifs assignés au travail du savoir et de la connaissance, deux mutations construites à partir du point de vue de quelqu'un qui, intégré dans la plus haute institution scientifique de son pays, en a maîtrisé et en a respecté parfaitement les codes. « *J'étais préoccupé par le fait que les valeurs, les sentiments et les émotions étaient considérés comme inavouables dans les discussions scientifiques* », écrira-t-il, ouvrant à une réflexion critique, encore pionnière au début des années 1990 sur l'objectivation au nom du travail scientifique et certaines de ses conséquences<sup>3</sup>.

Sans doute est-ce là, chacune et chacun pourra en juger, ce qui confère toute sa force à ce texte. Il ne s'agit pas du questionnement d'un chercheur indien sur les énergies. Il s'agit du questionnement d'un chercheur tout court, d'un scientifique de haut niveau qui n'abandonne pas la science pour la morale ou la politique mais qui, bien au contraire, s'efforce d'en retrouver la visée éthique qui, depuis Galilée ou Michel Servet, a fondé la part la plus noble du travail scientifique et justifié de la valeur humaine du courage de la vérité et de la connaissance<sup>4</sup>.

2. Jawaharlal Nehru (1889-1964), premier ministre de 1947 à sa mort, est souvent présenté comme le « messie » du développement scientifique de l'Inde et le promoteur d'une vision optimiste de l'alliance entre autorités politiques et scientifiques en faveur de l'essor socioéconomique du pays. Voir : Arnold David, "Nehruvian Science and Postcolonial India", *Isis*, 2013, n°104, 360-370. De manière plus large : Krishna V. V., « La place de la science universitaire en Inde : réflexions sur une évolution », *Revue internationale des sciences sociales*, 2001/2, n°168, 251-267.

3. Sur ce thème, on renverra au beau et très explicite texte de Florence Piron, fondatrice des Éditions science et bien commun, « L'amoralité du positivisme institutionnel. L'épistémologie du lien comme résistance (2019) », disponible en ligne dans le recueil posthume *La gravité des choses. Amour, recherche, éthique et politique*, Ésbic, 2021 : <https://scienceetbiencommun.pressbooks.pub/gravite/chapter/40/>

4. La notion de « courage de la vérité » et ce qu'elle implique dans la relation du scientifique (du sujet) à son travail (sa *parrêsia* - « dire la vérité ») a été travaillée particulièrement par Michel Foucault peu avant sa mort. Elle attire l'attention sur l'importance du positionnement par rapport au pouvoir politique dans tout travail de connaissance véritable, ce qui est singulièrement vrai dans la réflexion

Reddy était sans doute attaché à ce texte et à cet exposé d'un cheminement certes individuel, mais en même temps pleinement inséré dans certains des dilemmes qui furent ceux de la première génération des scientifiques des Suds issus des indépendances postcoloniales, d'abord en Inde et en Asie, et bientôt en Afrique<sup>5</sup>. La question « *nehruvienne* » est bien en effet, avant d'être simplement celle d'une réponse aux besoins vitaux (nutrition, santé, cadre de vie), celle de la nature de la société de masse à laquelle le « *développement* » peut conduire, un thème largement traité dans le texte rédigé par Reddy pour le Programme des Nations Unies pour l'Environnement que l'on trouvera plus loin dans le présent ouvrage.

Amulya K. N. Reddy dit ici sa réponse avec une certaine pudeur et sans grande proclamation politique, notamment avec le souvenir du début du fonctionnement de la minicentrale électrique à biogaz du village de Pura, « *lorsque chaque foyer a été éclairé par une lampe fluorescente le jour de Gandhi Jayanti, l'anniversaire du Mahatma, le 2 octobre 1989* », et qu'il a éprouvé avec son équipe « *le sentiment de mettre en œuvre sa vision sur le rôle de la science et de la technologie* ». Comme le physicien Reddy le laisse sous-entendre par ailleurs, comme il l'écrira, l'électrochimie appliquée à la performance des batteries pour l'alimentation électrique de zones isolées de montagne en Inde du Nord, et l'électrochimie appliquée au programme stratégique nucléaire indien, ne sont pas des sciences du même ordre éthique ou moral<sup>6</sup>.

sur l'énergie ou les énergies dans le monde moderne. Voir notamment : Chaumon Franck, « Michel Foucault, Le courage de la vérité », *Essaim*, 2009/2 (n°23), 151-154, en ligne : <https://www.cairn.info/revue-essaim-2009-2-page-151.htm>

5. Cette dimension de la formation des compétences scientifiques postcoloniales est évoquée aussi dans le futur classique publié par le physicien nigérian spécialiste de l'énergie solaire Abdou Moumouni Dioffo dès le milieu des années 1960 : *L'éducation en Afrique. Nouvelle édition à partir du texte de 1964*, Ésbic, collection Mémoires des Suds, Chambéry - Dakar - Québec, 2019, disponible en ligne.
6. Sur la question de la contribution des scientifiques à l'armement nucléaire, voir notamment la conférence prononcée le 23 mars 2000 à Bangalore par A. K. N. Reddy : « Nuclearization, Human Rights and Ethics », disponible sur le site de référence de ses écrits : [http://www.amulya-reddy.org.in/Publication/2000\\_03\\_JP032300.pdf](http://www.amulya-reddy.org.in/Publication/2000_03_JP032300.pdf)

Reddy reviendra à deux reprises sur le présent texte et sur la mise en perspective critique de son parcours, principalement par des compléments ou des modifications de forme, en 2001 avec une nouvelle publication sous un titre légèrement amendé, et au travers de ses réponses un an plus tard aux questions biographiques de Ravi Rajan, éditeur du recueil de textes *Citizen Scientist*<sup>7</sup>. Nous avons choisi de traduire ici la première de ces contributions biographiques, qui conserve sans doute plus nettement une forme de spontanéité et d'élan amical vers les lectrices et lecteurs, et qui présente un scientifique « citoyen » au sens fort du terme, c'est-à-dire travaillant *pour* la cité, et s'engageant aussi dans les débats *de* la cité, c'est-à-dire tout ce qu'Amulya K. N. Reddy, au final, se sera efforcé d'être.

- Frédéric Caille

7. "Amulya Reddy: An Autobiography", dans Ravi Rajan (éd.), *Amulya Reddy. Citizen Scientist*, Orient Blackswan, 2009, 13-73, téléchargeable et accessible gratuitement en ligne : [https://www.academia.edu/37153040/Citizen\\_Scientist\\_The\\_Amulya\\_Reddy\\_Reader](https://www.academia.edu/37153040/Citizen_Scientist_The_Amulya_Reddy_Reader)

## *La fabrication d'un scientifique soucieux de la société : réflexions personnelles d'un franc-tireur*

C'était en 1942. J'avais 12 ans et j'étais déterminé à rejoindre le navire-école *Dufferin* de la marine marchande à Bombay et à devenir un marin comme mon héros, mon oncle C. G. K. Reddy. Et puis, soudainement, j'ai reçu cette longue lettre écrite sur du papier rugueux fait à la main, depuis la prison de Madras. C'était de C. G. K. (en prison pour activités antibritanniques), qui me mettait en garde contre le choix d'une carrière basée uniquement sur l'idéalisation d'une personne, et qui m'exhortait à faire ce que j'aimerais vraiment faire et ce en quoi je croyais. Ce conseil m'a accompagné tout au long de ma vie. Mais il n'était pas facile d'y adhérer, car il y avait beaucoup de choses que j'aimais faire.

Entre 1945, ma dernière année d'école, et 1947, j'ai bataillé pour réussir à choisir entre le cricket et les sciences. Sélectionné pour jouer pour l'université de Madras à l'âge de 16 ans, j'étais un batteur d'ouverture prometteur et un lanceur de balles « brise-jambes ». J'étais fou de cricket; en fait, j'en rêve encore. Comme mon père le disait de façon désobligeante : « Que vois-tu dans ta chambre? Des livres, des photos, des coupures de presse, etc. Sur quoi? Comment frapper une balle! C'est tout dans la vie? ». Mais le cricket m'a appris deux codes de conduite essentiels : jouer pour l'équipe et accepter le verdict de l'arbitre.

C'est alors que mes yeux se sont ouverts à la beauté de la science – d'abord par M. A. Alvares, un remarquable professeur de chimie au collège St Joseph de Bangalore, puis dans toute sa splendeur par mon camarade de classe, V. Radhakrishnan, le fils du professeur Raman, et son cousin, S. Ramaseshan. Ils ont été des mentors qui ont allumé une lampe d'intérêt scientifique qui ne s'est jamais éteinte. Ils m'ont encouragé à lire des livres tels que *The Restless Universe* de Max Born (écrit, soit dit en passant, à Bangalore), *M. Tompkins in Wonderland* et *M. Tompkins explores the Atom* de George Gamow, et *The Evolution of physics* d'Albert Einstein et

Leopold Infeld<sup>8</sup>. Je me souviens encore de la conférence que Ramaseshan m'a donnée sur la structure électronique des atomes. Je me souviens encore plus clairement de m'être inquiété de la structure électronique des éléments de transition, alors que j'étais sur le terrain en position défensive dans un match de cricket interuniversitaire.

[Mais mon association avec la famille Raman m'a également inculqué la conviction que, si je pouvais les égaler dans mes efforts, je ne pourrais jamais rivaliser avec leur intelligence et leur créativité intrinsèques et que, par conséquent, mes ambitions devaient rester modestes. Avec le recul, je me rends compte qu'en développant cette humilité, j'évitais l'amertume qui résulte de la frustration d'ambitions débridées. En fait, je jetais les bases d'une vie heureuse où les réalisations dépassent les aspirations.]

Alors que je me débattais encore avec les attrait contradictoires du cricket et de la science, j'ai été attiré dans une autre direction. Après l'indépendance de l'Inde, le 15 août 1947, la demande d'un gouvernement responsable a été soulevée dans l'État de Mysore par le Congrès national indien. Une grève a été annoncée à partir du 1er septembre. J'ai décidé de ne rien avoir à faire avec cette grève, peut-être parce que mon beau-frère était le secrétaire privé du Maharaja<sup>9</sup>.

8. Note de l'équipe de traduction (NdT) : Max Born (1882-1970), physicien allemand pionnier de la physique quantique, prix Nobel en 1954, auteur en 1936 du livre d'introduction à la physique moderne cité, réédité en 1952; George Gamow (1904-1968), physicien ukrainien ayant travaillé avec Max Born, astronome, réfugié aux États-Unis et auteur à partir de 1953 d'une série de livres de vulgarisation des avancées scientifiques modernes, basés sur les rêves d'un employé de banque, Mr Tompkins; Albert Einstein (1879-1955), physicien allemand inventeur de la théorie de la relativité, devenu américain, prix Nobel 1921, co-auteur avec Leopold Infeld en 1938 du livre cité, qui connaît un grand succès et devient un classique.

9. NdT : Au moment de l'indépendance, l'État de Mysore était l'un des quatre États importants en Inde à posséder un gouvernement autonome, sur un total de 565 États princiers et 21 États disposant d'un gouvernement. La grève évoquée fait partie des actions collectives non-violentes victorieuses de la seconde moitié du 20e siècle. Voir : <https://nvdatabase.swarthmore.edu/content/mysore-population-wins-democratic-rule-newly-independent-india-1947>

Mais, alors que je me rendais à l'université à vélo, j'ai été accosté par ma camarade de classe, Vimala Pawar. Elle m'a demandé de manière provocante : « Que vas-tu faire pour un gouvernement responsable? » Je ne me souviens pas de ce que j'ai marmonné, mais elle a réussi à me faire suffisamment honte pour que je me joigne à la grève et, très vite, j'ai fait partie du comité d'action et suis devenu l'un de ses dirigeants.

Puis, en 1948, mon oncle C. G. K., qui était alors un socialiste confirmé, est venu à Bangalore. Il a eu sur moi une influence encore plus grande que dans mon enfance. Grâce à lui, les préoccupations sociales sont devenues primordiales dans ma vie. Par son intermédiaire, j'ai rencontré de grands leaders, Jayaprakash Narayan, Achyut Patwardhan et bien d'autres<sup>10</sup>. Parmi eux, Rammanohar Lohia était exceptionnel – un intellectuel brillant avec une immense compassion, un homme puissant avec une nature douce et affectueuse, il avait un magnétisme irrésistible<sup>11</sup>. Une aile étudiante du parti socialiste a été formée. Elle éditait un magazine pour lequel j'ai écrit, ronéotypé et colporté des exemplaires. Mais les conflits entre factions au sein du parti socialiste se sont infiltrés dans l'aile étudiante. Cette expérience m'a permis d'apprendre deux vérités importantes sur moi-même : (1) j'aime écrire et (2) je n'aime pas la politique et ses luttes intestines. Tant que ce que l'on aime faire ne fait pas de mal aux autres, mieux vaut faire ce que l'on aime faire que ce que l'on devrait faire.

L'année 1949 a été un tournant dans ma vie. Je me suis rendu à Madras pour assister au test-match de cricket de l'Inde de l'Ouest et, le jour du repos, j'ai rendu visite à mon ancienne camarade de classe, Vimala Pawar.

10. NdT : Jayaprakash Narayan (1902-1979) et Achyut Patwardhan (1905-1992) seront tous deux des théoriciens et hommes politiques, membres fondateurs du parti socialiste indien.

11. NdT : Rammanohar Lohia (1910-1967), intellectuel, militant nationaliste et membre fondateur du parti socialiste indien comme les précédents. Étudiant exceptionnel, en 1933, il soutient une thèse de doctorat en Allemagne, portant sur la taxation du sel en Inde et la théorie socio-économique de Gandhi. Il est l'un des cinquante étudiants indiens ayant soutenu un doctorat dans la première moitié du 20e siècle à Berlin (voir : <https://www.iaaw.hu-berlin.de/de/lohia>).



Nous avons décidé de nous écrire et, au fil des lettres, s'est épanoui un amour qui a conduit au mariage et à une relation qui a été l'influence la plus durable de ma vie.

J'avais moins de 21 ans lorsque je me suis marié en 1951 et, de toute évidence, je n'étais pas économiquement indépendant. Je suis devenu maître de conférences en chimie au Central College avec un « gros » salaire mensuel de 125 roupies<sup>12</sup>. Vimala et moi avons surmonté notre pauvreté et notre dépendance grâce à l'amour et notre premier enfant, Srilatha. En dehors du foyer, j'ai trouvé mon épanouissement dans l'enseignement, le cricket et la philosophie. J'ai subi l'influence d'un groupe d'intellectuels profondément préoccupés par la science et la société. Parmi eux, J. R. Lakshmana Rao et M. A. Sethu Rao, qui m'ont enseigné la chimie dans mon cours de science à Bangalore, et K. Srinivasan ont exercé une influence majeure sur moi<sup>13</sup>. Depuis quarante ans que je les connais, je ne les ai jamais entendus se plaindre des nombreuses injustices que la vie leur a fait subir. Ils possédaient un réservoir de contentement, une grandeur de caractère et une robustesse philosophique que j'ai essayé d'imiter. Lakshmana Rao a également allumé en moi un intérêt durable pour la philosophie et la pensée sociale.

En 1955, je suis allé à l'Imperial College, à Londres, pour mon doctorat. Vimala m'y a rejoint quelques mois plus tard. J'étais un étudiant pauvre et Vimala devait donc subvenir à ses besoins en travaillant. Néanmoins, ce furent des jours merveilleux. Nous avons vu des pièces de théâtre, visité des musées d'art, participé à des lectures de poèmes, et nous nous sommes fait de nombreux amis. Plus particulièrement, nous avons

12. NdT : Environ une centaine d'euros aujourd'hui.

13. NdT : J. R. Lakshmana Rao (1921-2017), professeur de chimie, associé aux mouvements anti-nucléaires et environnementaux, militant en faveur des mouvements de « science populaire », très actifs en Inde, et visant à rendre accessibles et explicites au plus grand nombre les questions et enjeux socio-techniques; M. A. Sethu Rao, également professeur de chimie et très actif à Bangalore, proche des Partis socialiste et communiste, il dirigera le Conseil des Sciences et Technologies du Karnataka.

développé une amitié avec Hyman Levy, professeur de mathématiques à l'Imperial College et auteur prolifique sur la pensée sociale<sup>14</sup>. J'ai lu ses livres, j'en ai discuté avec lui et j'ai appris à penser de manière dialectique sur des systèmes dynamiques. En tant que secrétaire du Club de philosophie des sciences, j'ai construit ma propre compréhension dans des discussions sur les perspectives des sciences. C'est à cette période que je dois le perfectionnement de mes compétences analytiques, ce qui s'est révélé inestimable par la suite.

1956 a également été l'année de la destruction des illusions politiques par la révélation des horreurs du stalinisme, l'écrasement du soulèvement hongrois et la guerre de Suez. Avec toute cette confusion politique, je me suis retiré dans la recherche et me suis concentré sur mon doctorat, lequel portait sur une étude par diffraction électronique de la structure et de la croissance des électrodépositions. Nous avons eu notre deuxième enfant et Vimala a dû abandonner son travail. Il n'y avait pas d'argent. J'ai donc cherché l'emploi à court terme le mieux rémunéré, celui de porteur de la *British Railways* à la gare de Waterloo à Londres. J'y ai travaillé pendant deux mois. C'était le travail le plus dur physiquement que j'ai effectué dans ma vie. J'ai subi des traitements à la fois humiliants et respectueux de la part des passagers dont je portais les bagages; mais ils m'ont appris à voir le monde à travers les yeux des travailleurs de force. Depuis lors, je n'ai plus jamais engagé de discussion avec un porteur au sujet de sa rémunération, car je me vois immédiatement à sa place.

Je suis rentré d'Angleterre au début de 1958 et j'ai obtenu un poste d'agent scientifique principal/chercheur au Central Electrochemical Research Institute (CECRI) à Karaikudi. J'y ai passé trois ans. C'était la première maison que Vimala et moi avions (notre logement à Londres n'était qu'un

14. NdT : Hyman Levy (1889-1975) fut professeur de mathématiques et directeur du département de mécanique durant de nombreuses années. Membre du Labour Party puis du Parti communiste de Grande-Bretagne, dont il est exclu en 1958 pour sa critique du traitement des populations juives en URSS, il est l'auteur de nombreux ouvrages, dont plusieurs dans une perspective philosophique matérialiste.

appartement de transit pour étudiant-e-s). Nombre de nos jeunes ami-e-s l'ont adoptée et en ont fait leur maison. Nous étions très pauvres. Mon salaire net était d'environ 450 roupies par mois. Je me déplaçais à vélo. Nous nous rendions une fois par mois en ville dans une charrette tirée par un poney. Mais, comme Vimala et moi l'avons remarqué depuis – avec tristesse – nous n'avons jamais plus été aussi hospitaliers qu'à l'époque.

À Karaikudi, j'ai rencontré trois électrochimistes exceptionnels : S. R. Rajagopalan (SRR), S. Sathyanarayana (qui ont tous deux travaillé avec moi) et S. K. Rangarajan que j'ai fait recruter au CECRI. SRR est devenu un ami proche de la famille et nous avons fait appel, en temps de crise, à ses connaissances encyclopédiques sur presque tout, par exemple, quand notre deuxième fille, Amala, a tardé à parler.

Au CECRI, notre groupe a été enthousiasmé par les recherches que nous avons menées. Nous travaillions principalement sur la structure et la croissance des électrodépositions. Mais les performances du CECRI étaient bien en deçà de son potentiel; il ne justifiait pas l'investissement qui lui était consacré. L'une des principales raisons était que les espoirs de primes conduisaient à des équipes conformistes et « sous-critiques ». En outre, la direction était motivée par des ambitions de gloire scientifique plutôt que par les intérêts de l'Institut. Sans grande vision pour stimuler le moral et le zèle de l'institution, l'atmosphère était désagréable. J'y ai vu les luttes intestines les plus laides que j'aie jamais rencontrées entre scientifiques; j'ai observé le sentiment de caste à son paroxysme; j'ai fait l'expérience de la discrimination de caste. Pour quelqu'un qui n'appartenait pas à la caste la plus élevée, l'orthodoxie était étouffante. Jusqu'à Karaikudi, j'avais la croyance naïve que les gens ne vous aimaient pas ou étaient hostiles à votre égard uniquement si vous leur faisiez du tort. Là, j'ai appris que l'attitude des gens à votre égard était en grande partie une réponse à la menace que vous représentiez pour leurs ambitions et leurs intérêts. Les relations interpersonnelles entre les scientifiques de haut niveau ne pouvaient pas être pires. J'étais généreux en valorisant mes assistant-e-s, mais cette générosité était détournée

pour suggérer que j'étais incapable de travailler seul. J'ai commencé à douter de mes capacités scientifiques. Ma confiance en moi est tombée au plus bas. J'ai commencé à souffrir de l'estomac et j'étais sur le point d'avoir un ulcère lorsque j'ai reçu une offre de bourse de recherche postdoctorale de l'Université de Pennsylvanie. J'ai accepté l'offre avec empressement. J'ai quitté Karaikudi en 1961 avec soulagement. J'étais, cependant, très inquiet du sort de mon ami SRR, même si j'avais porté ses capacités exceptionnelles à l'attention de Ramaseshan.

Je suis arrivé à Philadelphie et j'ai rejoint le laboratoire d'électrochimie du professeur J. O'M. Bockris composé principalement d'étrangers<sup>15</sup>. Plus tard, j'ai compris que la prolifération des fonds pour la recherche et le développement après la Seconde Guerre mondiale avait produit une nouvelle espèce de « leaders scientifiques », dont le point fort n'était pas la créativité, mais la capacité à obtenir des fonds. Une fois les fonds obtenus, les scientifiques étranger-e-s – d'origine indienne, pakistanaise, sri-lankaise, yougoslave, australienne, etc. – pouvaient être acheté-e-s grâce à des bourses de recherche et d'études. Et si elles/ils venaient avec un visa d'échange, il était même possible de contrôler leur avenir. Mais rien ne lie les gens comme un fléau commun. Il y avait une étroite camaraderie dans le laboratoire. Mais il y avait peu de joie dans la science qui était faite. La science n'était pas celle de mes rêves de jeunesse, un voyage excitant à travers les étendues sans piste de l'inconnu; c'était une atmosphère oppressante de commanditaires, de résultats, de dates limites, d'objectifs, de longues heures de travail plutôt que de productivité, d'attaques vicieuses, d'erreurs et d'omissions, de concurrences, d'éthiques douteuses, etc. Dans la vie quotidienne du laboratoire, peu d'attention était accordée aux préoccupations sociales, aux valeurs et à l'éthique. Il n'est pas étonnant qu'à l'extérieur, dans le

15. NdT : John O'Mara Bockris (1923-2013), professeur de chimie sud-africain, rejoint l'Université de Pennsylvanie en 1953.

monde des années 1960, il y a eu de sérieux doutes sur la moralité de la science et de sérieuses inquiétudes quant à ses liens avec la guerre et la destruction.

Du point de vue de mes recherches, ce furent des années merveilleuses. On m'avait demandé de développer l'ellipsométrie, c'est-à-dire l'étude des surfaces par l'analyse des variations de la lumière polarisée réfléchie. J'avais développé une nouvelle technique appelée chronoellipsométrie et je fis une présentation bien accueillie à la conférence du National Bureau of Standards sur l'ellipsométrie en 1963. Je fis également des présentations lors des célèbres conférences de Gordon sur l'électrochimie. J'ai pu ainsi reconstruire ma confiance qui avait été brisée à Karaikudi.

1964 est une année cruciale. Le succès s'est accompagné d'offres d'emploi dans l'industrie. J'ai passé des entretiens et je suis devenu de plus en plus exigeant en matière d'avantages sociaux. Mais les salaires ne sont pas une mesure de la liberté de choisir les problèmes à résoudre. Les scientifiques de l'industrie semblaient travailler en camisole de force. Après un entretien dans l'une de ces entreprises géantes où les bureaux des scientifiques sont alignés dans un hangar sans fin, je suis rentré à la maison et j'ai dit à Vimala que ce travail serait un destructeur d'âme, et que je deviendrais un mercenaire. Elle a dit : « Rentrons à la maison! »

C'est à ce stade que Bockris m'a demandé de l'aider à éditer, pour la publication, environ 150 pages dactylographiées de ses notes de cours sur l'électrochimie. Dès la première discussion, il m'a dit qu'il voulait quelque chose de nouveau qui ne soit pas basé sur ses notes. Il a rédigé un contrat faisant de moi un second auteur. C'est ainsi que j'ai été amené à rédiger *Modern Electrochemistry* de Bockris et Reddy – un livre en deux volumes de 1400 pages qu'un critique a appelé la bible de l'électrochimie.

Ce livre a été à la fois une agonie et une extase. L'agonie, c'étaient les discussions interminables qui aboutissaient à des changements marginaux, les brouillons après brouillons, l'expansion continue du

contenu, les semaines qui s'étiraient en mois et les mois en années, la tension, l'impact négatif sur ma vie familiale (par exemple, ma plus jeune fille, Lakshmi, s'est mise à détester tout ce qui était intellectuel parce que c'était ce qui la privait de la compagnie de son père), etc. L'extase consistait à découvrir l'électrochimie par moi-même, à m'enthousiasmer pour cette découverte et à en faire un récit très frais. C'est cette excitation et cette fraîcheur que le lectorat a trouvé stimulantes, excellentes pour l'autoapprentissage, à tel point que le livre est fréquemment volé dans les bibliothèques. Le livre a traîné de 1964 à mon retour en Inde et n'a finalement été terminé qu'en 1969. Pour un livre technique, c'était un best-seller et une source d'argent. Mais surtout, il m'a rendu célèbre dans le monde de l'électrochimie.

Nous sommes retournés en Inde en 1966. Après six années passées aux États-Unis en tant que boursier postdoctoral et directeur de recherche, et de nombreuses contributions à la recherche, notamment sur l'ellipsométrie, je suis devenu professeur adjoint au département de chimie inorganique et physique à l'Institut Indien des Sciences. Mais c'était surtout merveilleux de revenir à Bangalore et de donner aux enfants un foyer et une atmosphère heureuse pour grandir.

J'ai commencé à effectuer des recherches avec une équipe d'étudiant-e-s. Le travail expérimental était difficile. Il fallait construire des installations. Et l'argent était rare. Finalement, la plupart des étudiant-e-s ont obtenu leur doctorat. *Modern Electrochemistry* a enfin été publié. Les une à trois invitations par an à prendre la parole lors de conférences internationales permettaient de mesurer son succès. Mais mes recherches n'avaient pas de grand thème. Il m'est apparu que la plupart des découvertes fondamentales avaient déjà été faites en électrochimie et que cette dernière était donc devenue une science appliquée. J'ai essayé de donner à mes recherches une orientation appliquée. Sathyanarayana et moi avons entrepris le développement local du système de batterie au magnésium et au dioxyde de manganèse et nous avons commencé à avoir du succès.

Je suis également devenu consultant pour Sandur Manganese and Iron Ores Ltd, la société de mon camarade de collègue, M. Y. Ghorpade. J'ai aidé à recruter et à former une équipe d'ingénieur-e-s. Nous avons utilisé « l'ingénierie inversée » ou « rétro-ingénierie »; nous sommes partis de la technologie importée et avons essayé de comprendre sa base de conception. Le savoir-faire en matière de conception est la forme la plus élevée de savoir-faire; il est supérieur au savoir-faire en matière de construction, de maintenance et d'exploitation. L'équipe est devenue extrêmement compétente dans le domaine de l'électrometallurgie et elle occupe désormais des postes de direction dans l'entreprise.

1973 a été une année de crise personnelle. Tout d'abord, nous avons appris que le système de batterie dioxyde de magnésium/manganèse que nous développions était testé au Ladakh. Cette information m'a bouleversé, car j'ai compris que notre travail faisait partie d'un effort de défense contre les Chinois et j'ai estimé que le peuple indien n'avait aucune querelle avec le peuple chinois. Je ne voulais pas la moindre contribution à ce type d'avancées scientifiques, si c'est ce à quoi elles devaient aboutir<sup>16</sup>.

Deuxièmement, il est devenu évident que les électrochimistes que j'avais fait venir au département de chimie inorganique et physique pour créer un centre d'excellence en électrochimie effectueraient un travail individuel remarquable, mais qu'ils ne se fonderaient jamais dans une école. Mon rêve ne se réaliserait pas. Ce n'est que bien plus tard que j'ai entendu ce dicton : « Un Indien = trois Japonais; un Japonais = trois Indiens », ce qui est censé indiquer que, dans des situations typiques, les scientifiques indien-ne-s sont brillant-e-s individuellement, mais sans espoir en tant qu'équipe, car elles/ils ne peuvent pas travailler ensemble. Non seulement elles/ils ne produisent aucune synergie, mais le tout peut même être inférieur à la somme des parties.

16. NdT : La région du Ladakh/Cachemire est un lieu de contestation de frontière et l'objet en 1962 d'une guerre entre la Chine et l'Inde, dont les affrontements ouverts cessent au bout d'un mois, mais dont les revendications de territoires sont toujours d'actualité.

Au cours de cette crise, il s'est produit un événement rare, une expérience unique qui a modifié toute ma façon de penser. J'ai assisté à une conférence sur *Poverty in India* donnée par le professeur C. T. Kurien (alors membre du département d'économie du Christian College de Madras) au Centre chrétien œcuménique de Bangalore<sup>17</sup>. Se référant au livre de Dandekar et Ratgh, le professeur Kurien a déclaré que la pauvreté avait augmenté avec l'industrialisation. Cette observation a ébranlé ma foi nehruvienne dans le dicton : « Plus de science et de technologie = plus d'industrialisation = moins de pauvreté »<sup>18</sup>.

Une période de recherche intense a alors commencé. Elle n'était ni organisée ni ciblée. J'avais vraiment à tâtons. J'ai fait un petit pas en avant lorsque j'ai présenté un document intitulé *An Asian Science to combat Asian Poverty (Une science asiatique pour combattre la pauvreté en Asie)* lors de la conférence *One Asia* à Delhi, organisée par la Fondation de la presse asiatique. J'ai soutenu que le lien entre industrialisation et pauvreté découle de la nature d'un modèle d'industrialisation appuyé sur une technologie occidentale importée, à forte intensité de capital et d'économie de main-d'œuvre, et qu'une véritable lutte contre la pauvreté

17. NdT : Dandekar, Vishnu M. et Nilakanth Rath, *Poverty in India*, Poona, Indian School of Political Economy, 1971. L'ouvrage, assez bref, connaît une importante audience, en proposant pour la première fois une estimation chiffrée de l'importance de la pauvreté en Inde, évaluée à 40 % des ruraux et 50 % des urbains. Les auteurs préconisent la mise en place d'un programme massif de chantiers ruraux afin d'équilibrer les différences importantes de richesse et de propriété. Voir par exemple : Gilbert Étienne, « Pauvreté absolue : la tentation de l'impossible et les faux-semblants », dans *Il faut manger pour vivre... Controverses sur les besoins fondamentaux et le développement*, Genève, Graduate Institute Publications, 1980. En ligne : <http://books.openedition.org/iheid/3635>

18. NdT : A. K. N. Reddy évoque ici la notion de *Nehruvian science*, c'est-à-dire la place et le rôle dévolu à la science par Jawaharlal Nehru (1889-1964), artisan important de l'Indépendance et premier ministre de l'Inde de 1947 à 1964. Il a notamment « présenté la science comme un programme de prestations, engagé à remédier à des problèmes sociaux fondamentaux comme la mauvaise santé et la pauvreté, un engagement en responsabilité devant l'État et le public ». David Arnold, "Nehruvian Science and Postcolonial India", *Isis*, 104: 2, 2013, 360-370 (ici p. 360). En ligne : <https://www.journals.uchicago.edu/doi/full/10.1086/670954>



nécessite une science et une technologie différentes, une « science asiatique ». Le document a attiré l'attention de plusieurs universitaires, dont les Myrdal<sup>19</sup>.

La véritable « percée » personnelle a été réalisée à Bangalore. C. Subramaniam<sup>20</sup> organisait des conférences de scientifiques pour recueillir les réactions au document du Comité national des sciences et de la technologie (NCST) intitulé *Une approche du plan scientifique et technologique*. [Était-ce la dernière fois que les scientifiques seraient consulté-e-s aussi largement? Il est certain, quoi qu'il en soit, que le Conseil scientifique consultatif de Rajiv Gandhi n'a pas assuré une discussion de ses documents à l'échelle du pays<sup>21</sup>]. Ramaseshan<sup>22</sup> avait été tellement impressionné par mon exposé à la conférence *One Asia* qu'il a insisté auprès de Satish Dhawan, l'hôte de la conférence de Bangalore, pour que j'y participe en tant qu'intervenant.

19. NdT : Karl Gunnar Myrdal (1898-1987), économiste et sociologue suédois, prix Nobel d'Économie en 1974 et son épouse Alva Myrdal (1902-1986), sociologue et diplomate suédoise, prix Nobel de la Paix en 1982. La place et la pratique de la multidisciplinarité dans les études sur le développement, la reconnaissance des valeurs des pays des Suds et des travaux des sciences sociales locales, la critique des concepts économiques occidentaux sont notamment des éléments - que reprendra largement à son propre compte Reddy - défendus par G. Myrdal dans son ouvrage influent *Asian Drama: An Inquiry into the Poverty of Nations*, paru en 1968. Voir Stewart F., "Myrdal's Methodology and Approach Revisited", In *Asian Transformations: An Inquiry into the Development of Nations*, Oxford University Press, 2019, 52-79. En ligne : <https://oxford.universitypressscholarship.com/view/10.1093/oso/9780198844938.001.0001/oso-9780198844938-chapter-3>
20. NdT : C. Subramaniam (1910-2000), important ministre à plusieurs reprises dans l'Inde indépendante et un des artisans de la « révolution verte » agricole.
21. NdT : Rajiv Ratna Gandhi (1944-1991), sixième premier ministre de l'Inde de 1984 à 1989.
22. NdT : Sivaraj Ramseshan (1923-2003), spécialiste de la cristallographie, qui dirigera l'Institut Indien des Sciences.

J'ai présenté un document sur le choix des technologies alternatives dans lequel je soutenais que l'Inde était une société duale avec "...des îlots de richesse des élites au milieu de vastes océans de pauvreté des masses..."<sup>23</sup>, et que cette pauvreté était principalement due à l'insuffisance d'emplois générateurs de revenus dans les campagnes, et que ces emplois ne pourraient pas venir d'une industrialisation à forte intensité de capital. J'ai attaqué la science et la technologie indiennes pour s'être fermement alliées au modèle élitiste d'industrialisation occidentale, et j'ai demandé qu'elles se consacrent elles-mêmes à la création d'un modèle alternatif à faible niveau de capital, forte intensité de main-d'œuvre, et doté de technologies pertinentes pour les pauvres des zones rurales.

Me souvenant du héros du roman *Le talon de fer* de Jack London s'adressant au club des capitalistes, je m'attendais à être crucifié par les scientifiques, mais à ma grande surprise, ma présentation a été accueillie par un tonnerre d'applaudissements<sup>24</sup>. On a de la chance s'il l'on connaît quelques moments de gloire de ce genre dans une vie. Mais les applaudissements n'étaient pas pour moi; c'était surtout parce que je m'étais fait l'écho de préoccupations partagées par un grand nombre de personnes. Il y a eu un épisode intéressant au cours de la discussion qui a suivi. Un scientifique bien connu m'a attaqué en ces termes : « Reddy nous demande de revenir en arrière! » et C. Subramaniam, qui présidait la session, a bondi et a dit : « Non! Non! Il nous fait avancer! ».

23. NdT : Une formule proche, comme le rapporte Gilbert Étienne, est employée par l'hebdomadaire *The Far Eastern Economic Review* le 13 juillet 1979, en mentionnant à propos de l'Asie « des îles capitalistes prospères dans un océan de petits propriétaires appauvris et de travailleurs sans terre » (« Pauvreté absolue : la tentation de l'impossible et les faux-semblants », *op. cit.*, 30).

24. NdT : *Le talon de fer* de Jack London est un roman d'anticipation politique de tonalité marxiste paru en 1908. Il suppose la survenue, aux États-Unis, d'une révolution ouvrière semblable à la révolution russe qui aura lieu en 1917, mais qui se trouve dans le livre écrasée par le « talon de fer » de l'oligarchie étatique et bourgeoise. La scène évoquée par Reddy se déroule dans une réunion d'un « think tank » privé très sélectif, le « club des philomathes » - à laquelle est invité comme orateur le leader et théoricien/héros du mouvement de révolte -, un club dont « les membres étaient les plus riches de la société et les plus forts esprits parmi les riches, avec, naturellement, un petit nombre de scientifiques pour donner à l'ensemble une teinte intellectuelle » (trad. Louis Postif, éd. Phébus, 2003, p. 81).

Mais ce qui a été vraiment gratifiant, c'est le grand nombre de professeurs de l'Institut qui sont venus me voir après la présentation pour exprimer leur accord. Plus important encore, ils ont déclaré vouloir faire quelque chose pour mettre en œuvre une science et une technologie alternatives. Comme ils n'étaient pas des spécialistes des sciences sociales, ils ne pouvaient pas présenter leur critique et « rentrer chez eux et prendre le thé »; ils devaient modifier l'orientation de leur travail<sup>25</sup>.

C'est alors que j'ai pris la décision d'abandonner l'électrochimie. Je sentais que je devais « brûler mes ponts ». Sinon, ai-je pensé, si les choses devenaient difficiles dans le domaine de la technologie rurale, comme j'étais sûr qu'elles le deviendraient, je risquais d'être tenté de m'échapper vers l'expertise que j'avais acquise en électrochimie. À cette époque, j'étais encore capable de partir de rien et de reproduire n'importe laquelle des équations contenues dans les deux volumes de *Modern Electrochemistry*.

C'est ainsi qu'est née ASTRA (Application of Science and Technology for Rural Areas), en 1974, pour initier et promouvoir des travaux d'intérêt rural au sein de l'Institut Indien des Sciences. Tout à fait délibérément, ASTRA a été conçue comme un effort multidisciplinaire s'appuyant sur l'expertise des différents départements disciplinaires. D'importantes présentations ont été faites au corps enseignant et aux étudiant-e-s et, à la demande du directeur de l'Institut, Satish Dhawan, à la Commission sénatoriale de la recherche et de la politique universitaire.

C'était une époque grisante. Les meilleurs et les plus brillants éléments de l'Institut travaillaient pour ASTRA ou le soutenaient. Les séminaires ouverts d'ASTRA étaient très fréquentés. Un certain nombre de projets étaient entrepris. Il y avait de la camaraderie. Le soutien et l'amitié de Krishna Prasad et de Jagadish étaient particulièrement précieux. ASTRA était une communauté de scientifiques et d'ingénieurs en interaction.

25. NdT : Reddy n'échappe pas ici à la reproduction de certains préjugés des sciences exactes en direction des sciences sociales...

Nous avons découvert comment construire une équipe d'Indiens - créer une vision commune. Mais la vision doit être assez grande pour inspirer et la vision doit être partagée.

Cependant, le soutien des étudiant-e-s à ASTRA n'a jamais été suffisant. L'ensemble du résultat aurait été différent si un mouvement politique ou étudiant nous avait soutenus. La gauche doit assumer une grande part de responsabilité dans cette situation - dans l'ensemble, elle préférerait un modèle d'activité où, entre les heures de bureau, elle ne remettait pas en question son travail - même s'il profitait à l'élite - tant que, après les heures de bureau, elle s'énevrait à distance sur des causes lointaines comme Cuba. Plus fondamentalement, la gauche communiste indienne n'a jamais remis en question la technologie capitaliste. Au contraire, j'affirmais de mon côté en 1973 que « ... la technologie est comme le matériel génétique; elle porte le code de la société dans laquelle elle a été conçue, et, dans un milieu favorable, elle reproduit cette société... ». Plus tard, j'ai appris avec humilité que je ne faisais que développer les préoccupations que Gandhi, Kumarappa et Lohia avaient exprimées<sup>26</sup>.

En 1975, j'ai participé avec M. Y. Ghorpade, alors ministre des Finances du Karnataka, et Satish Dhawan à la création du Karnataka State Council for Science and Technology (KSCST), afin de réunir le gouvernement et les institutions scientifiques pour résoudre les problèmes de pauvreté au Karnataka. Alors qu'ASTRA se concentrait sur la création de technologies, le KSCST devait se consacrer à la diffusion de solutions technologiques.

26. NdT : Mohandas Karamchand Gandhi (1869-1948), formé en Angleterre, a débuté comme avocat, en Afrique du Sud. Il deviendra ensuite un leader moral de stature universelle en même temps qu'un artisan décisif et un symbole de l'indépendance et de l'unité indienne. Une très petite partie de ses écrits, très nombreux, sont traduits en français. Ils traitent, outre de la réalisation de soi, de la proscription de la violence dans les relations interpersonnelles et du combat contre le colonialisme, de la lutte contre les inégalités, de la remise en cause du machinisme et de l'industrialisme destructeurs, de l'intérêt pour le végétarisme. Gandhi sera également un expérimentateur d'une vie simple, la plus possible autosuffisante et communautaire, avec deux petites fermes en milieu rural qui seront ses lieux de résidence, en Afrique du Sud puis en Inde. J. C. Kumarappa (1892-1960), économiste proche de Gandhi. Sur Lohia, voir note 11 ci-dessus.

Depuis lors, le KSCST est devenu un modèle pour les conseils d'État. Il a mis sur pied plusieurs activités et programmes novateurs : le Karnataka Rajya Vijnana Parishad (programme de vulgarisation scientifique et de science populaire), le programme de projets étudiant-e-s (pour financer des projets étudiants pertinents dans les écoles d'ingénieurs de l'État), les centres de développement de produits (pour commercialiser les produits/appareils issus de projets étudiants réussis), la cellule de surveillance de la sécheresse (une base de données contenant les informations nécessaires à la prise de décisions en cas de sécheresse), etc.

L'un des premiers résultats d'ASTRA a été l'article de 1974 intitulé « Biogas Plants. Problems, Prospects and Tasks » (« Les installations de biogaz. Problèmes, perspectives et missions ») publié dans *Economic and Political Weekly* par C. R. Prasad, Krishna Prasad et moi-même. Le papier disait beaucoup de choses importantes qui restent valables. Par exemple, il montrait que le programme officiel de biogaz basé sur des installations de biogaz à l'échelle familiale ne permettait pas de résoudre le problème de l'énergie et qu'il ne s'étendrait pas au-delà de l'élite rurale. Il montrait au contraire les économies d'échelle associées aux installations communautaires de biogaz. Bien qu'il ne s'agissait que d'une démonstration théorique, l'article a immédiatement attiré l'attention internationale et nationale. Sur le plan international, il a été largement cité.

Malheureusement, le programme national de biogaz avait l'impression que nous empiétions sur son territoire. Et c'est ainsi que j'ai découvert un problème important lié au travail en Inde : certains sujets deviennent des territoires réservés, et lorsque des « étrangers » travaillent sur ce sujet, ils sont traités comme des envahisseurs. Une bonne partie du problème vient du fait que ces « étrangers », avec une main-d'œuvre, de l'argent et des ressources extrêmement limitées, mais avec le dévouement, la fraîcheur et l'innocence des nouveaux arrivants, obtiennent bien plus que les grandes institutions créées pour le sujet. Ils exposent ainsi l'inefficacité de la *Big Science* et de ses bureaucraties; par conséquent, ils sont une menace. Mais leur concurrence est essentielle au progrès, et elle

peut venir principalement des universités, c'est pourquoi il faut soutenir ces dernières. Ces « outsiders » doivent également garder leur fraîcheur d'âme à distance des pouvoirs de Delhi.

L'article sur le biogaz a également révélé l'existence de nouveaux alliés dont nous n'avions pas conscience. Le professeur K. N. Raj m'a rendu visite à mon domicile pour faire l'éloge de l'article sur le biogaz et nous encourager à poursuivre nos travaux sur l'interface technologie-économie<sup>27</sup>. Il a poursuivi en disant m'inviter à donner des séminaires au Centre d'études sur le développement, à Trivandrum, et à rejoindre le Conseil d'administration du Centre, une association qui s'est poursuivie pendant plus de 16 ans. J'ai une immense dette de gratitude envers le professeur K. N. Raj pour m'avoir fait sentir que ce que nous faisons était important et que la manière dont nous le faisons était la bonne. Cette inspiration et ces encouragements de la part d'un éminent économiste ont été extrêmement importants, car la technologie rurale nous a obligés à travailler dans de nouveaux domaines ayant des dimensions économiques. Nous y sommes allés avec beaucoup d'appréhension, pensant que « les imbéciles se précipitent là où les anges craignent de marcher! ». Pourtant, nombre d'éminents économistes ont été enthousiastes à l'égard de nos écrits. Je me souviens en particulier de la grande économiste de Cambridge Joan Robinson me disant, lorsque j'ai exprimé avec hésitation mon ignorance de l'économie conventionnelle : « N'apprenez pas ce genre de choses; vous vous débrouillez bien! »<sup>28</sup> ...

En 1975, j'ai pu profiter d'un congé sabbatique au siège du Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE), à Nairobi au Kenya. Les choses ne se sont pas passées comme prévu. Avant de m'y rendre, on m'avait assuré que je pourrais faire plusieurs voyages en Inde pour rester en contact avec ASTRA. Après avoir atterri à Nairobi, j'ai découvert

27. NdT : Kakkadan Nandanath Raj (1924-2010), économiste indien keynésien spécialiste de la monnaie, conseiller de plusieurs premiers ministres.

28. NdT : Joan Violet Robinson (1903-1983), économiste britannique importante, qui se préoccupa particulièrement de la pauvreté dans les pays des Suds.

que la direction avait changé. J'étais puni et privé de sortie. Deux de mes collègues d'ASTRA m'ont menacé de ne pas soutenir la proposition que nous avions soumise conjointement au ministère des Sciences et de la Technologie, si je ne revenais pas dans un an. Je suis revenu au bout d'un an, mais les deux collègues avaient démissionné, l'un pour bâtir son propre empire et l'autre pour partir sous des cieux étrangers. La bonne nouvelle a été que le PNUE m'a demandé de développer un cadre conceptuel pour des technologies appropriées et respectueuses de l'environnement, et m'a ainsi fourni une formidable opportunité d'en apprendre davantage sur la nature profonde de la technologie occidentale et sur le développement.

La première chose que j'ai apprise est que le développement ne doit pas être assimilé à la simple croissance (mesurée par le PNB). Ce qui s'est déroulé en Inde est une distorsion du développement. Le véritable développement est un processus de croissance qui vise (a) la satisfaction des besoins fondamentaux, en commençant par les besoins des plus démunis, (b) le renforcement de l'autonomie et (c) l'harmonie avec l'environnement. J'ai suivi cette conception du développement pendant près de deux décennies et je n'ai trouvé aucune raison de l'abandonner.

Cependant, la controverse de la Narmada m'a forcé à inclure dans la définition une insistance sur le fait que les bénéfices des projets de développement doivent commencer par les personnes sur les sites du projet et ensuite rayonner vers l'extérieur; sinon, ces personnes situées à l'épicentre même du projet deviennent les victimes du développement<sup>29</sup>.

29. NdT : La Narmada, l'un des fleuves sacrés de l'Inde, a été fortement transformée en raison de l'aménagement d'un vaste réseau de barrages hydroélectriques, très contestés, commencés dès la période du gouvernement de Jawaharlal Nehru (1947-1964). Voir Crémin E., 2009. « 'Les temples de l'Inde moderne' : un grand barrage dans un lieu saint de la Narmada (Madhya Pradesh) », *Géocarrefour*, vol. 84/1-2. En ligne : <http://journals.openedition.org/geocarrefour/7252>

Je me suis également rendu compte que, aussi attrayante que soit la technologie moderne, elle a certaines tendances intrinsèques indésirables - elle tend à amplifier les inégalités, à éloigner les gens de leur travail et les uns des autres, et à dégrader l'environnement. Tout cela est entré dans une publication du PNUE intitulée *Technology, Development and the Environment: a Reappraisal (La technologie, le développement et l'environnement : une réévaluation)* qui est peu connue; pour mon évolution, cependant, elle a eu un rôle séminal<sup>30</sup>.

Je suis revenu de mon congé sabbatique en 1976 après avoir résisté aux tentations d'un emploi à l'ONU, avec ses salaires et ses avantages triviaux - Vimala m'a dit à Nairobi : « Si tu continues ici, tu seras détruit! ». Je me suis plongé dans le travail d'ASTRA. Le centre d'expérimentation a été établi dans le village d'Ungra et nous avons commencé nos études de l'écosystème d'Ungra avec une excellente équipe de recherche organisée par N. H. Ravindranath (Ravi)<sup>31</sup>. Nous avons réalisé ce qui était probablement la première étude des modes de consommation d'énergie dans les villages.

Pour cela, nous devons beaucoup à cette merveilleuse personne qui n'est plus, J. P. Naik, alors secrétaire du Conseil indien pour la recherche en sciences sociales (ICSSR). Au cours d'une pause-café lors d'une réunion à Delhi, je lui ai mentionné que nous en savions beaucoup plus sur la façon dont l'énergie est utilisée à Londres ou à New York que sur l'énergie dans les villages situés à 10 km de l'Institut indien des sciences et que j'aimerais donc étudier les sources et les utilisations finales de l'énergie dans les villages. Il m'a rapidement demandé quelle somme d'argent il nous fallait et, en quelques jours, nous avons obtenu une subvention de l'ICSSR. Des personnes aussi visionnaires et généreuses sont rares - sans elles, les travaux pionniers et non conventionnels n'auraient pas lieu.

30. NdT : Voir sa traduction plus loin dans le présent ouvrage.

31. NdT : professeur au centre des énergies renouvelables de l'Institut Indien des Sciences : <http://ces.iisc.ernet.in/ravi/nhr%20Homepage.htm>



À partir des modes de consommation d'énergie dans les villages, nous avons approfondi notre étude des écosystèmes villageois pour concevoir et construire des centres d'énergies pour les campagnes. Le travail sur les écosystèmes a nécessité un important travail d'enquête et d'analyse des données. L'équipe a vécu dans les bâtiments d'expérimentation du village d'Ungra.

Au plus fort de notre activité, j'y effectuais chaque semaine des visites de quelques jours. Vimala et moi vivions dans une maison de 30 mètres carrés, sans meubles, sans électricité et sans toilettes à chasse d'eau, mais ces jours ont été parmi les plus heureux de notre vie. Il n'est pas indifférent de mentionner ici l'importance des conjoint-e-s dans les entreprises peu orthodoxes comme ASTRA - vous ne pouvez pas mener un combat dans la société si vous ne bénéficiez pas d'un soutien inconditionnel dans votre foyer pour ce genre de folies. Et Vimala m'en a donné en abondance!

Les discussions étaient excellentes et le processus d'apprentissage était intense. Nous avons mis à jour de nombreuses idées. Apprendre de son propre environnement est certainement une heuristique plus puissante que de copier l'Occident. Malheureusement, une grande partie du travail (au moins une demi-douzaine d'articles) n'a pas été publiée, bien qu'elle ait été rédigée par Ravi et ses collègues. Je suis entièrement responsable de ce péché par omission, c'est-à-dire le fait d'avoir quitté un domaine ou une activité avant de rédiger les articles. En fait, j'avais déjà commis ce péché deux fois au cours de ma carrière - lorsque j'avais quitté Karaikudi et lorsque j'ai abandonné l'électrochimie. En me lançant dans une nouvelle entreprise, à savoir les stratégies énergétiques mondiales, avant d'avoir terminé la précédente, à savoir la publication de nos études sur les écosystèmes, je me suis retrouvé dans une situation où les nouvelles tâches urgentes ont pris le pas sur les anciens engagements importants.

1978 a été une année importante pour mon avenir. J'ai rencontré Theodore (Ted) Taylor lors d'une réunion de l'Académie Nationale des Sciences d'Inde (INSA) à Delhi et j'ai été fortement impressionné par lui. Voilà

un physicien nucléaire qui, après avoir conçu toute une génération de bombes atomiques à Los Alamos a tout abandonné pour mener une croisade contre les armes nucléaires et pour l'énergie solaire<sup>32</sup>. Que des changements aussi majeurs puissent se produire dans une vie professionnelle m'a toujours impressionné. Nous sommes devenus de bons amis et j'ai appris de lui l'importance de ce qu'il appelle dans tout contexte : « *Prendre le temps d'y réfléchir* ». La plupart des mises en œuvre échouent parce que leur auteur n'a pas su « *prendre le temps d'y réfléchir* ».

En 1978, j'ai également rencontré José Goldemberg lors d'une réunion organisée par lui à Sao Paulo où j'ai présenté les résultats de l'étude d'ASTRA sur les modes de consommation d'énergie. Nous nous sommes découvert une identité de point de vue et une convergence de perspectives et nous avons commencé une amitié durable qui a donné lieu à une importante et durable collaboration<sup>33</sup>.

La même année, sur le chemin du retour en Inde, j'ai visité le Center for Energy and Environmental Studies de l'Université de Princeton, à la demande de Ted Taylor qui y enseignait alors. J'ai établi des rapports instantanés avec un certain nombre d'éminents scientifiques - Bob Williams, Rob Socolow, Frank von Hippel, Hal Feiveson, Gautam Dutt et d'autres<sup>34</sup> - qui avaient tous tourné le dos à la physique conventionnelle pour les études sur les énergies et l'environnement. J'ai trouvé des esprits

32. NdT : Theodore Taylor (1925-2004), physicien nucléaire américain, qui change de perspective vers 1966 pour mettre en garde contre les risques liés à la fission et à la prolifération. Voir : <https://www.nytimes.com/2004/11/05/us/theodore-taylor-a-designer-of-abombs-who-turned-against-them-dies-at-79.html>

33. NdT : José Goldemberg (1928-), physicien, enseignant universitaire et chercheur brésilien, ministre de l'Environnement du Brésil en 1992, spécialiste international des questions d'énergie et d'environnement.

34. NdT : Robert H. Socolow (1937-), physicien américain, directeur associé du Centre d'Études Environnementales de l'Université de Princeton; Franz Von Hippel (1937-), physicien américain et professeur de Relations Internationales à l'Université de Princeton, de même que Harold Feiveson (1935-); Gautam Dutt (1949-), chercheur indien à l'Université de Princeton spécialiste des énergies renouvelables.

partageant les mêmes idées, avec des préoccupations sociales profondes et une vraie détermination à poursuivre une recherche scientifique plus humaniste. J'ai trouvé des réactions inattendues - par exemple, le physicien de premier plan Freeman Dyson<sup>35</sup>, de l'Institut d'études avancées, me confiant après mon séminaire : « Je vous envie! ».

Leur appréciation du travail et des efforts d'ASTRA contrastait fortement avec le mépris et le dédain de la majeure partie de l'establishment scientifique en Inde. Il n'y avait certes pas de mal à faire à la réunion du Comité national des sciences et de la technologie (NCST) - comme l'avait fait Ramaseshan - une exhortation perspicace et passionnée telle que : « Nous, en tant que scientifiques, sommes des observateurs et observatrices intelligent-e-s. Ce qui nous manque, c'est 'l'exposition directe'. Ainsi, tout ce dont nous avons besoin, c'est de vivre pendant un certain temps dans un environnement rural, et alors nous serons en mesure d'identifier les problèmes ». Mais, dès qu'ASTRA a essayé de mettre en œuvre cette suggestion, elle s'est retournée contre nous en dénigrement. Était-ce parce qu'ASTRA secouait le bateau de la science conventionnelle, montrait un exemple moins confortable, exigeait une nouvelle orientation, plus menaçante, pour la science et la technologie? En bref, était-ce parce qu'ASTRA changeait le paradigme du travail scientifique?

Le directeur d'une prestigieuse institution publique a déclaré publiquement que ceux et celles qui échouaient dans les sciences se tournaient vers la technologie rurale. L'éditeur d'un journal scientifique indien a déclaré : « Ce que fait Reddy n'est pas de la science. Je ne le publierai jamais dans ma revue! ». Ce n'était pas facile à vivre. Les mentors sont devenus des bourreaux, les amis des adversaires, et les collègues

35. NdT : Freeman Dyson (1923-2020), physicien et mathématicien anglais devenu américain, spécialiste de l'électrodynamique quantique et de l'ingénierie nucléaire.

des détracteurs. L'intensité de la critique s'est accrue au fur et à mesure que grandissait la reconnaissance nationale et internationale du travail d'ASTRA.

La situation a été aggravée par le film de la BBC *West of Bangalore* qui a fait connaître ASTRA dans le monde entier<sup>36</sup>. Au niveau national, j'ai reçu le Rathindra Puraskar<sup>37</sup> à Shantiniketan, et après avoir entendu le palmarès, Indira Gandhi m'a dit en me remettant le prix : « Cela a dû demander un rare courage! »<sup>38</sup>. Les compagnons de route communistes se sont moqués : « Cette technologie rurale est une ruse des pays industrialisés pour nous maintenir à l'âge des charrettes à bœufs! Regardez, la Banque mondiale la soutient. ». Avec ce raisonnement, ils auraient dû de même rejeter les barrages, les centrales électriques, etc., qui tous ont été financés par la Banque mondiale.

Ceux et celles qui veulent révolutionner un paradigme doivent être prête-s à lutter et à être seul-e-s. Il n'y avait pas un Gandhi, ni un Raman vers qui se tourner pour obtenir du soutien. Cependant, il y avait quelques partisans inébranlables, bien que tacites, parmi les scientifiques - Satish Dhawan était un phare parmi eux - et d'autres scientifiques comme C. V. Seshadri ont également décidé de changer de cap<sup>39</sup>. Et dans mon cas, Vimala est restée « constante comme l'étoile du Nord »! Ce que les travailleurs et travailleuses d'ASTRA avaient en abondance, c'était la conviction de la voie qu'ils/elles avaient choisie et la foi en leur réussite. Cette foi était une source cruciale de force - en dernière analyse, la foi est ce qui nous pousse à continuer lorsque rien ne laisse présager que nos

36. NdT : Christopher Sykes, *West of Bangalore*, documentaire TV de la BBC, mars 1981, 50 mn. En ligne sur la chaîne du réalisateur : <https://www.youtube.com/watch?v=wGHT04GLVQA>

37. NdT : Le Rathindra Puraskar est décerné chaque année à la mémoire de feu Rathindranath Tagore.

38. NdT : Indira Gandhi (1917-1984), fille de Jawaharlal Nehru et 3ème premier ministre de l'Inde (1966-1977), nommée à nouveau en 1980 et jusqu'à son assassinat en 1984.

39. NdT : Chetput Venkatasubban Seshadri (1930-1995), ingénieur chimiste puis professeur et directeur du département de chimie de l'université de technologie de Kanpur en Uttar Pradesh.

efforts seront couronnés de succès ou que rien ne justifie ce que nous faisons. Heureusement, les villageois-es de la région d'Ungra n'ont jamais perdu leur foi en ASTRA.

Et ASTRA s'est maintenue dans un nombre record de publications. J'ai édité une monographie sur *La technologie rurale* qui a suscité une grande attention. Il a même été suggéré que la technologie rurale pourrait devenir le thème d'une revue distincte, mais celles et ceux qui se battaient pour obtenir des articles dans les revues conventionnelles ont estimé que cela deviendrait une menace.

Ma visite à Princeton en 1978 a initié un cycle de visites annuelles au printemps, au cours desquelles d'anciennes amitiés se sont approfondies et de nouvelles se sont formées. C'est en 1980 que j'ai eu la chance de rencontrer Thomas Johansson de l'Université de Lund.

José Goldemberg, Thomas Johansson, Robert (Bob) Williams et moi avons commencé une collaboration qui allait jouer un rôle majeur dans ma vie<sup>40</sup>. Ce qui a initié et soutenu cette collaboration entre nous quatre est d'une importance considérable. Chacun d'entre nous a commencé sa carrière en tant que physicien et s'est finalement tourné vers la recherche énergétique. En outre, nous vivions et travaillions dans différents pays - Brésil, Suède, Inde et États-Unis - situés sur quatre continents. De plus, nos origines culturelles et nos expériences étaient diverses. Malgré tout cela, nous avons tissé des liens et fonctionné comme une équipe bien soudée, réalisant ensemble ce qu'aucun d'entre nous n'aurait pu accomplir individuellement.

Nos rencontres à l'occasion de diverses réunions internationales et nos visites à Princeton ont rapidement révélé une quantité remarquable de valeurs et de préoccupations communes concernant l'interaction entre

40. NdT : José Goldemberg (1928-), physicien brésilien, ministre de l'Environnement en 1992; Thomas B. Johansson, physicien suédois, professeur à l'université de Lund; Robert H. Williams, physicien américain, chercheur au Centre de recherche sur l'énergie et l'environnement de l'Université de Princeton aux États-Unis.

la technologie et la société. Elles ont également révélé une identité de vues et une similitude d'approche sur les questions concernant l'énergie dans la société. Ces premières interactions ont montré que nous pouvions tous les quatre travailler ensemble dans le respect mutuel et l'égalité, en évitant les modes hiérarchiques de fonctionnement qui entachent presque toujours les collaborations internationales.

En combinant nos efforts, nous sommes passés d'une critique des idées reçues à une nouvelle approche de l'énergie. Lorsque des progrès significatifs ont été accomplis, nous avons estimé que nous devons exposer et développer cette nouvelle approche - et c'est ainsi qu'est né notre livre *L'énergie pour un monde durable*<sup>41</sup>.

Nous avons suggéré que, contrairement à des croyances largement répandues, l'avenir énergétique est bien plus une question de choix que de destin. Un avenir énergétique compatible avec la réalisation d'un monde durable est à portée de main. La joie de notre entreprise provenait du sentiment d'être des porteurs d'espoir plutôt que des prophètes de malheur.

J'ai toujours été impressionné par le dicton : *Penser globalement; agir localement*. Le défi de la conception et de la construction de centres énergétiques ruraux a conduit ASTRA, dès 1979, au projet d'une centrale communautaire de biogaz dans le village de Pura, à 2 km de notre centre d'expérimentation de Ungra. Au cours de la première phase de ce projet, nous avons tenté de fournir par un réseau de canalisations à tous les ménages du village du biogaz pour la cuisine. Nous avons échoué à cause d'une surestimation des ressources en bouses de vache et d'une sous-estimation des besoins en biogaz. Lorsque je suis parti en congé sabbatique, le projet s'est arrêté en 1984, mais à mon retour de congé, les villageois-es ont souhaité que le projet soit relancé en mettant l'accent sur l'eau potable. Le projet consistait cette fois-ci à ce que les villageois-

41. NdT : José Goldemberg, Thomas B. Johansson, Amulya K. N. Reddy, Robert H. Williams, *Energy For a Sustainable World*, Wilhey Eastern Limited, 1988, 517 p.

es fournissent du fumier à la mini-centrale de méthanisation où il serait soumis à une fermentation anaérobique pour produire du biogaz qui alimenterait un moteur diesel modifié lequel, à son tour, ferait fonctionner un générateur. L'électricité ainsi produite alimenterait une pompe électrique submersible pour fournir l'eau potable du village, et elle serait en outre distribuée aux ménages pour l'éclairage électrique. Ce système modifié a été exploité avec succès par les villageois-es à partir de 1987. Lorsque chaque foyer a été éclairé par une lampe fluorescente le jour de Gandhi Jayanti, l'anniversaire du Mahatma, le 2 octobre 1989, nous avons eu le sentiment de mettre en œuvre sa vision sur le rôle de la science et de la technologie. Le projet de Pura est maintenant reproduit dans d'autres villages.

L'interaction avec les villageois-es de Pura a été l'une des expériences les plus enrichissantes de ma vie professionnelle. J'ai appris d'eux la différence entre la simple vulgarisation scientifique et la démocratisation de l'innovation. Leur compréhension du fait que le progrès technologique se produit par le biais d'erreurs était bien supérieure à celle de mes collègues de l'Institut qui applaudissent lorsque le satellite décolle et se moquent quand il s'écrase dans la mer.

Lorsque je suis revenu de mon congé sabbatique en 1985, le nouveau directeur de l'Institut m'a persuadé de prendre la présidence de ce qui allait devenir le Département des études de gestion. Là, j'ai porté mon attention sur la diffusion des technologies. J'ai appris l'importance de l'innovation qui est le processus de transformation d'une idée en un produit dans l'économie, par opposition à l'invention, où le processus aboutit à un dispositif fonctionnel. Mais si un dispositif fonctionne, cela ne signifie pas qu'il sera produit, distribué et accepté par les utilisateurs finaux. Il était amusant de constater que les générateurs de technologie se considèrent comme une caste supérieure aux diffuseurs de technologie. En particulier, il y a des acteurs et actrices important-es dans la chaîne d'innovation, qui sont largement absent-es en Inde – ceux et celles qui produisent et développent la méthode de fabrication de milliers de pièces par opposition à la fabrication du prototype unique.

J'ai eu une collaboration fructueuse et agréable avec le professeur K. N. Krishnaswamy pour produire un modèle étayé par plusieurs études de cas sur les facteurs régissant le succès et l'échec des technologies rurales.

En 1988, notre livre *L'énergie pour un monde durable* a été publié. Il a attiré l'attention internationale. Il a été mentionné dans le rapport de la Commission Brundtland. Il a conduit à une proposition de la revue *Scientific American* d'écrire un article<sup>42</sup>. Mais notre journal scientifique local a ignoré le livre pendant plusieurs années. Quel contraste avec l'accueil que le professeur Raman m'avait réservé lorsque je lui avais présenté *Modern Electrochemistry*; il avait rapidement envoyé sa secrétaire pour me remettre en main propre ses propres livres, tous signés : « Avec mes salutations les plus cordiales ... d'un auteur à un autre ».

Mais la partie la plus productive de mon séjour au Département des Études de gestion a été le travail sur l'énergie. Au cours des années 1980, l'énergie était devenue une préoccupation croissante pour moi. Cela a été un privilège rare et une bonne fortune d'avoir pu travailler sur les problèmes énergétiques au niveau mondial, national (Inde), d'une région/État (Karnataka), d'une métropole (Bangalore) et d'un village. J'ai constitué une petite équipe pour l'analyse énergétique. À partir de 1986, Gladys Sumithra (du Département de la Planification, Gouvernement du Karnataka), deux assistant-e-s de projets, P. Balachandra et Antonette D'Sa, et moi-même avons construit pour le Karnataka un scénario détaillé de la demande d'électricité axé sur le développement, l'utilisation finale et les services. Nous avons ensuite procédé à une évaluation comparative détaillée, dans les mêmes termes, de quinze technologies d'économie d'électricité, de production décentralisée et de production centralisée conventionnelle d'électricité, et nous avons utilisé les résultats pour construire un scénario d'approvisionnement à moindre coût. Il s'est avéré

42. NdT : Créée en 1845, c'est la plus ancienne revue des États-Unis, qui revendique la publication de plus de 200 prix Nobel.



que le plan le moins coûteux consistait en un mélange de mesures d'amélioration de l'efficacité de l'utilisation finale et d'alternatives à l'électricité, de production décentralisée et de technologies centralisées (hydroélectricité, électricité thermique à base de gaz naturel et de charbon et électricité nucléaire).

Ces scénarios détaillés ont attiré l'attention internationale, mais de nombreuses grandes institutions de l'énergie à l'échelle du pays nous ont reproché de leur voler la vedette. Ce qu'elles n'ont pas compris, c'est que notre équipe à l'Institut avait passé environ trois ans à suer pour réaliser l'analyse de l'utilisation finale pour le Karnataka, l'évaluation comparative des coûts et l'élaboration des scénarios. Pendant ce temps, ces institutions s'efforçaient d'avoir de l'influence dans la capitale et leurs directions cherchaient à être dans les couloirs du pouvoir. Il y a deux leçons à tirer ici. Tout d'abord, vous pouvez viser l'excellence analytique ou l'influence politique, mais pas les deux. Deuxièmement, l'influence politique est séduisante, mais elle est éphémère; en revanche, les idées nouvelles et les analyses solides perdurent sur le long terme.

Notre analyse approfondie de l'économie de l'énergie nucléaire a été d'une valeur inestimable lorsqu'un débat sur la centrale nucléaire de Kaiga a été organisé par le département des sciences et de la technologie du gouvernement du Karnataka<sup>43</sup>. J'ai montré que l'énergie nucléaire n'était ni nécessaire ni économique - en fait, c'est la technologie de production d'électricité la plus coûteuse. Ses partisans prétendent qu'elle est Sûre, bon marché (*Cheap*), Appropriée et Moderne; l'acronyme SCAM (escroquerie en anglais) qui en résulte en est une meilleure description.

43. NdT : La mise en route de cette centrale a fait l'objet de diverses contestations. Depuis 2011, un quatrième réacteur a été mis en service. L'énergie nucléaire représente actuellement 2 % du mix énergétique en Inde (3 % de l'électricité). Un programme d'extension important est prévu, et soutenu par certains pays comme la France. Voir la note récente (26 janvier 2021) de la Société française d'énergie nucléaire : <https://new.sfen.org/rgn/energie-nucleaire-inde-besoin-donne-moyens/>

Jusqu'à ce débat, j'avais gardé le silence sur l'énergie nucléaire, à la grande déception de nombreux et nombreuses militant-e-s antinucléaires. Ces dernier-e-s se demandaient si j'avais peur. Mais mon silence est né d'une expérience désagréable que j'ai eue plusieurs années auparavant. J'ai toujours été généralement en faveur d'une perspective scientifique. J'avais même écrit un article sur le sujet. Et quel que soit le léger mépris que j'avais encore pour les convictions et les croyances des gens ordinaires (qui ne sont pas du tout ordinaires si l'on considère comment ils affrontent le monde malgré leurs handicaps économiques et sociaux), il a disparu après mon implication dans ASTRA. Malgré cela, lorsqu'un éminent scientifique m'a dit, alors que nous étions sur le point d'entrer dans une réunion : « Je vous le dis, cher Amulya, Pushpa Bhargava nous harcèle, alors signez s'il vous plaît sa *Déclaration sur l'argumentation scientifique* »<sup>44</sup>. J'ai signé la déclaration de la même manière que j'avais l'habitude d'acheter des billets de spectacles de charité pour me débarrasser du vendeur de billets. En faisant cela, j'ai certainement été irresponsable sur une question majeure. Ensuite, ont commencé à paraître dans les journaux des articles pour attaquer la déclaration et ses signataires. À ma grande surprise, je me suis retrouvé d'accord avec de nombreux points soulevés par les critiques, en particulier ceux de l'arrogance de la science moderne et le manque de respect pour les connaissances traditionnelles. En fait, j'avais écrit un article intitulé *Some Thoughts on Traditional Technologies* (« *Quelques réflexions sur les technologies traditionnelles* »), dans lequel j'avais dit certaines des choses que les critiques de l'arrogance scientifique reprenaient désormais.

44. NdT : Pushpa Mittra Bhargava (1928-2017), spécialiste et pionnier en Inde de la biologie cellulaire et des biotechnologies. Fondateur d'un important centre de recherche dans le domaine à Hyderabad, il a soutenu les victimes de l'accident industriel de Bhopal. Militant de la « tempérance scientifique » et du rationalisme sa vie durant, il sera en 1980 l'un des promoteurs d'une « Déclaration sur l'argumentation scientifique » élaborée pour promouvoir les valeurs de la recherche et du débat argumenté de la science moderne dans le débat public et en direction de la société. Voir, avec la signature de Reddy : [https://docs.google.com/document/d/1ycpCwjyW\\_C73p4lo4HlqwChVbM3O9RmU-qbxh6W8pjQ/preview](https://docs.google.com/document/d/1ycpCwjyW_C73p4lo4HlqwChVbM3O9RmU-qbxh6W8pjQ/preview)

Pendant un certain temps, je m'étais préoccupé de l'opinion admise selon laquelle la science est neutre et amoral. Cette position était en effet peut-être une façon habile de rejeter la responsabilité d'un fait tel que Hiroshima, après avoir calculé et prescrit la hauteur à laquelle la bombe devait exploser pour maximiser le nombre de personnes qui mourraient. Mais, comme les jeunes des années 1960, j'ai rejeté ce sophisme. J'étais préoccupé par le fait que les valeurs, les sentiments et les émotions étaient considérés comme inavouables dans les discussions scientifiques. Depuis ASTRA, cependant, je n'hésitais pas à y faire référence dans mes séminaires, même dans les centres d'excellence occidentaux. Le débat sur « l'argumentation scientifique » a élevé mon niveau de compréhension des questions très fondamentales qui sont ici en jeu.

La science occidentale a été fondée sur deux dichotomies : (a) la séparation du sujet et de l'objet et (b) la séparation de l'émotion (le soi non cognitif) de l'analyse (le soi cognitif). Ainsi, la science se veut-elle objective et amoral. La première dichotomie conduit inévitablement à la réduction des objets d'étude à des choses (même les humains), et la seconde à la suppression des sentiments à l'égard des objets d'étude. Nous ne devons pas oublier qu'Oppenheimer a dit que le premier engin/ bombe nucléaire était « techniquement doux », ou que lors du débat à Bangalore sur la centrale de Kaiga, un scientifique du département de l'énergie atomique a déclaré : « Hiroshima nous a fourni une chance inespérée d'étudier les effets des radiations! »<sup>45</sup>. La relation entre le sujet et l'objet doit être dialectique afin que la séparation initiale aboutisse à une unification ultérieure. La suppression de l'émotion **pendant** l'analyse doit laisser place à l'émotion **après** l'analyse. Le fonctionnement des scientifiques en tant qu'individus, groupes et institutions doit être contraint et limité par des restrictions morales et des tabous. Sinon, la synergie entre l'isolement du sujet par rapport à l'objet, et la suppression

45. NdT : Julius Robert Oppenheimer (1904-1967), physicien américain, a souvent été surnommé « le père de la bombe », car il a dirigé le programme américain de mise au point d'une arme atomique durant la Seconde Guerre mondiale.

ou l'absence d'émotions et de sentiments, conduit inévitablement la science à devenir l'instrument de la violence, de l'oppression et du mal. La science, par conséquent, n'est pas neutre, mais elle peut - et doit - être « encodée » avec des valeurs favorables à la vie.

Après l'épisode de la *Déclaration sur l'argumentation scientifique*, j'ai fait le vœu suivant : « Je ne me lancerai dans le plaidoyer et l'activisme que sur des problèmes dont j'ai moi-même fait l'analyse! ». Ce vœu a été un handicap mais il a augmenté mon efficacité. J'ai décidé de suivre la séquence suivante : Analyse – Défense/Plaidoyer – Action. Au stade de l'analyse, il est toujours crucial de s'isoler, soi-même, l'analyste subjectif, de l'objet de l'analyse, et aussi de supprimer les émotions de l'analyse. Mais, une fois l'analyse objective et dépassionnée terminée, il est vital de se reconnecter avec l'objet pour apporter des valeurs dans le plaidoyer et l'action basés sur l'analyse.

Le 31 juillet 1991, j'ai pris ma retraite de l'Indian Institute of Science. Le Département de chimie inorganique et physique, le Département des études de gestion et ASTRA ont organisé des symposiums séparés pour me dire adieu. Au séminaire d'ASTRA, j'ai dit : « J'ai essayé de suivre dans ma propre vie la philosophie du *nish kama karma*, faire son devoir sans penser au succès. Mais le succès est fonction de deux variables, l'effort interne et le soutien externe. Le soutien extérieur est une probabilité que nous ne pouvons pas contrôler, bien que de nombreuses personnes consacrent la majeure partie de leurs efforts internes à essayer de contrôler le soutien externe. Dans l'ensemble, ce qui est à notre portée, c'est l'effort intérieur. Mais il existe également une relation 'stochastique' ou probabiliste très intéressante entre le succès et l'effort intérieur : plus votre effort interne est intense, plus il y a de chances que vous fassiez un meilleur travail lequel à son tour obtiendra du succès ».

Avec le recul, je ne sais pas si mon passage de l'électrochimie à la technologie rurale et à l'analyse énergétique m'a apporté plus ou moins de succès. Si le succès peut être assimilé au fait de se rendre superflu, j'ai réussi à ASTRA et à KSCST parce que des personnes plus jeunes -

K. S. Jagadish et S. Rajagopalan - ont pris la relève et que les institutions ont survécu et se sont développées. Ce dont je suis certain, c'est que ce que j'ai atteint est dix fois plus important que les premiers rêves que ma femme et moi avions sur notre avenir. Mais c'est cette bifurcation qui m'a certainement apporté plus de bonheur. Certaines des meilleures personnes que j'ai connues sont celles que j'ai rencontrées après avoir commencé à travailler avec ASTRA et dans le domaine de l'énergie.

J'ai lu au public du séminaire ASTRA un extrait d'une lettre que mon petit-fils, adolescent, avait écrite à ses parents : « Une autre étincelle dans mon projet (sur l'énergie nucléaire) a été notre voyage à ASTRA et une grande discussion avec Thatha (= grand-père en Telugu) sur les problèmes de l'énergie nucléaire. Lorsque ASTRA a été créée, j'étais beaucoup trop jeune pour comprendre l'ensemble du concept et ce qu'il représentait, mais aujourd'hui tout ce dont j'ai pu prendre conscience me semble parfaitement logique. ». Je pense que c'est effectivement un hommage. Ce jeune homme m'a fait me sentir immortel, si l'immortalité consiste à ce que les idées et l'influence d'une personne acquièrent une existence indépendante. Cela m'a conduit à conclure en citant *Le Conte de deux cités* de Charles Dickens : « C'est une bien, bien meilleure chose que tout ce que j'ai jamais fait auparavant! ».

Ce récit se serait arrêté ici si j'avais pris ma retraite après avoir quitté l'Indian Institute of Science. Je ne l'ai pas fait. Après la publication de notre livre *Energy for a Sustainable World (L'énergie pour un monde durable)*, il y avait souvent des plaisanteries de nos partisans et partenaires sur le thème : « Vous avez produit la bible. Maintenant, où est l'église? ». Autrement dit, pourquoi ne pas mettre les idées en pratique? L'Initiative Internationale pour l'Énergie (IEI) a donc été créée en 1991 et, comme j'étais à la retraite, on m'a persuadé d'en devenir le président, avec José Goldemberg comme président d'honneur. L'IEI est un partenariat Sud-Nord conçu par le Sud, dirigé par le Sud et situé dans le Sud - une petite organisation non gouvernementale internationale indépendante d'utilité publique qui met en réseau les institutions et les groupes existants dans le domaine de l'énergie, en particulier dans les pays en

développement. L'objectif de l'IEI est de promouvoir la production et l'utilisation efficaces de l'énergie pour un développement durable. Elle se concentre sur les pays en développement. Les activités de l'IEI englobent *l'échange d'informations, la formation, l'analyse, le plaidoyer militant et l'action*. J'ai aimé – et parfois réussi dans une certaine mesure – concevoir des institutions et les mettre en place – ASTRA, KSCST, etc., et maintenant IEI est le nouveau bébé. Je m'occupe de le nourrir.

16 juillet 1993



## 2. Leçons tirées du projet de biogaz communautaire de Pura

À relire aujourd'hui l'analyse rétrospective par Amulya K. N. Reddy du projet pilote de biogaz villageois de la petite localité de Pura, un peu plus de trois cents habitants et un peu moins de 200 bovins en 1977, on mesure une fois encore le caractère précurseur et visionnaire de son travail. En termes simples : la littérature académique actuelle découvre avec quarante ans de retard l'importance des interactions sociales et technologiques à l'échelle des territoires les plus réduits, en matière de planification et de gouvernance mondiale des énergies.

Dans le cas de la France, pour ne prendre que cet exemple, les enjeux de transition énergétique conduisent ainsi depuis peu à un « *retour des lieux* », c'est-à-dire à l'observation, très convergente à celle engagée par Reddy, « *des débats, des conflits, mais aussi des expériences plus consensuelles* » que provoquent « *les effets de la décentralisation de l'énergie sur les territoires induits par le développement des énergies renouvelables* ». Et pour la première fois, relèvent les observateurs, cet essor « *entrouvre la porte à bien des expérimentations tout autant sociales que technologiques* »<sup>1</sup>. On ne saurait mieux dire toute l'actualité du texte qui nous intéresse ici.

En 2004 en effet, lorsqu'il tire les leçons du programme engagé près de trente ans plus tôt par son laboratoire de l'Institut Indien des Sciences dans le village de Pura, Amulya K. N. Reddy s'inscrit pour sa part dans sa propre histoire de retours réflexifs et critiques sur le développement des énergies renouvelables dans les pays des Suds. Le lieu de publication de ce texte en témoigne, puisqu'il s'agit du seul écrit du présent recueil à être

1. Dubois J., Kebir L., « Éditorial. Transition énergétique : le retour des lieux », *Espaces et sociétés*, 2021/1, n°182, 9-14.



paru dans la revue initiée par Reddy et l'International Energy Initiative (IEI) lancée à Bangalore en 1991. Cette revue, *Energy for Sustainable Development*, toujours vivante aujourd'hui, paraît en effet pour la première fois en juillet 1994, soit dix ans exactement avant le présent texte synthétique<sup>2</sup>.

Trois « mots clefs » – Développement, énergie, durabilité/préoccupation environnementale – définisse le projet de cette revue relève le responsable de la publication K. Krishna Prasad dans le premier éditorial, trois mots dont on perçoit la forte continuité avec le travail de Reddy lui-même, engagé bien des décennies plus tôt<sup>3</sup>. Ce dernier le précise d'ailleurs dans ce même premier numéro en rappelant la perspective fondatrice de l'IEI, et donc de la revue, à savoir « *diffuser un regard sur l'énergie où le niveau des services énergétiques est pris comme la mesure du développement au lieu de la seule magnitude/grandeur de la consommation et des approvisionnements d'énergies* »<sup>4</sup>.

Changer le regard sur les énergies, approcher par le qualitatif et l'expérimental les possibilités nouvelles ouvertes aux pays des Suds, tirer le bilan des tentatives locales, cumuler les résultats et les mettre en réseau à l'échelle internationale, faire travailler de concert la recherche universitaire et les acteurs de terrain, plaider et défendre la cause des technologies énergétiques adaptées à une émergence socio-économiquement et écologiquement durable : tout le travail de l'IEI apparaît comme un aboutissement de la réflexion personnelle d'Amulya K. N. Reddy, un aboutissement que résume l'acronyme anglais qu'il invente, INTAACT, « *Information, Formation, Analyse, Plaidoyer et Action* ».

2. Imprimée à Bangalore de 1994 à 2008, la revue est désormais sur la plateforme ScienceDirect/Elsevier. Pour des détails voir : <https://www.iei-asia.org>

3. Krishna Prasad K., "Editorial", *Energy for Sustainable Development*, vol. 1, Jul. 1994, 5.

4. Amulya K. N. Reddy, "IEI - its mission", *ibid.*, 8.

Le texte qui suit est donc la mise en œuvre de ces principes. Et il ne consiste pas seulement, malgré les apparences, en un compte-rendu précis de la disponibilité saisonnière en excréments bovins dans un village traditionnel d'Inde du Sud, et des usages énergétiques auxquels la méthanisation de ces derniers peut ouvrir. Si l'analyse précise de la disponibilité variable de ce type de « bioressource », ainsi que la nomme Reddy, est très précisément envisagée, ainsi que sa technoéconomie propre – rémunération indirecte des fournisseurs, coût et entretien des équipements, reprise et usages finaux tels que l'engrais pour les cultures, etc. –, le cœur du propos de l'énergéticien indien insiste sur l'importance du processus de prise de décision villageois (qu'illustre même une photographie), et sur les interactions avec les politiques gouvernementales nationales d'infrastructures et de réseaux.

Amulya K. N. Reddy, on le remarquera, ne développe pas de manière polémique les « raisons non techniques » qui ont justifié de l'arrêt, entre novembre 1997 et mars 1998, après dix ans de bon fonctionnement, de l'usine de biogaz de Pura. Même si l'on comprend au final et indirectement qu'un « nouvel organisme » officiel, non axé sur l'utilisation de déchets organiques (les bouses de vache) et la gouvernance participative locale, a repris le projet de développement des méthaniseurs locaux capables de fournir de l'électricité (et donc de l'eau par pompage), de la force motrice et du gaz de cuisson à des familles modestes des villages ruraux. En utilisant une nouvelle source de biomasse associée à une technique non éprouvée (l'huile de Karanj), cette évolution mal concertée a conduit à l'échec, à la fois social (par l'éloignement des habitants), et économique (par l'augmentation des surcoûts), un exemple de problèmes qu'ont pu connaître, bien plus tard, d'autres centrales de biomasse<sup>5</sup>.

5. Voir Antoine Fontaine, *De la source à la ressource : Territoires, héritages et coopération autour de la valorisation de l'énergie solaire en Rhône-Alpes*, chapitre 3, section 2 : « La valorisation du bois-énergie en circuits-courts via des chaufferies collectives (1989 -1995) », thèse de géographie, Université Grenoble Alpes, 2018, 145-164 (disponible en ligne).

Si les recommandations finales de Reddy pour s'assurer de la réussite d'une expérimentation dans le domaine des énergies renouvelables – un soutien technique solide, une gouvernance participative, des institutions locales fortes – restent pertinentes aujourd'hui encore, pour les pays des Suds comme pour ceux des Nord<sup>6</sup>, il n'en demeure pas moins que c'est d'abord la valeur emblématique de l'exemple du biogaz de Pura pour toutes les réflexions sur les énergies, comme chaque lectrice et lecteur pourra s'en assurer, qui demeure à l'esprit une fois la lecture du propos achevée. Cette valeur exemplaire et qui invite à la poursuite de la réflexion est abordée ici sous son angle socio-technique et pratique général. Elle l'est dans sa dimension plus directement sociopolitique dans le texte suivant, « La bénédiction des communs ».

– Frédéric Caille

6. Pour des illustrations de ces interactions, voir : Marie Forget, Vincent Bos, Silvina Cecilia Carrizo, « De nouveaux territoires énergétiques dans les Andes et Alpes. Sur les sentiers des transitions », *Espaces et sociétés*, 2021/1, n°182, 15-32.

## *Leçons tirées du projet de biogaz communautaire de Pura*

Sur la base de la description de près d'une décennie d'expérience du projet d'installation de biogaz communautaire dans le village de Pura (Inde du Sud), une vue d'ensemble des leçons à tirer et des défis pour la réplification de tels systèmes est présentée<sup>7</sup>. Une indication est également donnée sur la durabilité à long terme de ces systèmes énergétiques ruraux<sup>8</sup>.

### **i. Contexte**

Le projet d'usine de biogaz communautaire dans le village de Pura<sup>9</sup> (à environ 120 km de Bangalore dans le district de Tumkur de l'État de Karnataka, Inde du Sud) a une longue histoire. L'étude approfondie menée en 1977 sur les habitudes de consommation d'énergie en milieu rural [ASTRA, 1982] a montré que la cuisine était la principale utilisation finale de l'énergie et que le bois de chauffage était la source d'énergie dominante. Contrairement à l'opinion qui prévalait à l'époque, selon laquelle la dépendance à l'égard du bois de feu pour la cuisine était la principale cause de la déforestation, on a constaté que les femmes et les

7. Article publié dans la revue *Energy for Sustainable Development* (volume VIII, n°3, sept. 2004), revue publiée par l'International Energy Initiative lancée à Bangalore par Amulya K. N. Reddy en 1991. Imprimée à Bangalore de 1994 à 2008, la revue est désormais sur la plateforme ScienceDirect/Elsevier. Pour des détails voir : <https://www.iei-asia.org>

8. NdT : Sur le fonctionnement physique et la mise en œuvre technique de la méthanisation ou « digestion anaérobie » qui produit le biogaz on pourra par exemple se reporter à la fiche technique de l'Agence de l'Environnement et de la Maitrise de l'Énergie (ADEME) en France : <https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/fiche-technique-methanisation-201502.pdf>.

9. Lors de la conception du projet, le village de Pura (latitude 12°49' 00", longitude 76° 7' 49", altitude au-dessus du niveau de la mer 670.6 m, pluviométrie moyenne 50 cm/an) avait, en septembre 1977, 56 ménages, une population humaine de 357 habitants et 189 têtes de bétail.

enfants, les principaux ramasseurs de bois de feu, se concentraient sur les brindilles et les branches tombées au sol, plutôt que sur les bûches d'arbres abattus. Néanmoins, le bois de chauffage est associé à un certain nombre de problèmes – le travail et le temps passés par les femmes et les enfants à ramasser le bois de chauffage, la pollution de l'air intérieur causée par la fumée des poêles à bois, etc. Une alternative au bois de chauffage était donc souhaitable et, dans ce contexte, le biogaz par la fermentation anaérobie des bouses de bovins a été mis en avant [Prasad *et al.*, 1974]. Ce document plaidait pour des installations communautaires (plutôt que pour l'approche alors dominante d'installations familiales), parce que tous les ménages (1) n'ont pas de bétail et (2) ne peuvent pas se permettre d'avoir leurs propres installations. Il y avait aussi l'intérêt d'économies d'échelle (on a estimé qu'une installation communautaire pour 56 ménages ne coûtait que 6 fois plus cher qu'une installation de taille familiale). Une proposition détaillée pour un projet de biogaz communautaire a ainsi été formulée [Reddy *et al.*, 1978] et acceptée pour financement par le Conseil d'État du Karnataka pour la Science et la Technologie.

## 2. Première phase du projet

Au cours de la première phase de ce projet, qui a débuté en 1978, l'objectif était de fournir à tous les ménages du village du biogaz pour la cuisine. En plus de deux digesteurs de biogaz à l'échelle de la communauté (de 4,1 m de diamètre et de 4,2 m de profondeur) construits selon le principe du « tambour flottant »<sup>10</sup>, un réseau de distribution de biogaz a été mis en place pour permettre l'acheminement du biogaz vers des brûleurs spécialement conçus pour toutes les maisons. L'adéquation entre la

10. Sur le détail de cette technique de biodigesteurs facile à construire, mise au point en Inde dans les années 1950, voir par exemple : [https://energypedia.info/wiki/Floating\\_Drum\\_Biogas\\_Plants](https://energypedia.info/wiki/Floating_Drum_Biogas_Plants)

quantité de gaz distribué et les besoins des familles a varié selon la taille de ces dernières : les petites familles de moins de cinq membres (constituant la majorité des ménages) réussissaient à finir de cuisiner avec le gaz disponible. En revanche, une minorité de ménages avec des familles nombreuses (et de grandes exploitations bovines) ne parvenaient pas à terminer leurs tâches de cuisson, même s'ils étaient les principaux fournisseurs de bouse. Si l'on établit une moyenne sur l'ensemble du village, le rendement total en gaz s'est avéré suffisant pour cuisiner un seul repas. La quantité trop faible de gaz disponible n'était pas due à une mauvaise collecte des bouses disponibles – en fait, les opérateurs de l'usine se rendaient dans toutes les étables des maisons avec une brouette, pesaient les bouses et les apportaient pour les traiter, ce qui permettait une efficacité de collecte des bouses de plus de 90 %.

L'insuffisance de l'offre de gaz par rapport à la demande relevait de deux raisons. Premièrement, il y avait eu une surestimation des ressources en bouse de vache – la collecte de bouse de référence de maison en maison ayant été effectuée après les pluies de novembre, alors même que la disponibilité de la bouse du bétail en liberté varie selon la saison (et la couverture herbeuse). La figure 1 montre la variation mensuelle de la collecte de bouse tandis que la figure 2 montre la variation mensuelle des précipitations. Deuxièmement, les besoins en biogaz ont été sous-estimés car l'estimation (à partir de la consommation de bois de feu) est sensible aux rendements des poêles à bois et à biogaz, lesquels n'avaient pas été mesurés avec précision à l'époque. La phase du projet consacrée au gaz de cuisson a duré plus d'un an avant d'être interrompue en 1984. Elle a notamment démontré que les familles propriétaires de bétail étaient disposées à partager le biogaz dérivé des bouses avec les familles pauvres sans bétail, à condition que les boues riches en azote soient restituées proportionnellement à la contribution des bouses.

Rétrospectivement, il apparaît que le faible ratio bovin/homme était le principal obstacle à la satisfaction de tous les besoins en énergie de cuisson du village. Il est cependant concevable que les villages ayant un ratio bovin/homme élevé (ou un ratio modéré et des systèmes

d'alimentation en stabulation) soient en mesure de développer plus facilement des systèmes d'énergie de cuisson basés sur le biogaz. Heureusement, après quelques mois, les villageois-es ont demandé à relancer le projet en mettant l'accent sur la production d'électricité à partir du biogaz pour pomper l'eau potable et éclairer les maisons. Bien que ces utilisations finales ne nécessitent qu'une fraction de l'énergie requise pour la cuisson, elles correspondent à une amélioration spectaculaire de la qualité de vie.

Indépendamment de l'expérience particulière du village de Pura, en général, les ratios bovins-humains dans cette partie de l'Inde ne correspondent pas à une quantité suffisante de biogaz pour répondre aux besoins de cuisson de tous les ménages d'un village<sup>11</sup>. *Ainsi, le biogaz produit par les bovins traditionnels en liberté ne peut pas répondre à tous les besoins en énergie de cuisson des villages, à moins d'une augmentation substantielle du ratio bovin/homme et du passage à des bovins plus grands/hybrides nourris en stabulation.*

11. La consommation de bois de chauffage à Pura est de 1,67 kg/personne/jour soit 2650 kJ/personne/jour pour une cuisson à 15 900 kJ/kg de bois de chauffage et 10 % d'efficacité du poêle traditionnel. Pour atteindre la même puissance calorifique à partir d'un poêle à biogaz efficace à 60 % avec un pouvoir calorifique du biogaz de 22 320 kJ/m<sup>3</sup> produit dans une usine de biogaz produisant 0,034 m<sup>3</sup>/kg de fumier humide à partir d'un bétail fournissant 5 kg d'excréments humides/jour, le rapport bétail-humain doit être d'au moins 1,16. En fait, il n'est que de 0,53 – soit environ la moitié de la valeur requise.

Figure 1. Collecte de bouses en kg par mois, de mars 1982 à février 1983

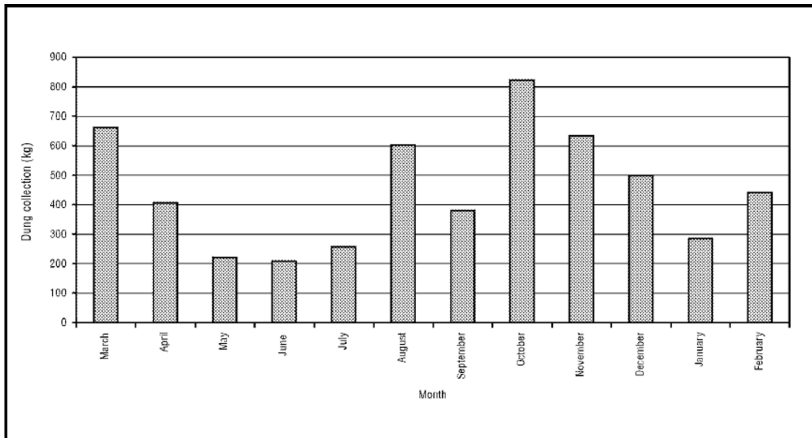


Figure 1. Dung collection in kg, monthwise from March 1982 to February 1983

Figure 2. Précipitations en mm par mois de mars 1982 à février 1983

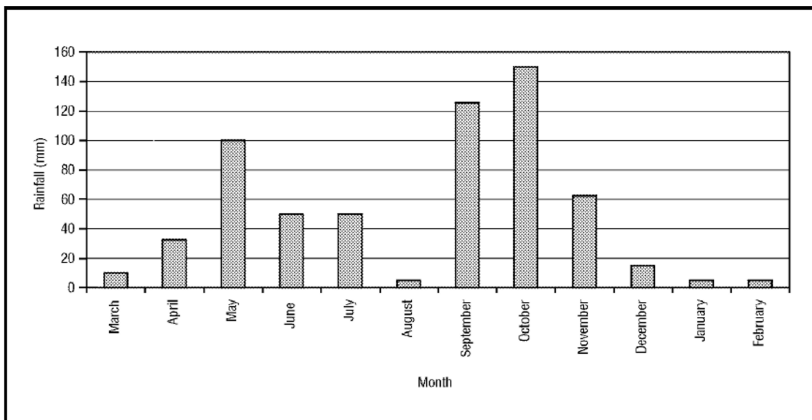


Figure 2. Rainfall in mm, monthwise from March 1982 to February 1983



### 3. Deuxième phase du projet

Dans la deuxième phase du projet, le schéma consistait à ce que les villageois-es fournissent de la bouse de vache à l'usine de biogaz où elle serait fermentée en anaérobie pour produire du biogaz qui alimenterait un moteur diesel modifié, lequel à son tour ferait fonctionner un générateur électrique. L'électricité ainsi produite alimenterait une pompe électrique submersible immergée dans un puits tubulaire et monterait l'eau potable pour le village, et elle serait en outre fournie aux ménages pour leur permettre de s'éclairer (Figure 3).

Figure 3. Le système d'usine communautaire de biogaz de Pura

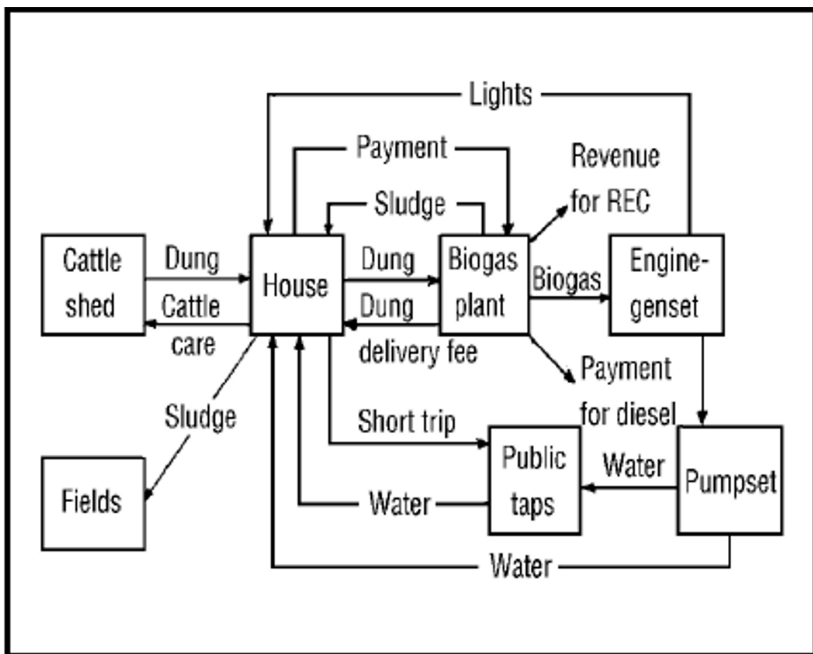


Figure 3. The community biogas plant system at Pura

Source: Reddy, 1995

## Traduction des termes, de gauche à droite et de bas en haut :

- *Cattle shed* : Étable
- *Fields* : Champs
- *Dung* : Fumier
- *Cattle care* : Soins du bétail
- *Sludge* : Boues
- *House* : Maisons
- *Payment* : Paiement
- *Dung delivery fee* : Frais de livraison de fumier
- *Short trip* : Courte distance
- *Water* : Eau
- *Lights* : Lumières, éclairages
- *Biogas plant* : Usine communautaire de biogaz
- *Public taps* : Robinets publics
- *Revenue for REC* : Revenus pour l'entretien et l'extension
- *Biogaz* : Biogaz, méthane
- *Enginengenset* : Groupe électrogène bi-carburant (biogaz/diesel)
- *Payment for diesel* : Paiement du carburant non biogaz
- *Pumpset* : Pompe électrique pour l'eau potable

Les deux mêmes digesteurs communautaires fournisseurs de biogaz utilisés dans la première phase du projet, concernant la cuisson, ont également été utilisés pour la deuxième phase. La charge maximale de ces installations est de 1,25 tonne (t) de fumier de bovins mélangé à 1,25 m<sup>3</sup> d'eau par jour. Ces installations peuvent produire, à une température ambiante moyenne de 25-26°C, un maximum de 42,5 m<sup>3</sup> de biogaz par jour (environ 60 % de CH<sub>4</sub> et 40 % de CO<sub>2</sub>). En plus du gaz, le chargement de la boue de fumier et d'eau génère environ 2,45 m<sup>3</sup> par jour de boue digérée, ce qui donne, après élimination de l'eau par filtrage, environ 1,2 t/jour de boue. Cette boue, qui contient 3,6 kg (2,2 %) d'azote – soit la même quantité d'azote que dans l'intrant – est restituée aux villageois-es en proportion de la quantité de fumier fournie.

Un moteur biogaz-diesel (bi-carburant) de 7 chevaux (5,2 kW) refroidi par eau a été installé dans une salle des machines (5,05 m x 3,5 m) située à la limite du village, près des champs. Le biogaz provenant de l'installation de biogaz passe à travers un piège à condensation et entre ensuite dans le moteur où il est complété par du diesel pour faire fonctionner le moteur. Le moteur est couplé à un générateur triphasé de 5 kVA 440 V, pour permettre le fonctionnement d'une pompe submersible triphasée.

Le système d'approvisionnement en eau (qui a commencé à fonctionner en septembre 1987) consiste en une pompe submersible triphasée de 3 chevaux (2,24 kW) pour 6,75 m<sup>3</sup>/h installée dans un puits tubulaire. Cette pompe aspire l'eau d'une profondeur de 50 m vers un réservoir aérien. L'eau est ensuite distribuée par gravité à travers neuf robinets de rue dans le village. Un de ces robinets est destiné au bétail et un autre se trouve dans l'enceinte de l'usine de biogaz. En outre, il y a 29 robinets privés à l'intérieur des maisons des ménages.

Le système d'éclairage (mis sous tension en octobre 1988) se compose de 103 tubes fluorescents de 20 W – 97 dans des maisons, deux dans un temple public et quatre dans le complexe de l'usine de biogaz. Quarante-sept maisons ont choisi d'avoir un tube lumineux et 25 en ont deux. La durée de vie des lampes à tube a été estimée entre 1580 et 1957 heures sur la base de l'expérience empirique du remplacement de 58 lampes à tube d'août à décembre 1990.

Sur une période d'échantillonnage allant de septembre 1987 à avril 1991 (44 mois), le moteur alimenté au biogaz a fonctionné pendant 4521 heures – 2211 heures pour l'approvisionnement en eau et 2310 heures pour l'éclairage électrique. Le temps de fonctionnement quotidien moyen a été de 4h09 min – 1h40 min pour l'eau et 2h29 min pour l'éclairage.

Ce système modifié a été exploité avec succès par les villageois-es pendant près de dix ans. Les systèmes institutionnels et de gestion novateurs, qui ont conduit à un nouveau paradigme « La bénédiction

des communs / The blessing of the commons »<sup>12</sup> [Reddy, 1995], ont fait du projet l'un des rares projets d'usine de biogaz communautaire réussi dans le monde à cette époque. Le projet a été acclamé pour les raisons suivantes. L'expérience de Pura a été largement citée et décrite au niveau international<sup>13</sup>. Pura a été visité par le directeur du Programme des Nations Unies pour le développement (PNUD), par des équipes de la Banque mondiale, par plusieurs secrétaires en chef du gouvernement du Karnataka et par une centaine de scientifiques qui ont assisté à la conférence internationale BioResources-94 à Bangalore en 1994. Les performances techniques et économiques de 1987 à 1996 ont été documentées de manière très détaillée [Rajabapaiah et al., 1994; Reddy et al., 1994]. Une analyse financière et économique rigoureuse (coûts – avantages sociaux) a été réalisée par des économistes indiens et étrangers.

Pendant près de dix ans, les villageois-es ont assumé les dépenses de fonctionnement et d'entretien des bio-digesteurs/méthaniseurs, plus de 90 % des ménages payant pour l'éclairage et l'eau. Les niveaux tarifaires ont été fixés au cours d'un processus de réunions ouvertes avec les villageois-es (impliquant une interaction individuelle entre les scientifiques et les communautés villageoises, avec des questions et des

12. NdT : Pour l'explication de cette formule, qui prend le contre-pied de la notion célèbre de « la malédiction des communs », voir le texte du même nom dans le présent ouvrage.

13. Des articles sur le projet Pura ont été publiés dans des ouvrages tels que *Renewable Energy: Sources for Fuels and Electricity* [Rajabapaiah et al., 1993] et *Energy as an Instrument for Socio-Economic Development* [Rajabapaiah et al., 1995] du PNUD. Des chapitres/sections/encadrés sur Pura sont apparus dans le livre de la Banque mondiale sur l'énergie rurale et le développement pour deux milliards de personnes [Banque Mondiale, 1996] et dans le livre du CNUEH intitulé *Application of Biomass-energy Technologies* [CNUEH, 1993]. Le projet a été mis en lumière dans la série télévisée de Boston WGBH *Race to Save the Planet* et dans la vidéo de l'IEI *Empowerment of Pura*. Des articles sur Pura ont servi de base à des ateliers tels que l'atelier des 28 et 29 novembre 1994, à Pékin, sur la technologie du biogaz pour la Chine [Rajabapaiah et al., 1994; Reddy et al., 1994], et l'atelier du 24 février 1995, à Bangalore, pour discuter de la reproduction des services publics ruraux d'énergie et d'approvisionnement en eau (REWSU) de type Pura au Karnataka.

réponses des deux côtés). Ces réunions étaient basées sur un affichage public (Figure 4) du nombre de lampes fluorescentes et de robinets d'eau potable envisagés par maison, des participations financières estimées nécessaires au projet, et des contributions quotidiennes en fumier demandées.

Figure 4 : Affichage public de la comptabilité financière du projet



**Figure 4. Public display of project accounts**

Il est intéressant de noter, du point de vue des connaissances en termes de politiques et d'action publique, que tous les ménages ont montré une volonté constante de participer financièrement à l'expérimentation<sup>14</sup>.

14. Il est cependant important que les villageois-es ne soient pas obligé-e-s de payer dans le cadre d'expériences non encore véritablement validées; on peut leur demander de payer pour ce qu'ils et elles reçoivent après la conclusion réussie d'une expérimentation sur le terrain.

Dans le cas de l'éclairage, le tarif était en fait inférieur aux dépenses des ménages pour les lampes à kérosène, même s'il était beaucoup plus élevé par kWh que les tarifs d'électricité urbains. Dans le cas de l'eau potable, les villageois-es ont eu tendance à préférer l'eau sûre (venant du puits tubulaire), payante, à l'eau non sûre, gratuite, provenant d'un étang ouvert.

Malgré le succès mentionné ci-dessus, le système de l'usine de biogaz de la communauté de Pura a été arrêté<sup>15</sup> entre novembre 1997 et mars 1998, pour des raisons non techniques qui dépassent l'objet de cette note. Les assistant-e-s de projet travaillant sur le système ont été transféré-e-s et les micro-centrales à méthanisation ont été fermées.

Ces méthaniseurs, avec tous leurs actifs, ont été remis à un nouvel organisme dont l'approche différait de celle développée à Pura à partir de l'utilisation des déchets, de la gestion participative, de la création d'institutions locales et du renforcement de l'autonomie.

Notre attention va maintenant se porter sur les facteurs sous-jacents au déclin du projet, ainsi que sur certains problèmes majeurs associés à la répliquabilité du modèle sur une plus grande échelle. Étant entendu que les leçons apprises valent dans la mesure où elles sont généralisables à d'autres contextes.

15. La fin du projet Pura a également concerné le groupe de villages adjacents auxquels le système communautaire de biogaz avait été étendu avec succès, dans le but d'atteindre une échelle de maintenance et de pilotage qui soit plus rentable qu'un système bioénergétique unique ou dispersé.

## 4. Les raisons immédiates du déclin

1. Même pendant l'apogée de cette expérience, l'excédent des recettes sur les dépenses d'exploitation s'est trouvé tout juste suffisant pour assurer des réparations et un entretien « de routine ». Avec l'augmentation de 3,6 fois du prix du diesel (de 4,25 roupies par litre en janvier 1989 à 15,20 roupies par litre en septembre 1996) et l'augmentation de 2,6 fois des salaires (de 11 roupies par jour en septembre 1987 à 28,55 roupies par jour en août 1993), le système a eu besoin d'apports financiers externes pour supporter les réparations majeures telles que la révision du moteur ou le levage de la pompe submersible placée dans le puits tubulaire. Ainsi, lorsque ces fonds pour les réparations majeures ne sont pas arrivés en novembre 1997, le système s'est-il arrêté.
2. Il y a eu également un changement radical dans le processus de prise de décision, transformée de la participation communautaire villageoise à la gestion descendante *top-down* par des administrateurs et administratrices de projet situés à plus de 100 km de là, dans la métropole de Bangalore. Les villageois-es ont réagi à cet abandon de la gestion participative en retirant leur coopération.
3. L'imposition d'augmentations tarifaires sans la participation et l'approbation de la communauté est un exemple de l'extension de la prise de décision *top-down*, du haut vers le bas. Dans le cas de l'électricité ou de l'eau en milieu urbain, les consommateurs et consommatrices ne peuvent pas se passer de ces services (et donc la variation de la demande est largement décorrélée de la variation du prix); iels protestent donc par agitation/révolte pour résister aux augmentations de tarifs. En revanche, les villageois-es de Pura ont toujours eu la possibilité de refuser l'apport indispensable de fumier

sans lequel le système ne peut fonctionner. Même l'arrêt des services d'éclairage électrique et d'eau potable n'a eu en fin de compte pour conséquence que de ramener les villageois-es à la situation antérieure au projet (malheureusement, l'impact le plus grave concerne les femmes), à savoir des lampes à kérosène et de l'eau insalubre provenant de l'étang ouvert.

4. Finalement, le village s'est vu imposer un changement de matière première pour le moteur diesel bi-carburants, d'une source de biogaz locale à une huile végétale provenant de graines de *Pongamia pinnata*<sup>16</sup>. Ce changement radical a été mis en œuvre sans études de fiabilité adéquates sur les performances à long terme de ces moteurs avec le nouveau carburant, et sans garantie d'approvisionnement de la matière première le constituant à des prix stables. L'un des problèmes des bioressources est que leurs utilisations concurrentes exercent une pression sur leurs prix, lesquels peuvent donc grimper et compromettre l'économie du système énergétique basé sur ces bioressources<sup>17</sup>. De plus, le changement de technologie a été mis en œuvre sans une large sensibilisation des villageois-es et sans s'assurer de leur soutien et leur

16. Appelé aussi Karanj, ou « arbre de Pongolote » en français, il s'agit d'un arbre à croissance rapide de la zone tropicale et subtropicale dont le noyau des fruits contient de l'huile et dont l'Inde a développé la culture depuis quelques décennies dans la perspective d'un approvisionnement en biocarburant.

17. Un autre exemple illustrant ce problème est un projet d'énergie électrique à base de biomasse au nord-est du Brésil. Dans ce projet, les attentes de résidus de biomasse disponibles à partir d'un fournisseur unique à un coût raisonnable ont été contrariées par une utilisation concurrente (comme bois pour pâte à papier) qui a émergé pour les résidus. Pour éviter d'avoir à payer un coût élevé et inacceptable pour la biomasse, le projet a dû acheter un terrain sur lequel planter des arbres à croissance rapide afin d'assurer l'approvisionnement en biomasse. Et finalement le projet a été annulé en partie à cause des retards causés par ces difficultés imprévues à obtenir un approvisionnement durable en biocombustible (Waldheim, L et Carpentieri, E., "Update on the progress of the Brazilian wood BIG-GT demonstration project", *Journal of Engineering for Gas Turbines and Power*, 123, 2001, 525-536).



approbation. Ainsi, le projet a-t-il pris une direction rétrograde en remplaçant une technologie éprouvée et acceptée par une technologie non éprouvée et imposée<sup>18</sup>.

Il est clair que les difficultés décrites ci-dessus sont très significatives, bien qu'aucune n'ait été vraiment irrémédiable. Par exemple, l'escalade des coûts aurait pu facilement être expliquée aux villageois-es par la pratique déjà établie de l'affichage public des tableaux des dépenses et par des présentations lors de réunions ouvertes au village. Le projet aurait également pu contrer l'augmentation des coûts (du diesel, de la main-d'œuvre, etc.) en obtenant l'approbation collective d'une augmentation des tarifs. Les grosses réparations ponctuelles auraient pu être réalisées avec des apports financiers spéciaux<sup>19</sup>. Le niveau élevé de participation et d'implication des villageois-es dans les débats et enjeux technico-économiques auraient pu être utilisé et approfondi pour améliorer les performances du système et surmonter ses difficultés. Quand bien même les nouvelles matières premières localement disponibles sont une alternative intéressante au diesel « importé » au village pour le fonctionnement en bicarburation, la première étape logique aurait été de procéder à des essais en laboratoire des mélanges biogaz-huile végétale pour les moteurs, avant de remplacer entièrement le biogaz.

18. Non seulement à Pura, mais dans les quatre autres villages concernés. Très vite, cependant, l'expérience de l'huile de *Pongamia pinnata* a pris fin. Ce qui est incompréhensible, c'est pourquoi cette expérience à base d'huile de *Pongamia* n'aurait pas pu être tentée dans un nouveau village, différent des villages disposant d'une centrale à biogaz communautaire tels que Pura. Car ainsi il aurait pu y avoir ensuite une mise en concurrence dans des conditions équitables des deux matières premières.

19. Un comité nommé par la nouvelle direction du projet a visité la mini-centrale de Pura et a conclu qu'un apport unique et insignifiant d'environ 100 000 roupies (1 100 euros) suffirait à redémarrer l'installation après un arrêt prolongé. Ce type de réparation est généralement inutile pour les installations qui n'ont pas été arrêtées puis redémarrées.

## 5. La répliquabilité du modèle de Pura

Toutefois, même les solutions aux problèmes immédiats énumérés ci-dessus ne permettent pas de lever trois obstacles majeurs à la répliquabilité à grande échelle de systèmes énergétiques ruraux basés sur le type de biogaz expérimenté à Pura.

### 5.1. *Les relations avec le gouvernement*

Afin de se distinguer de l'approche conventionnelle des projets ruraux gérés par le gouvernement, l'équipe technique de l'Institut Indien des Sciences de Bangalore, responsable du projet de Pura, a fonctionné de manière très différente. Dès le début, ses membres ont travaillé en tant que scientifiques membres d'une institution d'éducation, de science et de technologie désireuse d'aider les villageois-es à s'aider eux-mêmes, au travers d'une opération « d'amorçage » devant leur permettre d'atteindre l'autonomie. À cette fin, elles/ils sont délibérément resté-e-s à distance du gouvernement et de ses services. Cette approche a été éminemment efficace pour gagner la crédibilité et le respect des villageois-es. Cependant, le succès à long terme d'une telle démarche dépendait de sa capacité à éviter les projets gouvernementaux susceptibles d'interférer avec l'expérience de Pura et de saper son approche.

La situation a radicalement changé, lorsque le gouvernement a commencé à mettre en œuvre des projets d'approvisionnement en eau « gratuits » financés par la Banque mondiale, lesquels remettent en cause l'approvisionnement en eau à prix raisonnable depuis les mini-centrales à biogaz. C'est trop attendre que d'espérer que les avantages à long terme de la durabilité et de l'autonomie l'emportent sur l'attrait immédiat de la fourniture gratuite d'une eau de qualité aux villageois-es. De ce point de

vue, les projets non durables subventionnés par le gouvernement et offrant des services « gratuits » sont contraires à l'établissement et à la continuité de projets durables dont les services seraient payants.

## *5.2. Les systèmes de distribution d'eau et d'électricité*

L'économie du système énergétique de Pura était telle que les revenus étaient suffisants pour payer les coûts d'exploitation du système, même avec une utilisation de quatre heures par jour (16,66 %). Une plus grande utilisation du système permettrait également de rembourser le principal et les intérêts (aux taux conventionnels) du coût d'investissement ou en capital du digesteur de biogaz et du moteur-générateur. En revanche, l'investissement dans les systèmes de distribution d'eau potable et d'électricité nécessite soit une subvention, soit un prêt « bonifié » (c'est-à-dire ce qui est appelé en général un « financement concessionnel »), avec la justification qu'il s'agit d'investissements infrastructurels orientés vers le développement. Ainsi, un financement concessionnel pour l'investissement dans les systèmes de distribution d'eau et d'électricité est une condition nécessaire à la reproduction du modèle élaboré à Pura. Ce type de financement (éventuellement assisté par le gouvernement) peut être justifié par le fait que les projets durables d'énergie propre permettent d'obtenir des avantages publics auxquels on renoncerait autrement.

## *5.3. Une nécessité de plus grande utilisation du système*

Le projet de Pura a montré qu'une utilisation plus importante du système était essentielle pour assurer le remboursement du principal et des intérêts (aux taux conventionnels) sur le coût en capital du digesteur de biogaz et du moteur-générateur (qui représentent ensemble environ la moitié du coût total en capital du système). Il est important de noter que

l'obstacle à cette utilisation plus importante n'était pas une insuffisance de l'approvisionnement en fumier, c'est-à-dire qu'il n'y avait pas de contrainte d'approvisionnement – le fonctionnement du système de Pura pendant environ 4,15 heures/jour correspond à un approvisionnement en fumier/bouse de 291 kg/jour par rapport à une disponibilité quotidienne d'environ 1 250 kg/jour (pour une population de 250 bovins produisant chacun 5 kg de bouse/jour). Ainsi, seulement 23 % environ des ressources en bouse ont été effectivement utilisées. Il est intéressant de noter que les villageois-es ont résisté à une augmentation de l'offre, peut-être parce qu'elles/ils ont compris qu'une augmentation de l'offre de bouse à la micro-centrale conduirait à des gaz non utilisés qui seraient libérés dans l'atmosphère en l'absence d'une plus grande demande. Ainsi, la faible utilisation de cette centrale était-elle due à une *contrainte de la demande (de biogaz)* découlant d'une restriction de l'utilisation du biogaz à l'éclairage et à l'eau à des fins domestiques. De ce point de vue, les initiatives en vue d'augmenter l'offre de fumier (par exemple, en corrélant le système aux programmes laitiers) sont mal orientées.

Rétrospectivement, il est regrettable que le projet de Pura n'ait pas intégré une plateforme polyvalente du type de celle qui a été diffusée au Mali par le PNUD au début des années 2000<sup>20</sup>. Là, un moteur diesel indien (du même type que celui utilisé dans la centrale communautaire de biogaz de Pura) a été à la base d'une plateforme qui pourrait alimenter différents types d'équipements tels que des moulins à céréales, décortiqueuses, chargeurs de batterie, postes à souder, machines à bois. *Une telle prolifération d'usages et d'applications est nécessaire pour augmenter l'utilisation du système et donc améliorer sa rentabilité.*

20. Programme des Nations Unies pour le développement (PNUD), 2001. « Mali: multifunctional platform for village power », in *Generating Opportunities: Case Studies of Energy and Women*.

## 6. Conclusions

L'expérience de Pura montre qu'il existe plusieurs conditions pour que de tels systèmes énergétiques ruraux soient répliquables et durables<sup>21</sup>. Cette question est très importante dans le cadre du débat actuel sur les sources d'énergie rurales décentralisées pour l'électrification des villages, et de nombreux enseignements sont pertinents notamment pour les projets de cuisson propre.

– La mise en place et la poursuite de projets durables dont les services sont payants ne devraient pas entrer en concurrence avec des projets *non* durables subventionnés par le gouvernement et offrant des services dits « gratuits ».

– Un « financement concessionnel » est nécessaire pour l'investissement dans les systèmes de distribution d'eau et d'électricité (environ la moitié du coût total du capital dans le cas de Pura). Bien que cette caractéristique soit propre au cas de Pura, le fait qu'un financement concessionnel puisse être requis (et justifié par des raisons d'intérêt public!) est un prérequis général important.

– Les applications et usages énergétiques doivent être multiples (par exemple, par le biais d'une plateforme polyvalente de type Mali), afin d'accroître l'utilisation du système au-delà de l'eau potable et de l'éclairage domestique, et donc d'améliorer sa rentabilité économique – la fourniture de biogaz comme combustible de cuisson pouvant être l'une de ces applications étendues.

– L'équipe de projet doit s'engager en faveur de systèmes énergétiques décentralisés basés sur l'utilisation des ressources locales.

21. Par souci d'exhaustivité, plusieurs autres conditions sont ici incluses, même si elles ne découlent pas directement de la description proposée ci-dessus de l'expérience de Pura.

- Il doit y avoir un soutien technique solide.
- La gouvernance et la gestion participatives sont essentielles.
- Des institutions locales doivent être construites et l'autonomie doit être renforcée.
- Le système énergétique doit être en dehors du domaine des conflits internes des factions villageoises<sup>22</sup>.
- Alors que les projets pilotes/démonstratifs nécessitent l'implication active d'une organisation non gouvernementale engagée pour semer les premiers succès, il est envisageable qu'une combinaison de dynamiques sociales – des villages voisins « apprenant » les uns des autres (voir, par exemple, l'expérience de l'organisation Watershed Organisation Trust – [www.wotr.org](http://www.wotr.org)) – puisse aider à atteindre le sommet d'une courbe de croissance en S relativement rapidement. La réplication à grande échelle, cependant, dépend de l'existence d'entrepreneurs et d'entrepreneuses ou d'une agence entrepreneuriale. Par exemple, un comité villageois pourrait « louer » le bâtiment, l'exploitation et la facturation des services à des entreprises ayant des obligations contractuelles de service. Les groupes féminins de microfinance ou d'entraide pourraient bien avoir un rôle majeur à jouer dans ce défi.

22. Lorsque j'ai signalé à une réunion de village que le système communautaire d'installation de biogaz serait miné par des conflits intra-villageois, les habitants ont répondu que, tout comme ils laissent leurs chaussures (sales) à l'extérieur du temple de leur village lorsqu'ils y entrent, ils mettraient de côté leurs conflits de factions pour travailler ensemble afin d'utiliser une ressource commune; c'est ainsi qu'ils gèrent d'autres ressources, telles que leurs réservoirs (pour l'eau de pluie récoltée), et les espaces boisés communaux de leur village.

## Remerciements

L'auteur tient à remercier Svati Bhogle, K.S. Jagadish, Eric Larson, Isaias Macedo, Sudhir Chella Rajan, M.V. Ramana, N.H. Ravindranath, Girish Sant, H.I. Somasekhar et R.H. Williams pour leurs commentaires encourageants et précieux qui ont conduit à une révision approfondie de la version préliminaire de cet article. Svati Bhogle a apporté un soutien crucial à la réalisation de cet article dans des conditions postopératoires difficiles. Nous remercions également nos collègues de l'ASTRA, la cellule pour l'application de la science et de la technologie aux zones rurales de l'Indian Institute of Science, et surtout les villageois-es de Pura et des villages voisins qui ont été les « professeurs » de l'auteur en matière d'énergie rurale.

## Bibliographie

ASTRA, Cellule pour l'application de la science et de la technologie aux zones rurales, Institut Indien des Sciences, 1982. "Rural energy consumption patterns (a field study)" [« Modèles de consommation d'énergie rurale (une étude de terrain) »], *Biomass*, 2(4), p. 255-280.

Banque mondiale, 1996. *Énergie et développement ruraux pour deux milliards de personnes : relever le défi de l'énergie et du développement ruraux* [Rural Energy and Development for Two Billion People: Meeting the Challenge for Rural Energy and Development], Washington, DC.

Centre des Nations Unies pour les établissements humains (CNUEH), Nairobi, 1993. *Application of Biomass-energy Technologies*, HS/287/98E.

Prasad, C.R., Prasad, K.K. et Reddy, A.K.N., 1974. "Biogas plants: prospects, problems and tasks" [« Installations de biogaz : perspectives, problèmes et tâches »], *Economic & Political Weekly*, IX (32-34), numéro spécial, août 1974, p. 1347-1361.

Programme des Nations Unies pour le développement (PNUD), 2001. « Mali : une plate-forme multifonctionnelle pour l'accès à l'énergie dans les villages » [« Mali: multifunctional platform for village power »], dans *Générer des opportunités : études de cas sur l'énergie et les femmes* [Generating Opportunities: Case Studies on Energy and Women], Washington, DC.

Rajabapaiah, P., Jayakumar, S. et Reddy, A.K.N., 1993. "Biogas electricity: the Pura village case study" [« Électricité au biogaz : étude de cas du village de Pura »], in *Renewable Energy: Sources for Fuels and Electricity*, Washington, DC, Island Press, p. 787-815.

Rajabapaiah, P., Somashekar, H.I. et Reddy, A.K.N., 1994. "Biogas in rural energy and water supply utilities – Part 1 : the Pura village case study" [« Le biogaz dans les services publics d'approvisionnement en énergie et en eau en milieu rural – Partie 1 : l'étude de cas du village de Pura »], présenté à l'atelier sur la technologie du biogaz pour la Chine, 28-29 novembre 1994, organisé par le Bureau de l'énergie et de l'environnement du ministère de l'Agriculture, Pékin, Chine, et le Groupe de travail pour les stratégies et technologies énergétiques du Conseil chinois pour la coopération internationale en matière d'environnement et de développement, au Centre chinois de recherche et de formation en énergie rurale, Pékin, p. 1-14.

Rajabapaiah, P., Somashekar, H.I. et Reddy, A.K.N., 1995, « Les usines de biogaz communautaires fournissent de l'énergie et de l'eau en milieu rural : l'étude de cas du village de Pura » [« Community biogas plants supply rural energy and water: the Pura village case study »], in *Energy as an Instrument for Socio-Economic Development*, Programme des Nations Unies pour le développement, New York, p. 32-41.



- Reddy, A.K.N., 1995. « La bénédiction des communs ou comment le village de Pura a fait face à la tragédie des communs » [“The blessing of the commons or how Pura village dealt with the tragedy of the commons”], *Energy for Sustainable Development*, Vol. II, n°1, mai, p. 48-50.
- Reddy, A.K.N., Rajaraman, I., Subramanian, D.K. et Rajabapaiah, P., 1979. « Un système d’usine de biogaz communautaire pour le village de Pura – une étude de faisabilité et une proposition » [“A community biogas plant system for Pura village – a feasibility study and proposal”], Bangalore, Conseil d’État du Karnataka pour la science et la technologie, Bangalore.
- Reddy, A.K.N., D’Sa, A. et Sumithra, G.D., 1994. « Le biogaz dans les services publics d’approvisionnement en énergie et en eau en milieu rural. Partie II : Viabilité économique d’un service public d’approvisionnement en énergie et eau en milieu rural de type Pura (REWSU) » [“Biogas in rural energy and water supply utilities. Part II : Economic viability of a Pura type rural energy and water supply utility (REWSU)”], présenté lors de l’atelier sur la technologie du biogaz pour la Chine, les 28 et 29 novembre 1994, organisé par le Bureau de l’énergie et de l’environnement du ministère de l’Agriculture, Pékin et le Groupe de travail pour les stratégies et technologies énergétiques du Conseil chinois pour la coopération internationale en matière d’environnement et de développement, Centre chinois de recherche et de formation en énergie rurale, Pékin, p. 15-31.
- Waldheim, L. et Carpentieri, E., 2001. “Update on the Progress of the Brazilian Wood BIG-GT Demonstration Project” [« Mise à jour sur l’avancement du projet de démonstration du bois brésilien BIG-GT »], *Journal of Engineering for Gas Turbines and Power*, 123, p. 525-536.

### 3. La bénédiction des communs

Biologiste américain, Garrett Hardin (1915-2003) a connu une audience considérable pour son essai paru en 1968 « La tragédie des communs », dont le titre résume parfaitement l'argument clé<sup>1</sup>. Ce dernier, comme l'a noté récemment l'historien Fabien Locher, est d'abord et surtout une « expérience de pensée » : « Un pâturage, mutualisé entre des éleveurs soucieux de leur prospérité économique, connaît une ruine inéluctable par le seul jeu de leurs conduites individuelles. Hardin entend ainsi démontrer l'incompatibilité entre propriété commune et durabilité des ressources »<sup>2</sup>.

Le propos d'Hardin séduit par sa simplicité et ses entrelacements idéologiques. Le néolibéralisme – tout individu n'agit que selon son intérêt personnel et égoïste en bon *homo-economicus* –, ainsi que la peur démographique – le risque d'une « explosion » de la population mondiale, surtout des pays des Suds, décrit par exemple dans le bestseller *The Population Bomb* paru quelques années plus tôt – sont sans doute les deux fondations principales sur lesquelles se construit l'audience de cet argumentaire<sup>3</sup>. Chacune et chacun ne poursuit que son intérêt propre et celui des siens, et avec la multiplication des chacunes et chacuns à la surface du globe nous allons épuiser nos ressources (en multipliant nos animaux pour avoir de quoi survivre) au point d'épuiser et de désertifier notre pâturage, avant probablement de nous entretuer, tels les éleveurs imaginaires de Garrett Hardin. Telle est la ligne dystopique du récit.

1. Garrett Hardin, « The Tragedy of the Commons », *Science*, 162, December 1968, 1243-1248.
2. Fabien Locher, « Les pâturages de la Guerre froide : Garrett Hardin et la 'Tragédie des communs' », *Revue d'histoire moderne & contemporaine*, 2013/1 (n°60-1), 7-36, disponible en ligne : <https://www.cairn.info/revue-d-histoire-moderne-et-contemporaine-2013-1-page-7.htm> Voir aussi : [https://lejournel.cnrs.fr/billets/la-tragedie-des-communs-etait-un-mythe#footnote1\\_1rz12gh](https://lejournel.cnrs.fr/billets/la-tragedie-des-communs-etait-un-mythe#footnote1_1rz12gh)
3. Paul P. Ehrlich, *The Population Bomb*, New York, Ballantine, 1968.

Lorsqu'il présente sa communication « La bénédiction des communs » en août 1992, Amulya K. N. Reddy s'inscrit donc dans un débat déjà bien structuré, et notamment par la parution deux ans plus tôt de l'ouvrage de synthèse résolument opposé à Hardin d'Elinor Ostrom<sup>4</sup>. Comme le noteront dans une importante revue économique les deux rapporteurs de la conférence sur « *Propriété commune, action collective et écologie* » au cours de laquelle il intervient, le propos de Reddy dénote par son parti-pris résolument positif « *au milieu des ténèbres des institutions en décomposition et des tragédies* » sur lesquelles insistent nombre des autres communicants<sup>5</sup>.

Amulya K. N. Reddy ne fait pas en effet de théorie économique, ni ne disserte sur les « paradoxes de l'action collective » et leurs « passagers clandestins » ou « *free riders* » rendus célèbres par le sociologue et économiste Mancur Olson<sup>6</sup>. On pourrait même s'étonner que Reddy ait écrit une contribution sur ce thème. Il se trouve que simplement, en physicien devenu spécialiste des énergies, et alors que la conférence se tient à l'Institut Indien des Sciences, sa propre institution, il développe selon son habitude une illustration empirique qu'il connaît en profondeur, « *une étude de cas* » écrit-il, « *sur la façon dont le village de Pura, dans le sud de l'Inde, a triomphé de la 'tragédie des communs'* ».

4. Elinor Ostrom, *Governing the Commons: The Evolution of Institution for Collective Action*, New York, Cambridge University Press, 1990, traduit en français sous le titre plus étroit de *Gouvernance des biens communs (Pour une nouvelle approche des ressources naturelles)*, Bruxelles, De Boeck, 2010.

5. Sinha Subir et Herring Ronald, "Common Property, Collective Action and Ecology", *Economic and Political Weekly*, 3-10 jul. 1993, 1425-1432.

6. Mancur Olson (1932-1998) a expliqué le « *paradoxe de l'action collective* » comme le fait que dans une action de ce type (par exemple action syndicale, grève, etc.) il est « *rationnel* » pour certains individus de s'abstenir de supporter les « *coûts de l'engagement* » (retenue sur salaire, etc.), puisqu'ils bénéficieront au final des « *bénéfices* » de cette action s'il y en a (augmentation pour tous). De même un « *passager clandestin* » qui ne paierait pas un transport public. D'où le « *paradoxe* » : pourquoi s'engager? L'ouvrage d'Olson, paru en 1965, est traduit en français en 1978 seulement : [https://www.persee.fr/doc/rfsoc\\_0035-2969\\_1980\\_num\\_21\\_3\\_5030](https://www.persee.fr/doc/rfsoc_0035-2969_1980_num_21_3_5030). Il est cité dans les références du compte-rendu mentionné dans la note précédente.

Les lectrices et lecteurs, sur le détail et sur le fond du propos, retrouveront donc certains des éléments concrets présents dans le texte de synthèse plus tardif proposé dans le présent recueil immédiatement avant celui-ci. Il ne s'agit pourtant pas dans cette « *bénédiction des communs* » de la même évaluation rationnelle et mesurée des avantages des méthaniseurs de village en tant que modes de production d'énergie rurale à bas coût. Mais plutôt, en 1992, et alors que l'expérience communautaire du village approche de la décennie de fonctionnement, de la confirmation pour le spécialiste indien que les énergies, comme d'autres ensembles de ressources collectives vitales, peuvent se trouver gérées à l'exemple de celles « *qui ont contribué à la survie des villages indiens pendant des siècles, malgré les forces centrifuges qui les déchiraient* ».

Le propos d'Amulya Reddy n'est donc ni naïf ni irénique. Il s'agit seulement, soutient-il ici comme dans le texte précédent, de constat et d'observation. À Pura, il y a, souligne-t-il, par l'intermédiaire du simple « *dispositif* » (“*i.e device*” écrit Reddy) de la récolte des bouses de vache issues des propriétés individuelles et de leur fermentation dans un vaste réservoir collectif, une forme de « *confluence de l'intérêt individuel et de l'intérêt collectif de telle manière que ce dernier est automatiquement favorisé par la poursuite du premier* »<sup>7</sup>.

En un mot, toutes les familles, et d'abord les femmes, sont directement intéressées à l'accès à l'électricité pour les travaux du soir, à un combustible de cuisson bon marché, et à une eau de meilleure qualité grâce à la pompe du village. Ne pas coopérer, ce n'est pas rester « *indépendant* », c'est se punir soi-même.

Le biogaz de Pura n'est pas seulement un exemple d'innovation énergétique. Il est peut-être plus que cela, note Amulya K. N. Reddy dans la dernière phrase du texte, comme une forme « *d'heuristique* », comme

7. Il s'agit, ici mot à mot, de ce que résument les rapporteurs de la conférence.

un mécanisme pratique révélateur d'un mode communautaire d'action que le fonctionnement des méthaniseurs permet de faire émerger, et dont cet usage énergétique d'une bioressource spécifique nous invite à prendre conscience. Les villageois-es de Pura ne sont ni des saints ni une communauté de vertueux. Mais ils et elles savent faire taire leurs dissensions pour obtenir l'accès à l'énergie en tant que bien collectif.

Ainsi que le noteront au final les commentateurs de la conférence, « Reddy a rapporté que les villageois employaient une métaphore utile : tout comme nous laissons nos chappals (sandales) dehors lorsque nous entrons dans le temple, nous laissons nos différences et conflits derrière nous lorsque nous entrons dans le comité de développement et de gestion du biogaz »<sup>8</sup>. Une vraie « bénédiction des communs », en somme.

– Frédéric Caille

8. Le propos est repris en note par Reddy lui-même dans le texte plus tardif qui précède celui-ci (note 15).

## *La bénédiction des communs*

NdT : Le terme anglais de *commons* a souvent été traduit en français, sous l'influence la tradition juridique continentale, par celui de « biens communs », qui est cependant plus restrictif. Certaines ressources naturelles (réserves de pêche, sources primaires d'énergie, par exemple) ou immatérielles (connaissances, traditions culturelles) sont difficilement assimilables à des « biens », alors même qu'elles sont des *commons* ou *Common Pool Ressources* (CPRs), selon le terme proposé par la politiste américaine prix Nobel d'économie, Elinor Ostrom (*Governing the Commons: The Evolution of Institution for Collective Action*, New York, Cambridge University Press, 1990, traduit en français sous le titre plus étroit de *Gouvernance des biens communs (Pour une nouvelle approche des ressources naturelles)*, Bruxelles, De Boeck, 2010). De même est-il noté en introduction du récent et riche *Dictionnaire critique des biens communs* (Cornu M., Orsi F., Rochfeld J. (éds.), Paris, PUF, 2019) que c'est l'éditeur qui a refusé le titre de *Dictionnaire critique des communs* proposé par les coordinatrices. L'usage en français du terme de « communs » et de sa portée étendue, y compris dans le domaine juridique, est cependant en voie d'affirmation. Voir par exemple : Étienne Le Roy, *La révolution des communs et le droit. Nouveaux enjeux fonciers en Afrique, Amérique et en Europe*, Ésbac, 2021.

## 1. La tragédie des communs

Le problème du gain individuel<sup>9</sup> par rapport aux intérêts d'une communauté a été souvent discuté dans les termes de la fameuse « tragédie des communs » décrite par Garrett Hardin (1968)<sup>10</sup>. Dans cette description, les avantages personnels que chaque individu/ménage retire de l'engagement et de la persistance dans la destruction d'un commun (c'est-à-dire d'une ressource communautaire) sont plus importants et immédiats que la perte personnelle résultant de la destruction finale, lente et à long terme, de ce même commun. Par conséquent, chaque individu/ménage choisit de tirer un avantage personnel immédiat plutôt que d'y renoncer et d'économiser le commun. Cette communication présente une étude de cas sur la façon dont le village de Pura, dans le sud de l'Inde, a triomphé de la « tragédie des communs ».

## 2. Le système des centrales communautaires de biogaz de Pura

Le système traditionnel à Pura pour obtenir de l'eau, de l'éclairage et des engrais (pour les champs) est illustré à la figure 1. Il a été remplacé entre 1987 et 1988 par le système actuel de centrales communautaires de

9. Communication présentée à la conférence internationale *Common Property, Collective Action and Ecology*, août 1992, Centre for Ecological Sciences, Indian Institute of Science, avec le soutien du Social Science Research Council (New York), de la Smithsonian Institution (Washington) et de la Ford Foundation (cf. rapport de Subir Sinha et Ronald Herring, *Economic and Political Weekly*, 3-10 juillet 1993, 1425-1432). Le texte est repris dans la revue *Energy for Sustainable Development* en mai 1995 (vol. II, n°1, 48-50).

10. Garrett Hardin, « The Tragedy of the Commons », *Science*, 162, décembre 1968, 1243-1248.

biogaz [Reddy et Balachandra, 1989; Rajabapaiah *et al.*, 1991] – dont les principaux composants et les flux d'entrées/sorties sont illustrés dans la figure 2. Le fonctionnement du système comprend les activités suivantes :

1. la livraison des bouses de bovins par les ménages de 6h45 à 8h00 en hiver et de 5h00 à 7h00 du matin en été (24 % par les femmes, 27 % par les filles, 27 % par les garçons et 22 % par les hommes);
2. le pesage des bouses livrées par les ménages possédant des bovins (80 % du total des ménages) et l'introduction des bouses dans le système en enregistrant leurs quantités dans le livret personnel<sup>11</sup> et dans les livres de comptes du système;
3. la restitution des boues traitées à ceux et celles qui veulent les retirer;
4. le mélange du fumier avec de l'eau dans un rapport de 1:1 (en volume) et le remplissage des installations de biogaz avec ce mélange;
5. le déversement du lisier généré par les centrales de biogaz au travers du mélange de fumier et d'eau sur les filtres à sable permettant la filtration et la production de boues déshydratées;
6. la libération du biogaz des centrales et son raccordement au moteur, en ajoutant la quantité requise de diesel et en démarrant le moteur bi-carburant et le générateur électrique;
7. la fourniture d'électricité, soit pour faire fonctionner la pompe submersible et pomper l'eau du puits vers le réservoir aérien, soit pour l'éclairage électrique des maisons;
8. le maintien de la propreté des installations de biogaz et de leurs environs;
9. la visite des ménages pour recevoir les paiements pour l'éclairage électrique et pour effectuer les paiements pour la livraison de fumier aux centrales et...
10. la tenue des registres et des comptes du système.

11. Il est similaire à un livret bancaire - le fumier livré étant un crédit comme de l'argent déposé et la boue récupérée ensuite étant débitée comme l'argent retiré.



À part le point 1, c'est-à-dire la livraison du fumier aux micro-centrales et l'extraction des boues, toutes les autres activités concernant le fonctionnement des centrales de biogaz, le sous-système de production et de distribution d'électricité et le sous-système d'approvisionnement en eau, ont été réalisées par deux jeunes du village qui ont été employés par le projet.

Si l'on compare le système actuel des installations communautaires de biogaz avec le système traditionnel d'approvisionnement en eau, en lumière et en engrais, on constate que les ménages sont gagnants sur tous les plans. Non seulement les ménages n'ont rien perdu, mais ils ont gagné ce qui suit :

1. une eau meilleure et plus sûre que l'eau du réservoir ouvert;
2. moins d'efforts pour obtenir cette eau améliorée;
3. un meilleur éclairage que les lampes à kérosène traditionnelles ou même que les lampes électriques fonctionnant sur le peu fiable réseau électrique basse tension;
4. un éclairage moins coûteux pour les ménages qui utilisaient auparavant des lampes à kérosène;
5. un engrais amélioré qui contient plus d'azote et qui est moins propice à la croissance des mauvaises herbes que le fumier de ferme et...
6. des primes de livraison de fumier pour ceux et celles (principalement des femmes et des enfants) qui livrent le fumier aux centrales et reprennent les boues.

En outre, le village (en tant que collectif), par le biais de son Grama Vikas Sabha (comité de développement du village), a obtenu les avantages suivants :

1. la formation et l'amélioration des compétences de deux de ses jeunes dans le domaine de l'exploitation et de la maintenance du système de biogaz;
2. des emplois stimulants pour ces deux jeunes;
3. des revenus pour le village dans la mesure où le paiement total reçu

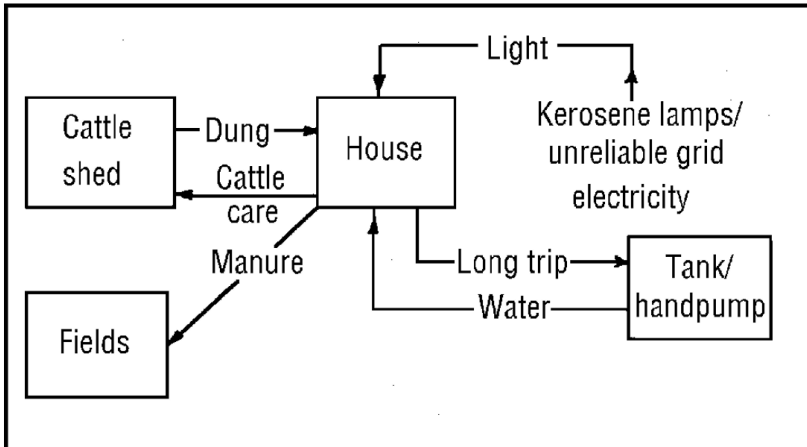
pour les produits du système livrés à l'intérieur des maisons peut dépasser les dépenses pour le diesel et les primes de livraison du fumier;

4. un mécanisme puissant qui initie, assure et maintient la coopération à l'échelle du village, sans laquelle le village reviendrait à un mode de vie moins agréable en matière d'eau et d'éclairage;
5. une nette amélioration de la qualité de vie en ce qui concerne l'eau (et donc la santé) et l'éclairage et...
6. une avancée modeste mais significative dans la lutte contre l'érosion croissante de l'autonomie, grâce à la prise de conscience que l'état actuel et le développement futur du système énergétique peuvent être décidés et mis en œuvre par le village, c'est-à-dire que l'avenir des habitant-e-s dans ce domaine est entre leurs mains [Reddy *et al.*, à paraître].

### 3. La bénédiction des communs

Le système de micro-centrales communautaires de biogaz de Pura illustre un principe que nous appellerons ici la « bénédiction des communs » – l'inverse de la célèbre « tragédie des communs ». Selon le principe de la « bénédiction des communs », le prix qu'un individu/ménage paie pour ne pas préserver les communs dépasse de loin tous les avantages qu'il pourrait avoir à ignorer l'intérêt collectif. En d'autres termes, *il y a une confluence de l'intérêt personnel et de l'intérêt collectif*, de sorte que l'intérêt des communs progresse automatiquement lorsque les individus poursuivent leurs intérêts privés. Dans le cas de Pura, la non-coopération avec les centrales communautaires de biogaz entraîne la coupure de l'accès à l'eau et à la lumière pour le village, et c'est une perte personnelle trop importante (en particulier pour les femmes) pour compenser le petit avantage d'être un-e indépendant-e.

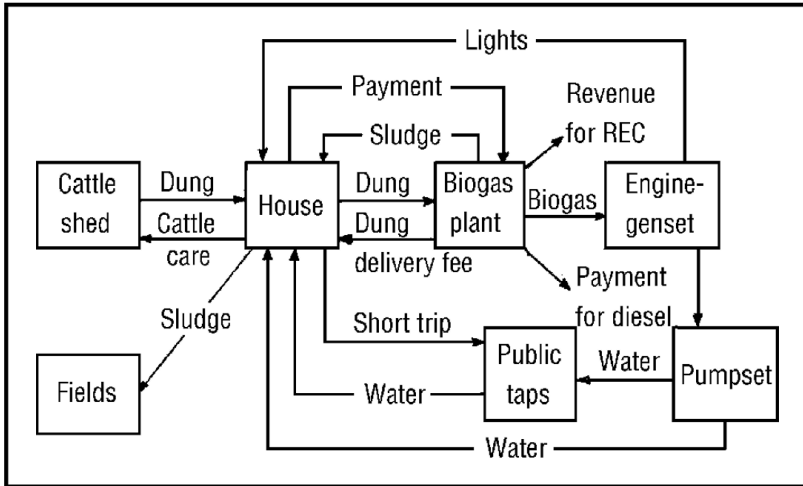
**Figure 1. Système traditionnel d'obtention d'eau, de lumière et d'engrais**



Traduction des termes, de gauche à droite et de bas en haut :

- *Cattle shed* : Étable
- *Fields* : Champs
- *Dung* : Fumier
- *Cattle care* : Soins du bétail
- *Manure* : Fumier
- *House* : Maison
- *Light* : Lumières, éclairages
- *Long trip* : Longue distance
- *Water* : Eau
- *Kerosene lamps/unreliable grid electricity* : Lampes à kérosène/  
réseau électrique peu fiable
- *Tank/handpump* : Réservoir/pompe à main pour l'eau potable

**Figure 2. Le système actuel de l'usine de biogaz communautaire à Pura**



Traduction des termes, de gauche à droite et de bas en haut :

- *Cattle shed* : Étable
- *Fields* : Champs
- *Dung* : Fumier
- *Cattle care* : Soins du bétail
- *Sludge* : Boue
- *House* : Maison
- *Payment* : Paiement
- *Dung delivery fee* : Frais de livraison de fumier
- *Short trip* : Courte distance
- *Water* : Eau
- *Lights* : Lumières, éclairages
- *Biogas plant* : Usine communautaire de biogaz
- *Public taps* : Robinets publics
- *Revenue for REC* : Revenus pour l'entretien et l'extension
- *Biogas* : Biogaz, méthane
- *Enginegenset* : Groupe électrogène bi-carburant (biogaz/diesel)

- *Payment for diesel* : Paiement du carburant non biogaz
- *Pumpset* : Pompe électrique pour l'eau potable

#### **4. Initiative individuelle + contrôle par la collectivité locale – une troisième option**

Avec l'expérience et la prise de conscience croissantes de nos jours des défauts du contrôle de l'État sur l'exploitation et la maintenance (réglementation) des communs, l'option de la privatisation (déréglementation) qui met l'accent sur le marché a été proposée comme une solution au problème de la surveillance et du pilotage/gestion des ressources et installations communautaires. Le marché, cependant, peut certes être un excellent répartiteur d'hommes, de matériaux et de ressources, mais il n'a pas un bilan très positif en ce qui concerne l'équité, l'environnement et le long terme, c'est-à-dire dans des situations justifiant un faible taux d'actualisation. Dans ce débat, on oublie invariablement que la catégorie d'action « *initiative individuelle soumise au contrôle de la communauté locale* », nécessaire pour les situations de « *bénéfaction des communs* », est une troisième option distincte qui présente des caractéristiques très attrayantes.

À Pura, cette troisième option a réussi, sans contrôle extérieur, à maintenir et à faire fonctionner des systèmes d'approvisionnement en eau et d'éclairage électrique pendant plusieurs années. Elle a assuré la gestion prudente des ressources et suscité la coopération de tous les ménages du village. Enfin, elle s'est avérée nettement plus performante que le système centralisé d'électricité de réseau en matière de recouvrement des cotisations et de fiabilité de l'approvisionnement.

## 5. La bénédiction des communs – la clé de la survie des villages

Il doit y avoir de nombreux exemples de « bénédiction des communs » qui ont contribué à la survie des villages indiens pendant des siècles, malgré les forces centrifuges qui les déchiraient. Parmi ces exemples, on peut citer l'entretien des réservoirs villageois, des terres et des bois communaux, etc. Il est important de découvrir et d'utiliser de tels exemples pour la conception des projets de développement rural. Dans le cas de Pura, l'expérience des micro-centrales communautaires de biogaz peut valoir en tant qu'heuristique (c'est-à-dire dispositif d'expérimentation et de découverte) pour concevoir les scénarios d'avenir des centres énergétiques [Reddy *et al.*, à paraître].

### Bibliographie

Hardin, Garrett, 1968. « The tragedy of the commons », *Science*, 162, p. 1243-1248.

B.R. Pai et M.S. Rama Prasad, 1991. Ch. 7, p. 66-75, Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi.

Rajabapaiah, P., Jayakumar, S. et Reddy, A.K.N., 1991. « Biogas electricity – the Pura village case study », ch. 19, p. 790-815, in *Fuels and Electricity from Renewable Sources of Energy*, (eds.) Johansson, T.B., Kelly, H., Reddy, A.K.N., and Williams, R.H., Island Press, Washington, D.C.

Reddy, A.K.N. et Balachandra, P., 1989. « The economics of electricity generation from the Pura community biogas system », *Seminar on the « Techno-economic considerations of power generation using renewable*

*sources of energy* », November 27-28, Karnataka State Council for Science and Technology, Indian Institute of Science, and published in *Power Generation through Renewable Sources of Energy*, (eds.)

Reddy, A.K.N., Somasekhar, H.L., Rajabapaiah, P. et Jayakumar, S. *Scenarios for the Evolution of the Pura Energy Centre*, International Energy Initiative et ASTRA, Indian Institute of Science (en cours de publication).

## 4. Vues des Suds : une perspective générique sur les énergies renouvelables

L'article qui suit est une version élargie d'un enseignement intitulé « *Énergies renouvelables pour les zones rurales* » proposé par Amulya K. N. Reddy le 29 mai 2000 au sein du centre ASTRA (*Application of Science and Technology to Rural Areas*) de l'Institut des Sciences de l'Inde. Comme nous l'a écrit un étudiant de Master ayant participé à une première version de la traduction, on se trouve en lisant ce texte « *face à un véritable penseur des énergies, avec une écriture généralement scientifique, factuelle, pédagogique, et qui n'hésite pas à répéter les mêmes expressions plusieurs fois dans une phrase* ».

Avec Amulya Reddy, la « *stratégie énergétique* » devient effectivement un sujet de réflexion, une matière ouverte, un espace de pensée et de débats. On est loin du caractère monumental (discussions limitées aux très grandes puissances) et pétrifié (domination des approches strictement technicistes) des débats actuels sur le thème, pays des Suds et des Nordes mélangés. Plus encore, le physicien indien invite à mesurer la place ôtée dans les études récentes aux usages, aux compétences, aux consommateurs, aux communautés et aux vivants de toutes sortes par les seuls discours dominants des méga-puissances et des hautes-technologies. Dans le monde des grandes infrastructures, les énergies ne sont que des chiffres. Avec Amulya K. N. Reddy, la stratégie énergétique redevient, notamment dans ce texte, une science humaine, historique et sociologique.

Du côté de l'histoire tout d'abord, le scientifique indien restitue, au risque de déranger désormais de ce côté-ci – au nord – des deux hémisphères, comme dans d'autres de ses écrits, la logique de substitution dont il fut en quelques années le témoin. A la priorité de l'émergence économique



et sociale des pays les moins avancés, explique-t-il, s'est superposé progressivement, dès la fin des années 1980, l'enjeu climatique et celui associé des émissions de gaz à effet de serre, c'est-à-dire le cheval de Troie de ce qu'il dénomme, dès le début de son texte, un « *fondamentalisme des énergies renouvelables* ».

L'expression est-elle choquante? Sans doute convient-il d'abord de bien la comprendre. Comme tout « *fondamentalisme* », celui dont il est question ici fait d'une seule « Vérité » révélée sa clef d'action et de compréhension du monde, laissant dans l'ombre les autres urgences et les autres temporalités. Amulya K. N. Reddy relève à ce titre qu'à prêcher par principe « *les énergies renouvelables* » dans un contexte d'extrême pauvreté et de non satisfaction des besoins essentiels, on s'éloigne d'une véritable stratégie raisonnée des énergies respectueuses de l'environnement pour la ville et la campagne, une stratégie qui tienne compte des synergies potentielles et des apports, ponctuels et mesurés, qu'il est possible de demander de manière transitoire y compris à certaines énergies carbonées « *améliorées* », c'est-à-dire plus propres et plus sobres.

Le propos du premier expérimentateur international du biogaz communautaire villageois n'est donc pas bien entendu de justifier la multiplication de centrales électriques fossiles dans les métropoles des Suds, des centrales souvent liées, comme récemment à Dakar, à la sortie de terre de nouveaux quartiers d'affaires climatisés<sup>1</sup>. Il est simplement de reconnaître que, pour certaines des urgences humaines essentielles – hôpitaux, écoles et centres de formations, institutions publiques des grandes villes –, il peut apparaître nécessaire et opportun de garantir l'émergence sociale et économique par l'usage, modéré, des sources et technologies énergétiques les plus immédiatement disponibles.

1. <https://www.businessfrance.fr/senegal-lancement-des-travaux-de-construction-d-une-centrale-a-gaz-de-300-mw>

Sans relever d'une forme de résignation face à la puissance immédiatement disponible des sources fossiles – les longs développements du texte sur les « *stratégies de renforcement* » des énergies renouvelables le montrent –, la position du scientifique indien s'inscrit dans une temporalité limitée et argumentée. Tout récit prospectif sur les énergies en est également une sociologie, s'efforce-t-il de faire comprendre. En l'occurrence, si les pays des Suds justifient de relever d'une temporalité spécifique en matière de renouvelables, c'est que cette dernière est celle qui pourra permettre à ces pays de finaliser l'ensemble des nouveaux « *cycles énergétiques renouvelables* », c'est-à-dire de coordonner et de fiabiliser les uns par rapport aux autres dans le domaine de l'énergie les approvisionnements, la fourniture et les matériels d'utilisation finaux – ainsi qu'il en est pour les énergies fossiles. On ne conçoit pas de la même manière un véhicule automobile dans les États-Unis des années 1950, en plein cœur de la crise pétrolière des années 1970, ou dans le contexte d'une prise de conscience climatique globale et de mise en œuvre d'objectifs internationaux de réduction des rejets de Co2. De même, une cuisinière fonctionnant au biogaz, un réfrigérateur ou un téléviseur alimentés par une source photovoltaïque autonome, devront-ils être adaptés et différer de leurs homologues conçus et insérés dans les cycles énergétiques non renouvelables et carbonés<sup>2</sup>.

Amulya K. N. Reddy réfléchit en physicien et en chimiste sur les réalités socio-économiques des énergies pour les pays des Suds. Et sans doute est-ce ce que lui permet d'anticiper sur les débats d'aujourd'hui et de relever par exemple combien énergies « *renouvelables* » ne signifie pas nécessairement « *inépuisables* ». Ainsi en est-il pour la biomasse, dont il souligne qu'elle réclame des stratégies de plantation et de préservation,

2. Aujourd'hui encore, ce type d'appareillage adapté est rare, les réfrigérateurs n'étant pas pensés pour les environnements non-tempérés, et quelques télévisions chinoises commençant seulement à fonctionner sur le 12 volts continu des petits ensembles photovoltaïques individuels.

de même que les autres procédés de méthanisation (qui peuvent utiliser des déchets organiques); mais également pour les matières premières des batteries ou procédés photovoltaïques<sup>3</sup>.

Si les énergies renouvelables sont donc indiscutablement l'avenir, Amulya Reddy insistant ici sur l'importance, il y a plus de vingt ans désormais, d'élaborer un véritable « *manifeste pour les énergies renouvelables* », elles ne demeurent cependant qu'un moyen, évolutif, et il souligne de ce point de vue l'opposition entre « *les technologies* » et les agents de terrain, entre le besoin humain immédiat et les promesses « *tombées du ciel* » pour les pauvres. Lui-même, en se plaçant du point de vue du Sud et au concret, relève que dans presque tous les domaines il faut envisager trois étapes : l'immédiat disponible, le futur proche, puis l'avenir le plus souhaitable et le meilleur pour la planète. Ainsi en est-il dans le domaine de la cuisson domestique où, si « *les développements futurs doivent être basés sur des fours électriques, la chaleur cogénérée et les fours solaires thermiques et à induction* », écrit-il, « *l'avenir à long terme appartiendra peut-être aux fours à base de combustibles dérivés de la biomasse* »<sup>4</sup>.

3. Sur la méthanisation, sur laquelle a particulièrement travaillé Reddy, le débat est aujourd'hui révélateur de ce qu'il annonçait. Voir notamment le rapport parlementaire récent en France : Salmon Daniel, *Rapport d'information fait au nom de la mission d'information sur « la méthanisation dans le mix énergétique : enjeux et impacts »*, n°872, 29 sept. 2021, en ligne : [http://www.senat.fr/rap/r20-872/r20-872\\_mono.html](http://www.senat.fr/rap/r20-872/r20-872_mono.html). Les problèmes de taille des installations (plus de 200 camions/jour pour le plus gros projet à l'étude en France et qui connaît une forte opposition) et de modèle économique (24 millions d'euros de recettes annuelles pour ce même projet) valident l'approche élargie des enjeux que Reddy aura toujours défendue. Voir par exemple : <https://www.lafranceagricole.fr/actualites/elevage/methanisation-le-plus-gros-projet-de-methaniseur-de-france-passe-mal-1,1,882308724.html>
4. Sur l'importance des enjeux liés à la cuisson domestique, notamment solaire (en termes de déboisement, de santé, etc.), on signalera le travail pionnier et très convergent à celui de Reddy en Afrique de l'Ouest d'Abdoulaye Touré : F. Caille, « Aide-toi et le solaire t'aidera. Les leçons des objets solaires d'Abdoulaye Touré (1954-2020) », dans M. Badji et F. Caille (éds.), *Le tailleur et ses modèles d'hier à demain. Approches juridiques et politiques croisées France-Sénégal*, Dakar, L'Harmattan, 2022.

On pense au final, à entendre Amulya K. N. Reddy réfléchir sur la nature et l'importance des énergies renouvelables pour les pays des Suds, à ce que pouvait écrire l'économiste pionnier de la notion de « *décroissance* » Nicholas Georgescu-Roegen (1906-1994). Une recette de cuisine, disait-il, ce n'est pas seulement une liste d'ingrédients. Une transition ou une stratégie énergétiques non plus. C'est aussi « *une certaine combinaison méthodique et fragmentée de ces ingrédients* »<sup>5</sup>.

– Frédéric Caille

5. Antoine Missemer, *Nicholas Georgescu-Roegen, pour une révolution bioéconomique suivi de De la science économique à la bioéconomie de Nicholas Georgescu-Roegen*, Lyon, ENS éditions, 2013, p. 28.

## *Vues des Suds : une perspective générique sur les énergies renouvelables*

L'augmentation de l'utilisation de combustibles fossiles depuis le milieu du 19<sup>e</sup> siècle environ et leur insoutenabilité croissante ont conduit à une demande également croissante d'énergies renouvelables<sup>6</sup>. Puisque cette demande a même pris une tendance fondamentaliste, une question se pose : faut-il viser un « développement » (durable/soutenable) ou de « l'énergie renouvelable » à tout prix? Le point de vue défendu ici est qu'il faut viser un développement soutenable dont l'énergie renouvelable soit un instrument. Mais les sources d'énergies renouvelables ne peuvent être toujours considérées comme synonymes de soutenabilité. Des sources renouvelables peuvent être utilisées de manière non renouvelable, et des sources non renouvelables peuvent l'être de manière quasi-renouvelable pour une finalité d'usage spécifique. Tandis qu'un-e « fondamentaliste des énergies renouvelables » proscrirait l'utilisation d'une ressource non-renouvelable sans tenir compte de son équité et de ses autres avantages, une perspective de développement durable/soutenable appuierait l'usage d'une ressource non-renouvelable, si cela peut considérablement améliorer la qualité de vie durant une période transitoire et faire gagner du temps, avant qu'une solution uniquement renouvelable soit mise en œuvre.

Après avoir indiqué les relations réciproques entre l'énergie de la biomasse, les énergies renouvelables et le développement (urbain et rural) durable/soutenable, nous envisagerons ci-dessous les stratégies énergétiques génériques visant à atteindre l'objectif du développement durable. Ensuite, les stratégies spécifiques concernant les énergies renouvelables, et l'énergie de la biomasse en particulier, seront

6. « Cet article est une version allongée de la conférence du 29 mai 2000 présentée dans le cadre du cours « Énergies renouvelables pour les zones rurales » dispensé au centre ASTRA (Centre pour l'application des sciences et technologies aux espaces ruraux) de l'Institut Indien des Sciences. »

mentionnées. Puis, une brève description des obstacles aux énergies renouvelables sera exposée dans une analyse de type SWOT<sup>7</sup> – Forces – Faiblesses – Opportunités – Menaces (*Strengths – Weaknesses – Opportunities – Threats*). Tout en abordant certains des fils conducteurs de la dissémination des Technologies des Énergies Renouvelables (RETs/*Renewable Energy Technologies*), les caractéristiques d'un paquet de politiques publiques sur les Énergies Renouvelables (REPP/*Renewable Energy Policy Package*) pour un développement soutenable seront évoquées. Enfin, une orientation sera proposée pour les Technologies des Énergies Renouvelables à court, moyen et long terme, de même que les implications généralement positives des sources d'énergie qui y sont associées.

## L'essor des combustibles fossiles et de leur insoutenabilité

À compter du milieu du 19<sup>e</sup> siècle, les sociétés humaines acquièrent dans une succession rapide le contrôle du charbon, de la vapeur, du pétrole, de l'électricité et du gaz naturel. Parallèlement à la montée des combustibles fossiles, il y eut un déclin de l'usage des sources primaires d'énergies renouvelables. Avec ces changements dans les « sources primaires » d'énergie (c'est-à-dire les sources d'énergie disponibles naturellement), d'énormes bonds furent réalisés en termes de puissance. De nouvelles et spectaculaires possibilités ont émergé.

7. NdT : Reddy reprend ici l'analyse *Strengths – Weaknesses – Opportunities – Threats* (SWOT, acronyme qui rejoint le terme populaire « swot » = bosser, travailler). Cette perspective d'analyse est très présente dans les sciences anglo-saxonnes du marketing et du management.

Mais parallèlement à ces opportunités, de nouvelles menaces ont émergé. Les impacts environnementaux ont augmenté en intensité. Au début, il y a eu une grave dégradation environnementale locale, puis nationale, puis une dégradation transfrontalière/régionale, et enfin des impacts mondiaux. Il était de plus en plus évident que les gaz à effet de serre (GES) s'accumulaient dans l'atmosphère et qu'il y avait une réelle possibilité de réchauffement de la planète et d'importants changements climatiques.

D'autres menaces planaient, selon lesquelles les ressources en combustibles fossiles, en particulier le pétrole (qui était concentré dans des zones spécifiques), risquaient d'être épuisées. Il s'est toutefois avéré que, dans l'ensemble, à mesure que la consommation augmentait, de nouveaux gisements étaient découverts. Et il sembla que les réserves augmentaient au fur et à mesure du report des dates d'épuisement prévues.

Malgré tout, la répartition non-uniforme des gisements de combustibles fossiles généra des troubles d'ordre géopolitique et sécuritaire, qui rendirent urgente la réduction de la dépendance à ces ressources. L'envolée du prix du pétrole durant les années 1970 aggrava la situation et conduisit à la remise en cause de la poursuite de la dépendance aux combustibles fossiles.

## Les énergies renouvelables comme nouveau fondamentalisme

C'est dans ce contexte, dans les années 1980, que la demande d'énergies renouvelables – en particulier l'éolien, le petit hydroélectrique, le solaire thermique et photovoltaïque, la biomasse moderne<sup>8</sup> – gagna en intensité. Il y eut même une conférence des Nations-Unies sur « les sources d'énergies nouvelles et renouvelables » à Nairobi en 1981.

Bien que les pays en voie de développement aient beaucoup moins contribué aux niveaux élevés actuels de gaz à effet de serre dans l'atmosphère, l'augmentation continue de leurs émissions fut extrapolée à des degrés dangereux pour l'avenir, et elle inquiéta les pays industrialisés. Un expert affirma même :

*... il existe un consensus général selon lequel, en 1988, environ les trois-quarts du CO<sub>2</sub> provenant de la combustion de combustibles fossiles émanaient des pays industrialisés. Mais quand les sources non-industrielles étaient incluses (par exemple les feux de forêt et d'autres changements d'usage des terres), la contribution des pays industrialisés était d'environ 56 %... L'analyse des données disponibles suggère que les émissions historiques de combustibles fossiles des pays en développement ne représentent qu'environ 14 % du total global, comparé aux 28 % actuels d'émissions de CO<sub>2</sub> issues des combustibles fossiles...*<sup>9</sup>

8. Dans la mesure où la biomasse « traditionnelle », utilisée dans les dispositifs d'utilisation finale traditionnels, est responsable des faibles niveaux de services énergétiques, notamment dans les zones rurales des pays en développement, la nouvelle demande concernait des sources de biomasse modernisées et/ou des appareils d'utilisation finale modernes. (NdT : Reddy différencie ici la méthanisation moderne ou l'utilisation de réchauds améliorés de l'utilisation du bois de coupe pour la cuisine sur foyers ouverts, tel qu'en de nombreuses zones de l'Inde rurale ou du Sahel notamment).

9. M. Grubb et al., « Sharing the Burden », *Confronting Climate Change - Risks, Implications and Responses*, Cambridge University Press, 1992, p. 310.



Les pays émergents, avec trois fois plus de population que les pays développés, ont été bien moins responsables de la pollution cumulée de l'atmosphère mondiale par les gaz à effet de serre, et même aujourd'hui ils polluent toujours moins que les pays développés. Mais, la contribution de ces pays à la concentration de gaz à effet de serre dans l'atmosphère augmente continuellement!

Ce n'est pas une surprise, donc, que les débats habituels et récents sur les systèmes énergétiques dans les forums internationaux aient été constamment dominés par l'objectif d'élimination des gaz à effet de serre, et de prévention/minimisation du changement climatique. Cela reflète les préoccupations des pays industrialisés.

En conséquence, l'accent est désormais mis sur les énergies renouvelables. Maximiser les énergies renouvelables est devenu une fin en soi. Et ceux et celles qui les défendent sont devenu-e-s des « fondamentalistes des énergies renouvelables ». Certain-e-s exigent même que les règles du jeu soient faussées en faveur des énergies renouvelables. Ainsi, la protection de l'environnement est devenue la préoccupation dominante et presque exclusive.

Cet accent mis sur les énergies renouvelables a été encouragé par les pays industrialisés. En dépit d'avoir majoritairement contribué à l'accumulation des gaz à effet de serre, ces derniers ont commencé à faire pression sur les pays en développement pour qu'ils réduisent leurs émissions principalement en se concentrant sur les sources d'énergies renouvelables. Par ailleurs, il ne faut pas manquer de souligner le rôle négatif et contre-productif joué par cet important détournement important des rares et précieux talents des Suds vers l'analyse de l'atténuation des gaz à effet de serre dans les pays émergents, alors même que le problème provient principalement des modes de consommation d'énergie du Nord.

## L'objectif doit-il être le développement durable/soutenable ou les énergies renouvelables?

Dans ce contexte, la question se pose de savoir si les énergies renouvelables doivent être une fin en soi ou un moyen pour parvenir à une fin. La réponse varie selon que l'objectif est la diffusion d'une technologie en tant que telle, ou l'amélioration de la condition de vie des personnes par la diffusion d'une technologie.

Il est supposé ici que l'objectif doit être le développement durable. L'objectif du développement durable/soutenable implique des critères d'efficacité économique, de justice distributive en termes d'équité et d'accès (en particulier pour les pauvres, les femmes, et les zones rurales), d'autonomie/encapacitation des personnes, et de protection de l'environnement<sup>10</sup>.

Ainsi, les énergies renouvelables ne devraient pas être un objectif *en soi*; elles ne devraient être qu'un instrument pour atteindre l'objectif d'un développement durable/soutenable. Cependant, les énergies renouvelables sont particulièrement appropriées pour faire avancer le développement durable car, en plus d'être respectueuses de l'environnement, elles sont invariablement disponibles localement. De plus, elles sont décentralisées et elles facilitent donc l'encapacitation-*empowerment* des individus et des communautés, et renforcent leur autonomie. Néanmoins, comme tout instrument, elles

10. NdT : Reddy emploie ici, comme dans plusieurs autres de ses textes, les termes « self-reliance/empowerment », assez courants dans les sciences sociales anglo-saxonnes mais toujours difficiles à rendre en français. Le second notamment n'est qu'imparfaitement rendu comme on le fait souvent par « pouvoir d'agir » ou « émancipation », ainsi que le relèvent divers auteurs et autrices. Voir par exemple Hache, E., *Reclaim. Recueil de textes écoféministes*, Paris, Cambourakis, 2016, p. 23. La notion d'« encapacitation » ici proposée renvoie à l'idée de *capabilities* proposée par l'économiste d'origine indienne Amartya Sen, le « pouvoir de » à l'entrecroisement de « capacités », « potentialités » et même « choix de vie ». Voir par exemple : Servet, J-M., *Banquiers aux pieds nus: La microfinance*, Paris, Odile Jacob, 2006, p. 423 et ss.

se doivent d'être conçues de façon appropriée et utilisées efficacement. Ainsi, les énergies renouvelables ne peuvent assurer *ipso facto* le développement durable. Elles doivent mériter leur place de manière à être compatibles et intégrées aux objectifs du développement soutenable.

Cette distinction entre « énergies renouvelables » et « développement soutenable/durable » importe particulièrement parce que l'un et l'autre ne jouissent généralement pas du même statut politique. Le développement durable est souvent avancé du bout des lèvres par les porte-parole des pays au niveau international mais, à l'intérieur de ces pays, il n'y a pas d'instruments politiques et économiques pour sa mise en œuvre. Pire encore, suivant certaines interprétations des pays industrialisés, le développement durable est souvent assimilé à un développement respectueux de l'environnement en ignorant ses dimensions d'équité et d'encapacitation-*empowerment*-autonomisation.

## Renouvelabilité et durabilité

Les sources « renouvelables » ne doivent pas être considérées comme étant synonymes d'« intarissables » et d'« inépuisables ». Il est bien connu que même les sources renouvelables peuvent être utilisées de manière non renouvelable, par exemple lorsque le taux d'extraction dépasse le taux de régénération de la ressource.

L'exemple classique est lorsque les forêts sont défrichées et que le bois est extrait à un taux bien supérieur à son taux de croissance. L'histoire regorge d'exemples où des zones densément boisées ont perdu leur couvert arboré.

Ce qui n'est souvent pas évalué à sa juste valeur, c'est que les sources d'énergies non renouvelables peuvent être utilisées de manière *quasi*-renouvelable pour répondre une utilisation finale, au sens où le taux d'épuisement dû à cette utilisation finale est négligeable par rapport

à l'importance des réserves et à la consommation pour d'autres tâches. Dans une telle situation, un « fondamentaliste des énergies renouvelables » interdirait l'utilisation d'une ressource non renouvelable indépendamment de ses autres avantages, et il insisterait pour qu'une ressource renouvelable soit utilisée nonobstant son incompatibilité avec l'équité et ses inconvénients environnementaux.

Par contraste, une vision axée sur le développement durable/soutenable exige de considérer l'équité et d'autres dimensions qui peuvent légitimer l'usage de ressources non renouvelables, en se fondant sur l'amélioration cruciale de la qualité de vie pendant une période transitoire, afin de gagner du temps avant qu'une solution renouvelable complète ne soit mise en œuvre. Il est probable que ce soit sur la base de cette compréhension que, dans de nombreux pays d'Amérique latine, le GPL (Gaz de Pétrole Liquéfié) soit diffusé dans les zones rurales pour la cuisine et préféré au bois de feu<sup>11</sup>.

## Développement durable, énergie de la biomasse et énergies renouvelables

Les relations réciproques entre l'énergie renouvelable, la biomasse et le développement soutenable sont décrites dans la littérature scientifique récente (Reddy, 1991)<sup>12</sup>. L'ensemble des Technologies des Énergies Renouvelables (RETs) au bas du schéma comprend des RETs centralisées et décentralisées. Les RETs décentralisées sont très adaptées aux zones rurales. Ces RETs décentralisées rurales peuvent être de deux types,

11. « Liquid Petroleum Gas in Brazil », in *Energy for Sustainable Development*, United Nations Development Programme, International Institute for Industrial Environmental Economics, Sweden, and *International Energy Initiative*, 2002, Chapter 4 « Energy Technologies and Policies for Rural Development », p. 127.

12. Le texte original comprend un schéma, non repris ici, des interactions et « synergies » entre systèmes d'énergies renouvelables ruraux et urbains.

celles qui reposent sur la biomasse et celles qui ne reposent pas sur la biomasse. Ensemble, elles sont la base énergétique du développement rural soutenable. Les RETs centralisées, qui sont adaptées aux zones urbaines, sont également de deux types : reposant ou ne reposant pas sur la biomasse. Ensemble, elles peuvent être la base énergétique du développement urbain soutenable. Il est important de maintenir une synergie à la fois entre les énergies pour le développement rural soutenable et les énergies pour le développement urbain soutenable, et entre les deux développements eux-mêmes.

Les agences spécialisées en charge de l'énergie de la biomasse et de l'énergie rurale sont absentes de la plupart des pays. En Inde, par exemple, seules les énergies renouvelables ont reçu une approbation politique au travers de la formation d'un ministère des Sources d'énergie non conventionnelles. Mais, il est facile de voir que, en particulier lorsque les forces du marché sont prioritaires, l'accent mis sur les énergies renouvelables peut entraîner une préoccupation pour les technologies qui s'adressent aux besoins énergétiques urbains et à l'énergie de la biomasse centralisée. Qui plus est, il y a bien moins d'accentuation sur l'énergie de la biomasse que sur le solaire photovoltaïque. Cette disparité est peut-être due au fait les pays industrialisés peuvent jouer un plus grand rôle dans la vente de panneaux et de dispositifs photovoltaïques que dans la culture et la valorisation de la biomasse.

## **Des stratégies énergétiques pour faire progresser le développement soutenable**

Si la définition des buts ou des objectifs est cruciale, il est nécessaire d'aller au-delà pour atteindre l'étape de la formulation des stratégies ou des plans généraux pour atteindre les objectifs. Si l'énergie est un instrument de développement soutenable, alors les stratégies énergétiques associées doivent :

- se concentrer sur les services énergétiques (plutôt que sur la simple consommation d'énergie), en particulier pour la satisfaction des besoins essentiels,
- garantir l'accès à des services énergétiques modernes pour tout le monde (impliquant une obligation de la part des fournisseurs d'énergie),
- impliquer un mélange rationnel de sources centralisées « plus propres » (pas seulement les sources conventionnelles mais aussi la prochaine génération de technologies utilisant des combustibles fossiles) et de sources renouvelables centralisées et décentralisées, avec des améliorations de rendements,
- ne pas dépendre uniquement de l'action gouvernementale « descendante », *top-down*, mais s'appuyer également sur l'action entrepreneuriale et communautaire,
- renforcer les capacités autochtones,
- concevoir un rôle pour les autres parties prenantes (les groupes de défense de l'environnement, les consommateurs et consommatrices présent-e-s et potentiel-le-s, etc.).

## Des stratégies énergétiques spécifiques pour les énergies renouvelables en général et pour l'énergie de la biomasse en particulier

Outre les stratégies génériques évoquées ci-dessus, communes à toutes les sources d'énergie, les caractéristiques propres aux sources renouvelables nécessitent des stratégies spécifiques pour ces sources.

D'abord, l'accent mis sur un mix rationnel de ressources énergétiques intégrées – sources conventionnelles, sources renouvelables (centralisées et décentralisées), améliorations de l'efficacité énergétique – signifie que les énergies renouvelables doivent conquérir par elles-mêmes une place

légitime dans le mix énergétique. Ceci exige d'établir et de conserver des règles du jeu équitables, ainsi que de promouvoir et de garantir la concurrence au sein du mix énergétique.

Deuxièmement, il faut reconnaître que, contrairement aux sources d'énergie centralisées conventionnelles, la plupart des technologies des énergies renouvelables sont encore en phase de maturation. C'est notamment le cas avec l'utilisation énergétique non traditionnelle de la biomasse. Il doit donc y avoir des stratégies spécifiques pour aider les technologies des énergies renouvelables à mûrir.

Troisièmement, tandis que les liens entre les sources d'énergie et les utilisations finales via les matériels d'utilisation finale – ce que l'on appelle les « cycles du combustible » – sont bien établis dans le cas des sources conventionnelles, ces liens doivent être créés et entretenus dans le cas des sources renouvelables. Par conséquent, des stratégies spécifiques sont nécessaires pour le développement et la diffusion de dispositifs d'utilisation finale efficaces permettant de réduire les besoins en sources renouvelables<sup>13</sup>.

Quatrièmement, alors que la plupart des ressources énergétiques renouvelables – comme les énergies non renouvelables conventionnelles (pétrole, naturel, charbon) – sont « données » par la nature, la production de biomasse peut quant à elle être augmentée par les plantations. Par conséquent, des stratégies spécifiques pour augmenter la disponibilité de la biomasse peuvent être nécessaires.

13. NdT : On peut penser par exemple à l'apparition de téléviseurs 12 volts, qui fonctionnent sur une batterie et un petit panneau photovoltaïque, inventés et fabriqués en Chine et aujourd'hui courants en Afrique.

## Les obstacles aux énergies renouvelables

Aussi bien conçues les stratégies spécifiques aux énergies renouvelables soient-elles, il est peu probable qu'elles réussissent sans que les obstacles auxquels ces énergies sont confrontées ne soient identifiés et que des actions publiques adaptées n'interviennent pour les surmonter.

Un premier sous-ensemble d'obstacles est associé à la commercialisation. Les Technologies des Énergies Renouvelables (RETs) peuvent avoir des problèmes techniques caractéristiques qui doivent être résolus par la recherche, le développement et la démonstration (R-D-D) avant diffusion sur le marché<sup>14</sup>. Malheureusement, les institutions R-D-D des pays en développement souffrent d'un certain nombre de pénuries (formation des personnels, infrastructures, financement, information, etc.).

Le sous-ensemble de barrières liées au marché comprend :

- les subventions (ouvertes et cachées) aux énergies conventionnelles, notamment aux énergies fossiles, qui donnent à leurs systèmes énergétiques un avantage injuste par rapport aux systèmes d'énergies renouvelables;
- les prix du marché qui ne reflètent pas les coûts et les dommages environnementaux et qui masquent les avantages environnementaux frappants des options énergétiques nouvelles et plus propres;
- l'accès limité aux informations, particulièrement à propos de la disponibilité des sources d'énergie renouvelables et des technologies permettant l'utilisation de ces ressources;
- la sensibilité au coût initial (là où les décisions sont basées sur l'investissement de départ plutôt que sur le cycle de vie des

14. NdT : Le triptyque Recherche-Développement-Démonstration est très visible avec une technologie comme celle de la cuisson solaire. On peut ainsi penser au travail mené jusqu'à son décès en 2020 par le « monsieur soleil sénégalais » Abdoulaye Touré.



matériels), laquelle plaide pour des crédits à la consommation par le biais de la microfinance et d'autres mécanismes très importants pour la diffusion de petits systèmes d'énergie renouvelable;

- la méconnaissance et l'inefficacité des institutions financières vis-à-vis des investissements de petite échelle réclamés par les systèmes d'énergies renouvelables, entraînant un financement inadéquat des utilisateurs finaux pour l'achat et l'installation de systèmes d'énergie de biomasse;
- les incitations inadaptées ou le problème banal « propriétaire-locataire » (le « propriétaire » n'ayant aucun intérêt à investir dans les énergies renouvelables car c'est le « locataire » qui paie les factures d'énergie);
- l'indifférence aux coûts énergétiques (car ils représentent souvent une petite fraction des coûts totaux), conduisant à une faible attention portée aux options énergétiques alternatives.
- Un autre sous-ensemble de barrières est constitué d'obstacles non commerciaux, notamment :
  - des intérêts particuliers (dans les secteurs privé et public) qui bénéficient du *business-as-usual* et autre statu quo des approches et pratiques et, par conséquent, résistent au changement;
  - le manque « d'institutions » appropriées<sup>15</sup> ;
  - l'absence d'une agence gouvernementale spécifiquement mandatée pour promouvoir le développement des énergies renouvelables;
  - le manque de coordination entre les institutions impliquées dans le développement et la commercialisation des énergies renouvelables;
  - les obstacles institutionnels tels que la position de monopole des services publics, lesquels n'ont pas intérêt à encourager des sources d'électricité concurrentes;
  - les agences gouvernementales qui sont plus à l'aise avec les systèmes à grande échelle et centralisés et qui ont une culture étrangère à la

15. Le terme « institution » représente ici un « forum », ainsi que les règles d'interaction entre les organisations/individus dans ce forum.

nature modulaire des systèmes d'énergie renouvelable.

## Analyse Forces-Faiblesses-Opportunités-Menaces (SWOT) des énergies renouvelables

Beaucoup de ces obstacles sont également reflétés dans l'analyse des énergies renouvelables présentée dans le tableau ci-dessous.

<b>FORCES</b> <ul style="list-style-type: none"><li>· Décentralisées</li><li>· Disponibles localement</li><li>· Renforcent l'autonomie</li><li>· Respectueuses de l'environnement (particulièrement au niveau global)</li></ul>	<b>FAIBLESSES</b> <ul style="list-style-type: none"><li>· Peuvent avoir à mûrir</li><li>· Réplicabilité non encore prouvée</li><li>· Coûts actuels pouvant être trop élevés</li><li>· Potentiel non-adapté au remplacement de la production par les énergies fossiles</li></ul>
<b>OPPORTUNITÉS</b> <ul style="list-style-type: none"><li>· Coûts en baisse</li><li>· Coûts futurs pouvant être intéressants</li><li>· Mégaprojets centralisés ne parvenant plus à terme si rapidement que possible</li><li>· Besoins ruraux non satisfaits par les projets conventionnels</li></ul>	<b>MENACES</b> <ul style="list-style-type: none"><li>· Réforme du secteur de l'électricité pouvant sous-estimer les énergies renouvelables</li><li>· Baisse de l'intérêt pour la recherche et le développement</li></ul>

## La dissémination des Technologies d'Énergies Renouvelables (RETs)

Puisqu'il existe des barrières s'opposant aux énergies renouvelables à tous les niveaux – au niveau international, gouvernemental, utilitaire, au niveau de la fabrication, de la distribution, de la consommation de matériels –, une approche multi-niveaux et multi-cibles est nécessaire, ainsi qu'un plaidoyer et une action simultanés à tous les niveaux. Cette approche doit s'adresser non seulement aux décideurs et décideuses du

gouvernement, mais aussi aux politicien-ne-s, aux services publics, aux diverses catégories de consommateurs et consommatrices, aux médias et à la société civile. L'approche *top-down*, du haut vers le bas, suivie par les organisations internationales et les gouvernements est nécessaire mais non suffisante. L'un des problèmes est que les gouvernements et leurs bureaucraties sont souvent victimes, quand ce n'est pas gardiens et propagateurs, de paradigmes obsolètes. Aussi les changements de paradigme nécessitent-ils assurément la pression *bottom-up* ascendante simultanée de la société civile.

Par-delà la mise au point et la démonstration des technologies, ce qui est essentiel est leur diffusion ou dissémination. Et c'est un autre « type de jeu ». Car, fabriquer des milliers, voire des millions d'unités est un défi totalement différent de celui de ne réaliser qu'une seule fois. Et la mise en place et l'exploitation de centaines ou de milliers d'unités est bien différente d'une seule démonstration.

Aussi, malgré l'enthousiasme traditionnel des autorités pour précipiter les mises en œuvre avec des paliers brusques ou une augmentation linéaire rapide de la pénétration des technologies, il est préférable de commencer par une diffusion lente intégrant les retours d'expériences d'essais sur le terrain, puis d'accélérer ensuite pour atteindre la saturation. En d'autres termes, il est préférable de suivre une « courbe logistique » pour assurer la dissémination<sup>16</sup>.

Puisque non seulement la technologie, mais aussi l'économie, le financement, la gestion, la formation, les institutions, etc., sont essentiels, il est important d'avoir des « packages de mise en œuvre » ou « packages d'implémentation » (IMPACKS), c'est-à-dire des ensembles matériels et

16. Une courbe logistique « en S » est appropriée pour représenter la diffusion des énergies renouvelables en tant que « fonction du temps », car elle reflète une introduction progressive, suivie d'une acceptation de plus en plus rapide, et enfin une diminution à mesure qu'on approche de la saturation, de sorte que la pénétration  $pt = K/[1 + \{KN(0)/N(0)\} * e^{-rt}]$ , où K est le niveau de saturation, N(0) est le niveau d'acceptation initial et r détermine la pente.

logiciels complets permettant de guider la diffusion et la réplication de la technologie. Il est donc assez clair que l'évolution doit aller *des matériels vers les logiciels puis les systèmes d'intégration*.

Si l'intérêt que l'on porte aux énergies renouvelables ne réside pas seulement dans leur analyse mais aussi dans leur mise en œuvre, toute la gamme des activités d'Information, Formation, Analyse, Plaidoyer et Action (INTAAACT<sup>17</sup>) prend de l'importance. Une part cruciale de l'action est la *commercialisation* qui s'étend des prototypes aux produits économiques proprement dits.

Avec l'accumulation d'expérience et la prise de conscience des défauts de la diffusion et mise en œuvre des technologies contrôlées par l'État, l'option de la privatisation, avec son accent sur le marché, a été proposée comme une solution au problème de pilotage et de contrôle des ressources et installations. Dans ce contexte, les exemples des cabines téléphoniques locales et internationales (STD/ISD) et des connexions pour la télévision par câble méritent d'être pris en considération car ils ont montré une prolifération spectaculaire des services d'information à travers l'initiative entrepreneuriale. Dans ces deux cas, les entrepreneurs et entrepreneuses pouvaient entrer sur le marché avec des investissements à leur portée, fournir des services à la clientèle à des prix abordables, et réaliser des bénéfices intéressants qui plus est.

Cependant, même dans ces cas de réussite entrepreneuriale, le rôle du gouvernement consistant à fournir un environnement favorable est crucial. Ce rôle comprend notamment la décision délibérée de laisser le processus au secteur privé.

17. NdT : C'est à la fin de sa carrière et surtout dans le cadre de l'IEI (International Energy Initiative) que Reddy a travaillé sur le modèle INTAAACT : Information, Training, Analysis, Advocacy and Action.

Le marché peut être un excellent répartiteur de ressources humaines, matérielles et énergétiques, mais il n'est pas parfait. Il a à la fois du pouvoir et des limites. En particulier, il n'est pas très performant en matière d'équité, d'environnement et de long terme, c'est-à-dire dans des situations qui ne garantissent qu'un faible taux d'actualisation des investissements. Alors que le marché peut assurer la croissance économique, il ne peut assurer un développement durable. Dans ce débat, on oublie invariablement que l'initiative individuelle soumise au contrôle de la communauté locale est une troisième option distincte qui a des caractéristiques très attrayantes<sup>18</sup>.

## Un paquet « énergies renouvelables – développement durable » en matière d'action publique

Alors que les stratégies sont des plans d'ensemble afin d'atteindre des objectifs définis, les politiques publiques sont le détail des actions nécessaires à la mise en œuvre des stratégies. De toute évidence, les discussions sur les politiques publiques n'ont pas de sens sans spécifier les stratégies auxquelles ces politiques sont supposées correspondre. Malheureusement, les discussions de politiques publiques se déroulent trop souvent sans préciser les stratégies sous-jacentes.

Puisqu'il est peu probable qu'une seule politique publique en matière d'énergies renouvelables suffise à mettre en œuvre les stratégies énergétiques associées, ce qu'il faut c'est un « paquet » de politiques publiques sur les énergies renouvelables, c'est-à-dire un ensemble de politiques qui découlent logiquement des stratégies. Ainsi, en plus de

18. Reddy, A.K.N., "The Blessings of the Commons or How Pura Village dealt with the Tragedy of the Commons", *Energy for Sustainable Development*, Vol. II, No.1, May 1995, 48-50. (NdT : l'auteur renvoie ici à son propre texte, traduit dans le présent ouvrage).

toutes les politiques nécessaires pour que l'énergie favorise le développement durable, il doit y avoir des politiques spéciales en faveur des énergies renouvelables, afin de leur permettre de surmonter leurs obstacles spécifiques.

La condition nécessaire pour que les énergies renouvelables gagnent une place légitime dans le mix énergétique est l'établissement et le maintien de règles du jeu équitables pour toutes les sources d'énergie, ainsi que la promotion et la sauvegarde de la concurrence au sein de ce mix. Malheureusement, de nombreuses sources conventionnelles, en particulier les sources de combustibles fossiles, bénéficient de toutes sortes de subventions explicites et implicites, en excluant leurs coûts externes réels. Par conséquent, il faudrait idéalement mettre en œuvre des politiques publiques pour éliminer les subventions permanentes et s'assurer que les coûts sociaux et environnementaux se reflètent dans la tarification. À défaut, une alternative peut-être moins satisfaisante mais nécessaire serait d'accorder aux énergies renouvelables des subventions compensatoires ou des certifications « vertes ».

Le plaidoyer pour des mixtes rationnels de sources énergétiques conventionnelles, de sources renouvelables et l'amélioration de leur efficacité implique que la part des sources renouvelables ne soit pas stipulée par avance; elle doit plutôt être le résultat d'une expérience et d'une pratique. Cependant, en attendant que cette pratique détermine la part des renouvelables, les expériences déjà menées montrent que cette part s'avère être de l'ordre de 10 %<sup>19</sup>. De plus, les énergies renouvelables (à l'exclusion de la biomasse traditionnelle) représentent actuellement une si petite part dans les modèles d'utilisation énergétique totale qu'il est nécessaire de corriger les préjugés à leur endroit.

19. Selon la Vision 2030 du Pacific Gas & Electric (PG&E) de Californie, la part des énergies renouvelables devrait passer d'environ 6 % en 2010 à 15 % en 2020, puis 38 % en 2030.

Une étape importante dans cette direction consiste à élaborer un véritable « manifeste pour les énergies renouvelables »<sup>20</sup>. Une part essentielle d'un tel manifeste serait la définition d'objectifs intermédiaires pour les énergies renouvelables. Fixer un objectif envoie un signal économique et politique fort qui peut amplifier la puissance du marché. Un exemple impressionnant d'un tel objectif est celui de la résolution prise par les ministres de l'environnement d'Amérique latine et des Caraïbes au Forum de São Paulo en mai 2002, visant à « augmenter dans la région l'utilisation d'énergies renouvelables à 10 % du total de la consommation énergétique d'ici 2010 »<sup>21</sup>. Tout aussi impressionnant est l'objectif de l'Union européenne d'atteindre 12 % d'énergies renouvelables d'ici 2010<sup>22</sup>. Force est de constater qu'un tel objectif doit être un élément crucial d'un paquet « énergies renouvelables – développement durable » en matière d'action publique.

Étant donné que la plupart des technologies d'énergie renouvelable arrivent à maturité et que leurs coûts diminuent, il doit y avoir des politiques spéciales pour promouvoir les progrès technologiques et l'apprentissage organisationnel qui leur correspond. De plus, étant donné que les coûts des technologies des énergies renouvelables sont en baisse en raison de ces deux facteurs, elles ne doivent pas être comparées sur la base de leurs coûts actuels. Leurs places dans le mix énergétique doivent être déterminées sur la base de leurs coûts futurs suite au progrès technique et à l'apprentissage organisationnel. Cela signifie que la

20. Manifeste = appel à l'action.

21. Goldemberg, José, 2002, "The Brazilian Energy Initiative" (private communication). NdT : Une version publiée de la communication de José Goldemberg au Sommet Mondial sur le Développement Durable, citée par Reddy, avec lequel il a régulièrement travaillé – voir l'introduction du présent ouvrage – est disponible ici en ligne. Elle présente de nombreux points de convergence avec le présent texte de Reddy : *The Brazilian Energy Initiative*. Revised text after Johannesburg WSSD, 2 octobre 2002, 9 pages, <https://www.bioenergy-lamnet.org/publications/source/goldembergsecondnewsletter.pdf>.

22. NdT : En 2019, la part des énergies renouvelables dans la consommation finale brute d'énergie dans l'ensemble de l'Union européenne à 28 était de 18,9 %, Eurostat, extraction du 8 mars 2021, site INSEE.fr. Elle est fixée à 32 % en 2030 selon la directive 2018/2001 du Parlement européen.

différence entre le présent et le futur doit être compensée par des politiques publiques spécifiques. Si des subventions peuvent être des instruments d'action publique pertinents, elles doivent être limitées dans le temps et justifiées par la promotion effective des avancées technologiques et des apprentissages organisationnels.

Étant donné que les caractéristiques économiques d'une source d'énergie renouvelable dépendent de la vente de sa « production »<sup>23</sup> (disons l'électricité), il est vital que le gouvernement élabore et mette en œuvre des politiques de garantie à long terme des achats à un prix raisonnable. L'exemple le plus connu d'une telle mesure est le *Public Utilities Regulatory Policy Act (PURPA)* mis en place aux États-Unis en 1978 et qui oblige les services publics à racheter l'électricité produite à partir de sources renouvelables à des tarifs raisonnables avec des contrats de long terme<sup>24</sup>. Cela a été la seule mesure utile qui ait conduit à une augmentation spectaculaire de la production électrique indépendante. De même en Inde les facilités de transport et de financement proposées par les agences d'électricité ont permis la croissance de l'énergie éolienne à plus de 800 MW.

Malheureusement, la privatisation des régies d'électricité et leur obligation de fonctionner selon des objectifs commerciaux (non lestés de responsabilités environnementales) peuvent menacer l'avenir des énergies renouvelables, comme cela s'est produit aux États-Unis. Dans un contexte de restructuration et de réforme du secteur électrique, les tentatives de protection des énergies renouvelables aux États-Unis ont entraîné des mesures telles que la Norme de portefeuille renouvelable

23. NdT : Reddy emploie l'expression « *its output* » pour désigner ce qu'on appelle ici « *production* » d'une source primaire d'énergie et qui correspond en toute rigueur à la vente d'un « *convertisseur* » énergétique, tel que l'électricité en premier lieu, ou l'hydrogène probablement dans un futur proche, ou des formes mécaniques de stockage (air comprimé, disques à inertie, pompage d'eau en hauteur).

24. NdT : Pour plus de détails sur cette loi importante et sa réforme en cours, voir par exemple le site de l'association américaine de services publics d'électricité qui rassemble 2 000 villes du pays : <https://www.publicpower.org/policy/public-utility-regulatory-policies-act-1978>.



11 (RPS)<sup>25</sup>. Selon le RPS, chaque fournisseur d'électricité doit fournir un pourcentage minimum (spécifié par le gouvernement, disons 0,5 %) d'énergies renouvelables dans son portefeuille d'approvisionnement en électricité. Les détaillants d'électricité sont libres d'obtenir les énergies renouvelables à partir de leurs propres installations ou par l'achat auprès d'autres fournisseurs.

En résumé, un paquet « énergies renouvelables – développement durable » en matière d'action publique doit comprendre :

- un manifeste sur les énergies renouvelables,
- la définition d'objectifs (comme mesures intérimaires) pour les énergies renouvelables,
- la protection de la place des énergies renouvelables avec des mesures particulières en matière d'approvisionnement et d'utilisation finale,
- des achats assurés à des prix raisonnables de carburants et d'électricité d'origine renouvelable,
- la promotion des avancées technologiques et de l'apprentissage organisationnel liés aux énergies renouvelables,
- l'établissement et le maintien de règles du jeu équitables pour toutes les sources d'énergie,
- la promotion et la sauvegarde de la concurrence au sein du mix énergétique.

25. Une norme de portefeuille d'énergies renouvelables est une exigence de politique publique selon laquelle un petit mais croissant pourcentage du portefeuille d'alimentation électrique de la nation doit provenir de sources renouvelables comme l'éolien, le solaire, la biomasse et la géothermie. Ce type de norme peut mettre l'industrie de l'électricité sur la voie d'une augmentation de la prise en compte de la durabilité.

## Les technologies d'énergie renouvelable pour le court, le moyen et le long terme

L'identification des options technologiques pour les sources/dispositifs renouvelables dépend beaucoup de l'horizon temporel. Malheureusement, deux tendances extrêmes peuvent être observées. Les agent-e-s de développement de terrain sont préoccupé-e-s par les problèmes immédiats des personnes avec lesquelles elles/ils travaillent directement. En conséquence, elles/ils ont tendance à choisir des options technologiques immédiatement disponibles dans le commerce. Elles/ils utilisent un taux d'actualisation très élevé pour leurs décisions technologiques en étant totalement préoccupé-e-s par le présent. En revanche, les expert-e-s techniques sont enthousiasmé-e-s par les possibilités technologiques. Elles/ils parlent de solutions futuristes comme si elles étaient déjà valables. Elles/ils utilisent un très faible taux d'actualisation pour leurs décisions technologiques en étant totalement préoccupé-e-s par le futur lointain. Ainsi, les agent-e-s de développement rural de terrain sont préoccupé-e-s par de véritables êtres humains et se limitent à des remèdes « pansements » en oubliant les solutions durables ultimes. En revanche, les technologues sont parfois épris-es d'innovations technologiques, quand bien même celles-ci prendraient un temps assez considérable pour devenir des réalités. Elles/ils se soucient bien peu du fait qu'en attendant « le gâteau tombé du ciel », les gens sont condamnés à rester dans leur misère présente.

De toute évidence, une approche oui/non doit être évitée. En partant de la technologie présente (la condition initiale), il est nécessaire de disposer de trois types de technologies pour chaque tâche consommatrice d'énergie. Une technologie à court terme devrait conduire à des améliorations par rapport à la situation actuelle. Une technologie à moyen terme pour réaliser des avancées spectaculaires devrait être disponible dans cinq à dix ans. Et une technologie à long terme devrait prévaloir après, disons, 20 à 30 ans et fournir une solution durable optimale. Dans

l'idéal, les technologies à court, moyen et long terme devraient être compatibles entre elles à n'importe quel stade et devraient pouvoir être mises à niveau vers la meilleure version. Et dans les efforts de planification, il est sage d'avoir un portefeuille équilibré avec une combinaison de technologies à court, moyen et long terme. Cela garantira que les pouvoirs politiques soutiendront les technologies à long terme en raison de garanties d'améliorations à court terme avant les prochaines élections.

En ce qui concerne l'électricité en tant que vecteur d'énergie pratique, l'accent est actuellement mis sur le réseau. Cependant, en raison des problèmes d'approvisionnement du réseau pour de petites charges dispersées, l'attrait pour la production décentralisée d'électricité va croissant. Lorsqu'elle est appropriée, la production décentralisée à partir de la biomasse et de sources intermittentes telles que l'éolien, le petit hydroélectrique, le solaire photovoltaïque et thermique, a un rôle à jouer. De nouvelles possibilités apparaissent en raison du développement des micro-turbines. La génération des carburants à base de biomasse pour faire fonctionner des piles à combustible est une option intéressante à long terme, notamment parce qu'il existe des possibilités de générer un surplus d'énergie de base qui peut être exporté des zones rurales vers les zones urbaines et les métropoles.

Actuellement, le combustible prédominant dans les zones rurales est la biomasse, en particulier le bois de feu et les résidus de récoltes agricoles. Améliorer l'efficacité des foyers dans lesquels ces sources de biomasse sont brûlées est un défi immédiat, mais le passage aux poêles et fours alimentés au gaz naturel et au GPL est une prochaine étape évidente. Mais les carburants de type GPL dérivés de la biomasse, appelés biocarburants, sont la réponse à moyen et long terme.

Dans le cas de la cuisine, la perspective devrait être de partir des présents poêles insalubres et inefficaces, utilisant du bois de chauffage ardemment ramassé, pour aller vers des poêles à bois améliorés, puis des réchauds à gaz, avant les réchauds propres, efficaces et pratiques fonctionnant à l'électricité ou aux biocarburants à base de biomasse gazéifiée.

L'approvisionnement en eau potable est une tâche cruciale qui apporte énormément en termes de santé. Mais il faut invariablement des apports d'énergie pour aller de l'eau de surface (souvent contaminée) à l'eau souterraine « sûre », extraite des puits tubulaires, à l'eau filtrée ou traitée, puis à l'eau potable courante acheminée par canalisation.

Avec environ 70 % des ménages ruraux sans raccordement électrique et donc s'éclairant uniquement à l'aide de lampes brûlant des huiles végétales ou du kérosène, la voie à suivre serait d'utiliser des ampoules électriques à incandescence, remplacées aussi rapidement que possible par des tubes fluorescents, pour aboutir aux lampes fluorescentes compactes.

Des améliorations radicales de la qualité de vie dépendent souvent du remplacement des humains et de la traction animale par une force motrice basée sur des moteurs électriques et des moteurs à carburant. Aujourd'hui, les combustibles fossiles sont des sources conventionnelles pour les moteurs, mais les prototypes fonctionnant aux combustibles dérivés de la biomasse et à l'hydrogène sont l'avenir. En parallèle, des moteurs avec un rendement beaucoup plus élevé devraient être mis en œuvre.

Le sort des femmes est très lié au fait qu'elles ont pour obligation de fournir d'énormes efforts physiques pénibles pour effectuer diverses tâches ménagères. Un objectif clef de l'énergie rurale doit être de remplacer ce travail manuel par des appareils. Les progrès pourraient aller de simples appareils électroménagers à des appareils efficaces, puis super-efficaces.

Les industries rurales telles que la poterie et la métallurgie sont actuellement basées sur des procédés de chaleur issus du bois de feu et d'autres sources de biomasse telles que la bagasse de canne à sucre. Les développements futurs doivent être basés sur des fours électriques, la chaleur cogénérée et les fours solaires thermiques et à induction. L'avenir à long terme appartiendra peut-être aux fours à base de combustibles dérivés de la biomasse.

Le transport rural, en particulier à l'intérieur des villages et de la maison à la ferme et vice versa, est aujourd'hui basé en grande partie sur des véhicules à traction animale et des vélos à propulsion humaine. Cependant, la mécanisation progresse avec des véhicules alimentés aux produits pétroliers, essence et diesel. Les véhicules au gaz naturel sont tenus de jouer un rôle. À moyen terme, cependant, les véhicules pourront rouler à partir de combustibles dérivés de la biomasse tels que le gaz de production, le méthanol et l'éthanol, et à plus long terme, les véhicules à pile à combustible seront l'option.

## **Implications générales des stratégies et politiques publiques relatives aux énergies renouvelables**

Si les stratégies et les politiques en matière d'énergies renouvelables sont orientées vers un objectif de développement durable de la manière décrite ci-dessus, elles auront des implications pour d'autres problèmes sociaux urgents. Surtout, elles se traduiront par une amélioration de la qualité de vie. Elles feront progresser la réduction de la pauvreté de manière directe. En outre, elles amélioreront considérablement la situation des femmes. La vie des enfants sera elle aussi améliorée. L'environnement et la santé des habitant-e-s prendront un tournant pour le meilleur. À long terme, il y aura un impact positif sur la croissance de la population. Ainsi, l'accent mis sur les énergies renouvelables aura un effet synergique sur tout un éventail de grands problèmes.

## 5. À l'approche du 21<sup>e</sup> siècle : quelques réflexions personnelles sur les systèmes énergétiques

Le bref texte qui suit, issu d'un discours prononcé par Amulya K. N. Reddy à l'Université de Princeton en 1998, présente une introduction-bilan synthétique à certains des grands éléments de son travail. À plus d'un titre, comme il l'indique, ce dernier a été marqué par la publication en 1978 de l'ouvrage *Energy For a Sustainable World*, contribution importante mais jamais traduite en français de quatre physiciens reconnus devenus spécialistes des énergies et issus de quatre continents différents<sup>1</sup>.

Réfléchir sur les énergies en dehors d'une simple visée de carrière, sans se vouloir ni « *gourou* » ni donneur de leçons, en appelant à une montée des demandes et des innovations sociales plus qu'à la descente de solutions « *des gouvernements et de leurs bureaucraties, gardiens et propagateurs de paradigmes obsolètes* », reconnaître que le marché possède « *du pouvoir et des limites* » et qu'on peut lui confier la répartition de certains moyens matériels ou humains mais non la gestion « *des questions d'équité, d'autonomisation et d'environnement* » : tels sont quelques-uns des constats simples et non-utopiques desquels repart Amulya K. N. Reddy.

Et la première marche, la première démarche, la plus difficile aujourd'hui encore en matière d'énergies tant les enjeux sont considérables en termes politiques et économiques, est de déconstruire l'expertise : « *Je ne connais*

1. José Goldemberg (professeur de physique à l'Université de Sao Paulo au Brésil), Thomas B. Johansson (professeur à l'Université de Lund en Suède), Robert H. Williams (chercheur au Centre de Recherche sur l'Énergie et l'Environnement de l'Université de Princeton aux États-Unis), Amulya K. N. Reddy (Professeur de chimie à l'Institut Indien des Sciences) (« la bande des quatre »), *Energy For a Sustainable World*, Wilhey Eastern Limited, 1978, 517 pages.

*pas la bonne réponse énergétique pour votre situation mais je vais vous aider à la découvrir* », « *Je ne connais pas le mix énergétique approprié à votre situation, mais vous pouvez le découvrir!* ». Avec Amulya Reddy, comme dans le texte précédent, c'est donc autant par une sociologie de nos connaissances sur les énergies que par les techniques elles-mêmes que passent les chemins des solutions. Comprendre que « *le nœud du problème énergétique mondial se situe aux États-Unis* » et que « *l'analyse énergétique est dominée par une écrasante majorité d'hommes* » permet d'ouvrir des portes majeures dans l'interprétation, de réfléchir aux interactions des pétro-pouvoirs et de la construction de la pétro-masculinité<sup>2</sup>, de percevoir des imaginaires de puissance et de constater que, dans toutes les études et prospectives internationales, la contribution des pays des Suds est négligeable, et qu'une collaboration telle que celle de la bande des quatre du livre *Energy For a Sustainable World* est restée une exception, presque une anomalie.

Le ton d'Amulya Reddy, dans la grande université du Nord, est courtois, presque débonnaire. Mais ferme. Les problèmes énergétiques ne pourront être résolus « *sans insister sur des changements dans les modes de vie des pays industrialisés* », « *le temps de l'honnêteté est venu* ». Le plus, le plus puissant et le plus grand n'est pas toujours le meilleur, il existe des optimums différents pour des situations différentes, il faut une pensée des stratégies et des systèmes énergétiques, et c'est ainsi que « *l'énergie pourra enfin prendre un visage humain* ».

Que dire de plus?

- Frédéric Caille

2. Sur cette thématique voir par exemple : Carra Dagget, "Petro-masculinity: Fossil Fuels and Authoritarian Desire", *Millennium: Journal of International Studies*, 2018, Vol. 47(1), 25-44.

## *À l'approche du 21<sup>e</sup> siècle : quelques réflexions personnelles sur les systèmes énergétiques*

Ayant eu la chance de travailler sur des problèmes énergétiques au niveau du village,<sup>3</sup> de la ville, de l'État, du pays et du monde, j'espère que les réflexions que je souhaite partager avec vous aujourd'hui m'aideront à trouver le juste milieu entre gâcher un excellent dîner avec des futilités et ruiner la digestion avec des documents trop techniques.

Un bon point de départ pour ce discours d'ouverture est le livre *Energy for a Sustainable World*, qui a été rédigé en grande partie au *Center for Energy and Environmental Studies* de l'université de Princeton. Chacun des auteurs (Goldemberg, Johansson, Reddy et Williams) avait déjà fait ses preuves en matière d'analyse énergétique *avant* de commencer à collaborer. Chacun des quatre avait une carrière bien établie et n'a pas envisagé la collaboration comme un plan de carrière. Malgré le succès de la collaboration, ils ont continué à travailler dans leurs pays et leurs institutions nationales, et leur collaboration n'a donc pas eu besoin d'un cadre organisationnel ou institutionnel conventionnel<sup>4</sup>.

Étant donné que les auteurs se sont engagés en faveur d'un développement économiquement viable, axé sur les besoins, autonome et respectueux de l'environnement, ils se sont fortement préoccupés de l'efficacité économique, de l'équité, de l'autonomisation et de l'environnement. Ils ont donc apporté à leur travail une sensibilité aux questions socio-économiques en plus d'une formation et d'une compétence scientifique et technologique. Par-dessus tout, ils

3. Discours d'ouverture de l'atelier CEES-IEI sur le thème « Catalyser les collaborations sud-nord et sud-sud pour les stratégies énergétiques en faveur du développement durable », Université de Princeton, 3-5 décembre 1998.

4. De telles interactions impliquant des organisations virtuelles sont devenues beaucoup plus faciles avec les développements des technologies de l'information en général et du courrier électronique et des sites web en particulier.



partageaient une vision de l'énergie en tant qu'instrument de développement et de progrès global, et de la technologie en tant que mécanisme crucial pour que l'énergie joue ce rôle.

## Ce que j'ai appris depuis *Energy for a Sustainable World*

La collaboration a débuté en 1978 et le livre a été publié il y a dix ans. Depuis lors, les auteurs sont restés en contact, parfois avec d'autres collaborations, mais ils se sont également engagés dans des directions différentes. Je voudrais maintenant partager certaines des idées que j'ai acquises depuis la publication du livre, même si je cours le risque que tout cela ne soit ni original ni unique.

1. En poursuivant le plaidoyer, particulièrement en Inde, j'ai appris que l'approche doit être : *« Je vais vous aider à découvrir la réponse »* plutôt que *« Voici la réponse! »*. La planification intégrée des ressources est un moyen très important de transmettre cette approche *« catalytique »*, car elle dit : *« Je ne connais pas le mélange d'approvisionnement (d'améliorations de l'efficacité, de sources décentralisées et de sources centralisées propres) approprié à votre situation, mais vous pouvez le découvrir! »*
2. *Les feuilles de calculs et tableurs* sont l'un des meilleurs outils heuristiques de découverte, en raison de leur transparence totale, de leurs modèles modifiables, de leurs exemples illustratifs, de leur caractère convivial et accessible, et de leur aide à l'identification des données manquantes (qui cessent dès lors d'être une barrière impénétrable).
3. Il est de plus en plus évident que le succès ne peut être revendiqué que lorsque n'importe quel-le stagiaire ou usager-e peut effectuer l'analyse sans recourir à un ou des *« gourou(s) »* qui deviennent dès lors inutiles et superflus.
4. Aussi créative ou brillante que soit la solution proposée, il existe

toujours des *obstacles* à tous les niveaux — au niveau international, gouvernemental, des services publics, des fabricants/distributeurs d'équipements, des consommateurs et consommatrices.

5. Il est donc nécessaire d'adopter *une stratégie à plusieurs niveaux et à plusieurs cibles*, avec un plaidoyer et une action simultanés à tous les niveaux. Cette stratégie doit s'adresser non seulement aux gouvernements (avec leurs paradigmes obsolètes), mais aussi aux hommes et femmes politiques, aux services publics (avec leurs intérêts particuliers), aux différentes catégories de consommateurs et consommatrices, aux médias et à la société civile.
6. L'approche descendante, « *top-down* », poursuivie par les organisations internationales et les gouvernements est nécessaire, mais pas suffisante. L'un des problèmes est que les gouvernements et leurs bureaucraties sont les gardiens et les propagateurs de paradigmes obsolètes. Les changements de paradigmes nécessitent absolument une pression ascendante, « *bottom-up* », de la part de la société civile.
7. Outre la création et la démonstration de technologies, ce qui est essentiel, c'est *la diffusion des technologies*, ce qui est totalement différent. En effet, la fabrication de mille ou d'un million d'unités est un défi totalement différent de la fabrication d'une seule unité. Et la mise en place et le fonctionnement de centaines ou de milliers d'unités sont très différents d'une seule démonstration.
8. En dépit de l'enthousiasme officiel habituel qui consiste à précipiter la mise en œuvre avec une fonction d'étape ou une augmentation linéaire de la diffusion, il est préférable de commencer par une diffusion lente intégrant les enseignements des essais sur le terrain, puis d'augmenter plus rapidement avant d'atteindre la saturation. En d'autres termes, il est préférable de suivre *une courbe logistique pour la diffusion*.
9. Puisque non seulement la technologie mais aussi l'économie, le financement, la gestion, la formation, les institutions, etc. sont essentiels, il est important de disposer de « paquets de mise en œuvre » ou « d'implémentation », c'est-à-dire d'un « paquet

complet » à la fois matériel et « logiciel » pour pouvoir guider la diffusion et la reproduction de la technologie. Il est donc clair que l'évolution doit aller *du matériel au logiciel, puis à l'intégration des systèmes*.

10. Si l'intérêt ne porte pas seulement sur l'analyse mais aussi sur la mise en œuvre, toute la gamme des activités d'Information, de Formation, d'Analyse, de Promotion et d'Action (INTAAACT = *Information, Training, Analysis, Advocacy and Action*) prend de l'importance. Un élément crucial de l'action est *la commercialisation* qui va des prototypes aux produits dans l'économie.
11. Abandonner les approches de commandement et de contrôle implique de se tourner vers le marché, pour répartir l'argent, la main-d'œuvre et les matériaux. Le marché, cependant, n'est pas parfait. Il possède à la fois *du pouvoir et des limites*. Plus particulièrement, on ne peut pas lui confier la gestion des questions d'équité (et d'accès), d'autonomisation et d'environnement. Si le marché peut assurer la croissance économique, il ne peut assurer *le développement durable* ou *le développement contrôlé*, c'est-à-dire un processus de croissance socio-économique caractérisé par l'efficacité économique, l'équité (assurer un accès « universel »), l'encapacitation-*empowerment* (en tant que voie vers l'autonomie)<sup>5</sup> et le respect de l'environnement.
12. Nos efforts nécessitent la mise en place d'*institutions*<sup>6</sup>, ce qui signifie une combinaison de *règles* ou de *coutumes* et de *forums* ou d'*organisations* à travers lesquels les individus ou les groupes concernés interagissent. Les institutions ne deviennent durables que si elles sont pertinentes, excellentes, responsables, autonomes et financièrement indépendantes<sup>7</sup>.

5. NdT : Sur cette traduction, voir la note 10 du texte "Vues des Suds...".

6. Selon les dictionnaires, le mot « institution » a deux significations : il s'agit soit d'un « ensemble de règles ou de coutumes », soit d'un « forum ou d'une organisation » à travers lesquels les groupes d'individus concernés interagissent. Il s'avère que les questions institutionnelles sont mieux comprises en considérant ces deux sens comme des composantes nécessaires des institutions.

7. NdT : On remarquera que Reddy rejoint ici de près la perspective et les résultats des travaux d'Elinor Ostrom, prix Nobel d'économie 2009, notamment la notion

13. Les mutations technologiques sont analogues aux relations prédateur-proie et il est même possible de les décrire à l'aide des équations mathématiques de Lotka-Volterra employées pour les populations animales<sup>8</sup>.
14. Les choix technologiques des consommateurs-trices (ménages, entreprises et gouvernements) sont basés sur des *taux d'actualisation* ou de *rentabilité* qui sont une mesure de la disposition des consommateurs-trices à sacrifier leur consommation actuelle pour des avantages futurs. Et, plus le ou la consommateur-trice est « pauvre », c'est-à-dire moins il ou elle dispose de capital disponible, plus le taux d'intérêt (et donc d'actualisation) auquel il ou elle peut accéder est élevé. Et les consommateurs-trices les plus pauvres (ménages, entreprises et gouvernements) utilisent des taux d'intérêt très élevés, de plusieurs dizaines, voire centaines de pour cent – puisque déjà en dessous des niveaux de consommation recommandés, ils ou elles ne peuvent se permettre de sacrifier la consommation actuelle pour des bénéfices futurs. En effet, le coût du cycle de vie devient pour ces dernier-e-s équivalent au premier coût.
15. Non seulement les consommateurs-trices, mais aussi les gouvernements, les donateurs-trices et les responsables de la mise en œuvre de l'énergie utilisent des taux d'actualisation pour prendre leurs décisions. Plus les taux d'actualisation qu'ils utilisent sont élevés, plus ils sont soucieux de montrer des résultats immédiats, et plus ils se préoccupent de projets à court terme plutôt que de programmes et de paradigmes à rendement lent. Et bien que les

d'IAD (Institutional Analysis and Development) : « Les institutions couvrent tous les aspects de la vie, depuis les services publics à la famille et aux structures communautaires, jusqu'aux ressources naturelles et au-delà, et nos recherches aident les acteurs à concevoir et à adapter leurs institutions afin d'en obtenir de meilleurs résultats », traduit dans : Antona, M. et Bousquet, F. (éds.), *Une troisième voie entre l'État et le marché. Échanges avec Elinor Ostrom*, Paris, Éditions Quae, 2017, p. 128.

8. NdT : Vito Volterra, mathématicien et physicien italien, et Alfred James Lotka, mathématicien américain, ont proposé presque à la même période (1924) des systèmes d'équations différentielles qui décrivent l'évolution dans le temps de deux populations en situation de prédation/compétition.

changements de paradigme offrent les impacts les plus durables et les plus sûrs, ils reçoivent ainsi le moins d'attention de la part des décideurs et décideuses à court terme.

## Où nous avons échoué

Plus d'une décennie après *Energy for a Sustainable World*, le paradigme GROSSCON (croissance orientée vers l'offre et la consommation / *Growth-Oriented Supply-Sided CONsumption-directed*) domine toujours la pensée des décideurs et décideuses, en particulier dans les pays en développement. Et presque toutes leurs déclarations commencent par une observation : « Aux États-Unis, la consommation par habitant est de tant; dans notre pays, elle est seulement de tant; nous devons donc augmenter la consommation d'énergie ». Ainsi, le nouveau paradigme DEFENDUS (DEvelopment-Focused END-Use-oriented Service-directed, que l'on pourrait traduire par SEMEURS - Scénario ÉMERgence-Utilisation finale et Services) est peut-être dépassé pour les analyses sophistiquées des énergies dans les pays industrialisés, mais il est toujours *avant-gardiste* dans les cercles de décision en Inde et dans d'autres pays en développement.

Une bonne gestion exige un examen minutieux des éléments dits de classe « A » qui représentent l'essentiel du problème. Sur cette base, le nœud du problème énergétique mondial se situe aux États-Unis. Or, la situation énergétique de ce pays n'est pas du tout encourageante<sup>9</sup>. Les niveaux de consommation sont revenus aux niveaux d'avant la crise pétrolière de 1973. Les réductions majeures de la consommation par matériel / appareil / véhicule ou par unité de surface au sol ont toutes

9. Une description lucide des tendances de la consommation d'énergie aux États-Unis a été donnée dans l'article « U.S. Splurging on Energy After Falling Off Its Diet » (Les États-Unis font des folies énergétiques après avoir abandonné leur régime), *New York Times*, 22 octobre 1998.

été dépassées par l'augmentation du nombre ou de l'utilisation. Alors que l'on s'était engagé à réduire les émissions de carbone de 7 % d'ici 2010, on prévoit une augmentation de 30 %. Ce sont des échecs majeurs. Il est temps de dire aux États-Unis : « Médecin, guéris-toi toi-même! ».

Hélas, l'analyse énergétique est dominée par une écrasante majorité d'hommes. Cette disparité entre les sexes est grave. L'expérience s'accumule pour confirmer que les décisions des femmes (par exemple, dans les programmes de microcrédit comme la Grameen Bank au Bangladesh) tiennent compte du long terme et de la prochaine génération, conséquence naturelle de leur lien avec les enfants. Le taux d'actualisation utilisé par les femmes semble être inférieur à celui des hommes. C'est précisément cette vision qui conduit à la durabilité. Les femmes sont donc naturellement dotées pour être de meilleures gardiennes et exécutantes du développement durable. L'analyse énergétique est encore largement dominée par le Nord. Faites le compte de n'importe quel livre édité récemment (même le livre du PNUD de 1998 : *Energy after Rio: Prospects and Challenges*) et vous verrez que la contribution du Sud est négligeable. Il faut également noter le rôle négatif et contre-productif joué par le détournement majeur des rares talents du Sud vers l'analyse de l'atténuation des gaz à effet de serre pour les pays en développement, même si le problème est né principalement des modes de consommation énergétique du Nord.

De toute évidence, le renforcement des capacités dans les pays en développement n'est pas une priorité, même pour des organisations (telle que l'ONU) qui sont censées s'engager dans ce domaine. Le renforcement des capacités est un processus qui prend du temps et les responsables de programmes pressés (avec des taux d'actualisation élevés) ne mettent pas l'accent sur cette tâche.

Malgré quelques tentatives délibérées de « la Bande des Quatre »<sup>10</sup>, des collaborations similaires à celle que nous avons connue ne semblent pas avoir vu le jour. Espérons que des ateliers comme celui-ci permettront de remédier à ce problème.

L'analyse énergétique tend à se concentrer exclusivement soit sur le matériel, soit sur le « logiciel » (économie, financement, institutions, gestion, politiques, formation, etc.) nécessaire pour utiliser efficacement le matériel. En fait, il semble – à quelques exceptions notables près – qu'il y ait deux types d'analystes différent-e-s – ceux et celles qui s'intéressent au matériel et ceux et celles qui s'intéressent au « logiciel ». L'intégration du matériel et des logiciels est insuffisante et il y a très peu de travaux sur les « systèmes ».

Les discussions actuelles sur les systèmes énergétiques sont dominées par l'objectif de réduction des gaz à effet de serre et de prévention/minimisation du changement climatique. C'est le reflet des préoccupations des pays industrialisés. En conséquence, l'accent est mis sur les technologies énergétiques, en particulier les Technologies des Énergies Renouvelables (RETs/Renewable Energy Technologies) et les améliorations de l'efficacité de l'Utilisation Finale (EIs/Efficiency Improvements). La maximisation des TER et des EUF est devenue l'objectif premier. Les TER et les EUF sont devenus des fins en soi. Leurs partisans sont devenus des fondamentalistes des TER et des EUF dans le domaine de l'énergie. Ils exigent même que les règles du jeu soient faussées en faveur de ces technologies. Le respect de l'environnement est devenu la préoccupation dominante, à l'exclusion de l'équité et de l'encapacitation-*empowerment* des populations en tant que voie vers l'autonomie.

10. La formule a été employée pour désigner les auteurs de *Energy for a Sustainable World*, soit outre Reddy le Brésilien José Goldemberg, le Suédois Thomas B. Johansson et l'Américain Robert H. Williams.

L'énergie rurale est assimilée à l'électrification rurale et, ce faisant, le besoin énergétique le plus important, à savoir la cuisson, est contourné. Après les premiers élans d'enthousiasme pour les fourneaux améliorés, le problème de la cuisson a été largement oublié. Dans le même temps, les besoins énergétiques des pauvres et des femmes ont été négligés. En fait, nous nous sommes même rendus compte tardivement, lors de la finalisation de l'ouvrage *Energy after Rio: Prospects and Challenges*, qu'il n'y avait pas de discussion sur la cuisson dans le chapitre sur les « opportunités technologiques », et une correction de fin de parcours a été faite à la hâte, ce qui est un comble<sup>11</sup> ...

Il y a également beaucoup moins de travaux sur la biomasse que sur le photovoltaïque. Cette disparité est peut-être due au fait que les pays industrialisés peuvent trouver un rôle plus important dans la vente de modules et de systèmes photovoltaïques que dans la culture et l'exploitation de la biomasse.

Les praticien-ne-s et les exécutant-e-s ont tendance à se concentrer sur les besoins immédiats et à court terme. En revanche, les analystes sont attiré-e-s par les opportunités technologiques qui ne fructifieront qu'à long terme. Cette différence de perception coïncide également avec la négligence de la technologie sur le court terme, et la négligence des êtres humains sur le long terme. Il manque un équilibre entre l'accent mis sur le court, le moyen et le long terme (ainsi que sur la compatibilité avec l'avenir).

11. NdT : *Energy after Rio: Prospects and Challenges* (L'énergie après Rio : perspectives et défis) est le dernier ouvrage rédigé par Reddy avec deux des autres membres de la « bande des 4 », le Suédois Thomas B. Johansson et l'Américain Robert H. Williams (New York, UNDP, 1997, 176 p.).



## Les tendances qui peuvent changer

À l'exception de quelques remises en question au cours de l'année écoulée, on a supposé que la *mondialisation* fût partout une tendance implacable, inexorable et inévitable. Désormais, on parle de l'importance d'imposer des limites à la mondialisation. Ce nouveau stress risque d'être renforcé par la résurgence de l'esprit d'autonomie, fondé sur la conviction que le destin des nations doit être décidé de manière endogène et non par des forces étrangères extérieures.

De même, la tendance à la *marchandisation* risque d'être freinée par des préoccupations d'équité, d'autonomisation et de long terme, dont aucune n'est assurée par le marché. Le problème fondamental est que les questions d'équité, d'autonomisation, d'infrastructure et de long terme nécessitent un taux d'actualisation trop faible pour être acceptables par le marché.

La tendance à la *démocratisation* va certainement se poursuivre, mais le contenu de la démocratisation pourrait être enrichi en mettant davantage l'accent sur la décentralisation, la participation des peuples et des communautés. L'encapacitation-*empowerment* et l'autonomisation pourraient être l'idée maîtresse.

La tendance à la *privatisation* des unités non rentables du secteur public doit être tempérée par l'obligation de servir les personnes défavorisées.

## Les défis du 21<sup>e</sup> siècle

Le défi fondamental consiste à présenter une vision de l'énergie, une vision qui consiste non seulement en un paradigme, mais aussi en des programmes et des projets impliquant des mesures réalistes et de petite taille. Ces mesures doivent inclure des projets à court terme et à

rendement rapide, qui donnent des résultats dans un délai de cinq ans ou lors de la prochaine élection. Assuré-e-s de ce retour politique, la plupart des politicien-ne-s et des décideurs-euses seront prêt-e-s à soutenir des visions à long terme.

Un autre défi important consiste à réduire, voire à éliminer, les couplages importants entre la consommation d'énergie, d'une part, et la croissance économique (PIB), l'utilisation de matériaux et les émissions, d'autre part.

Il faut espérer que le trio découplage/dématérialisation/décarbonisation conduira à une convergence dans la consommation énergétique, l'utilisation des matériaux et les émissions de gaz à effet de serre entre les pays industrialisés et les pays émergents. Cette convergence est indispensable car les disparités actuelles ne sont pas viables et sont à l'origine de conflits internationaux.

Nous avons supposé/argumenté que les problèmes énergétiques pouvaient être résolus sans insister sur des changements dans les modes de vie des pays industrialisés. De plus en plus, cette position devient intenable. Si nous avons été aveugles à la vérité dans notre quête d'acceptabilité, le temps de l'honnêteté est venu. Comme le disait Gandhi : *« Le monde a assez pour les besoins de tous, mais pas pour l'avidité de chacun! »*.

Un autre défi crucial est l'accès universel aux services énergétiques modernes, en particulier dans les pays en développement et surtout pour les pauvres, les femmes et les personnes âgées.

Les immenses possibilités des technologies de l'information doivent être exploitées pour que l'énergie devienne un instrument de développement durable.

L'échelle optimale des systèmes énergétiques varie en fonction de la source d'énergie et du service, ainsi que de la fourniture d'énergie et de l'utilisation finale. Et de la sorte si, comme le disent certain-e-s, « *Optimum is beautiful* », il devrait y avoir un mélange de systèmes centralisés et décentralisés<sup>12</sup>.

Il existe une forme de « discrimination historique » (en matière de taux d'intérêt, de financement, d'investissements en Recherche-Développement, de soutien gouvernemental, etc.) à l'encontre des sources renouvelables, des systèmes décentralisés et des options d'économie d'énergie. Ainsi, le slogan d'un « *terrain de jeu égal* » pour les ressources renouvelables et non-renouvelables, pour les systèmes centralisés et décentralisés, et pour la production d'énergie et les options d'économie d'énergie, doit-il tenir compte de l'existence de cette discrimination. Comme dans l'arène socio-économique, des politiques « différentialistes » ou de « discrimination positive » (*affirmative action*) peuvent être nécessaires pour permettre aux systèmes non encore matures d'être compétitifs. Mais il faut veiller à ce que ces « politiques différentialistes » soient l'occasion d'une transition performative plutôt que des béquilles permanentes.

Par exemple, les possibilités de participation de la population augmenteront avec les systèmes décentralisés, en particulier dans les zones rurales. La décentralisation de l'énergie électrique facilitera ainsi la décentralisation du pouvoir politique.

12. NdT : Reddy fait ici probablement allusion de manière directe au « titre-clin d'œil » d'un article de Roger L. Grant paru en 1978 dans la revue spécialisée sur la production de papier *Pulp and Paper International* : « *Optimum is beautiful: small mills can work* », 13/1978, 73-75. Cet article renvoyait bien entendu à la perspective des « technologies intermédiaires » ou « technologies appropriées », que Reddy lui-même appelle plus souvent « technologies rurales », et qui fut popularisée en 1973 par le fameux *Small is Beautiful. A Study of Economics as if People Mattered* de l'économiste anglais d'origine allemande E. F. Schumacher. Sur cet auteur important et sa postérité voir notamment le site du Schumacher Center : <https://centerforneweconomics.org/about/our-mission/>.

Les systèmes énergétiques ruraux doivent être modernisés en améliorant considérablement les services énergétiques, ce qui entraînera une amélioration spectaculaire de la qualité de vie et des indicateurs du développement humain. En fait, les systèmes énergétiques ruraux doivent cesser d'être sinon des « gouffres » du moins des « puits » énergétiques, et devenir des sources d'approvisionnement en énergie. La balance des paiements (énergétiques) pourrait alors s'inverser.

En somme, les analystes énergétiques des Suds et les femmes doivent augmenter en nombre et en stature afin que l'analyse énergétique cesse d'être un exercice concentré dans le Nord et dominé par les hommes.

Si le 20e siècle a été le siècle de la croissance économique, le défi est de faire du 21e siècle, le siècle du développement durable/soutenable – c'est-à-dire d'une croissance économique efficace, équitable, autonome et respectueuse de l'environnement. Alors, l'énergie pourra enfin prendre un visage humain.



## 6. ASTRA : passé, présent et avenir

Le bref texte qui suit<sup>1</sup> pourra sembler austère aux lectrices et lecteurs occidentaux, familiers des grandes universités et laboratoires des pays des Nords et engagés désormais dans une sévère concurrence pour l'accès aux budgets, personnels et investissements de tous ordres. Le regard analytique porté par Amulya K. N. Reddy sur son laboratoire de l'Institut Indien des Sciences au terme de plus de 25 ans d'existence offre néanmoins une ouverture sur un pan considérable de son activité, ainsi que sur nombre des défis qui demeurent actuels pour toutes celles et tous ceux qui souhaiteraient travailler sur l'émergence de nouveaux systèmes énergétiques justes et durables.

Les professionnel-le-s de la recherche y liront d'abord en creux les problèmes rencontrés par le centre ASTRA, des problèmes sur lesquels Reddy, avec sa pudeur habituelle, ne s'étend guère et ne mentionne qu'indirectement. Des questions fondamentales et diverses affluent pourtant, questions de gouvernance, de motivation des personnes, de « *ferveur morale* » même, une ferveur si rare dans les carrières de chercheuses et chercheurs qui, passés les feux de la jeunesse, s'éteignent souvent comme tant d'autres dans de faibles foyers sans chaleur mais riches en fumées et en apparence...

Amulya K. N. Reddy, on le sent, a connu comme d'autres cette « routinisation », selon le terme des sociologues, d'un agenda scientifique soumis, ainsi qu'il l'explique fort bien, à l'interaction complexe d'un

1. Discours prononcé le 20 juillet 2000 à l'occasion des 25 ans du Centre for the Application of Science and Technology for Rural Areas à l'Institut Indien des Sciences. L'acronyme ASTRA, en accord avec la tournure d'esprit légèrement moqueuse de Reddy, alors même que le centre travaille sur des techniques simples et peu couteuses, renvoie à la locution latine *ad astra* : « vers les étoiles ».

environnement national et international, d'une évaluation par les pairs proches et lointains, d'une mise en regard permanente et toujours renouvelée des projets et des réalisations, des promesses et des attentes.

Il explique et tente de résoudre de manière particulièrement claire les questions de durabilité institutionnelle, de gouvernance, d'enracinement dans l'histoire des initiatives collectives – ici une équipe puis un laboratoire de recherche.

Quelles que soient les disciplines scientifiques, ces débats sont le quotidien des centres de recherches, qui se dynamisent parfois avec de jeunes équipes et innove, avant de se répéter et d'attendre, avec leurs plus vieux membres, le départ vers la fin et le passé.

Amulya K. N. Reddy a soixante-dix ans lorsqu'il prononce ce bilan sévère. Il sait à n'en pas douter qu'une époque s'achève, que les technologies appropriées sont entrées dans l'oubli, que le souvenir même de l'expérience de Pura s'éloigne, avec le centre d'expériences qui y fut développé, et que les lois du rendement et du profit économiques sont devenues les forces structurantes du nouveau siècle qui s'ouvre à peine, dans les Suds autant que dans les Nords.

Nous serions bien en peine de le démentir deux décennies plus tard. Mais pourtant il y a aussi de l'espoir dans ce texte pour toutes celles et ceux, de plus en plus nombreuses et nombreux sur l'ensemble de la planète, qui croient qu'il nous faudra trouver de nouvelles voies de mise en œuvre, de gouvernance, de financements et d'usages des sources primaires autant que des convertisseurs énergétiques qui doivent devenir les nôtres dans l'avenir le plus proche.

Dans les Suds autant que dans les Nords. Pour la santé, la survie, de toutes et tous, et celle de la planète.

– Frédéric Caille

## *ASTRA : passé, présent et avenir*

Le centre ASTRA est né en 1974. Sa création a été précédée d'une présentation sur « Le choix des technologies alternatives » qui avait suscité un grand intérêt parmi les professeurs de l'Institut Indien des Sciences (IISc). Plusieurs d'entre eux ont suggéré qu'une tentative soit faite pour traduire les idées de la technologie alternative en un programme pratique. Après quelques évaluations, l'Institut a donné son accord pour la formation d'une équipe de recherche sur l'Application de la Science et de la Technologie aux zones Rurales. Cette équipe, connue sous l'acronyme ASTRA (qui signifie « arme » en sanskrit), devait être une arme contre la pauvreté dans les zones rurales.

Vingt-cinq ans se sont écoulés et c'est une période suffisamment longue pour évaluer comment ASTRA a changé au fil des ans. Comment cette structure s'est-elle développée et quels changements ont-ils accompagné cette croissance? Plus important encore, comment ASTRA doit-elle devenir durable à long terme, c'est-à-dire comment ASTRA doit-elle devenir une institution durable? Quelle est la voie à suivre?

Il existe de nombreuses façons de procéder à une telle évaluation. La procédure adoptée ici consiste à commencer par une analyse des forces et des faiblesses d'ASTRA, des opportunités qui s'offrent à elle et des menaces auxquelles elle est confrontée. Heureusement, une telle analyse SWOT réalisée en 1989 (après 15 ans de fonctionnement) a été retrouvée dans les dossiers<sup>2</sup>. À cela s'est ajoutée une analyse SWOT pour 1974 (c'est-à-dire peu après la création d'ASTRA) et une autre pour juillet 2000 avec le présent document. Pour comprendre les principaux changements révélés par ces analyses SWOT à la naissance d'ASTRA et après 15 et 25 ans, un modèle d'institution durable est décrit et utilisé à l'aide d'indicateurs de performance durable. Il apparaît qu'il existe trois phases dans l'existence

2. SWOT - Forces-Faiblesses-Opportunités-Menaces (Strengths-Weaknesses-Opportunities-Threats).



d'ASTRA – 1974-1984, 1984-1990 et 1990-1997 et chacune de ces périodes présente des caractéristiques importantes. Enfin, une voie à suivre pour l'avenir est proposée.

## I. Analyses SWOT – Forces-Faiblesses-Opportunités-Menaces

### *Analyse SWOT d'ASTRA (septembre 1974)*

POINTS FORTS	FAIBLESSES
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prestige et compétence de l'IISc.</li> <li>• Infrastructure de l'IISc pour la génération de nouvelles technologies.</li> <li>• Nouvelle perspective de développement rural et d'éradication de la pauvreté.</li> <li>• Statut de pionniers dans le domaine.</li> <li>• Identification de plusieurs domaines technologiques clés : énergie, logement à faible coût, eau potable.</li> <li>• Sentiment de motivation et d'excitation.</li> <li>• ASTRA, un pôle d'activité intellectuelle.</li> <li>• Sensibilité aux préoccupations sociales.</li> <li>• Ferveur morale des membres</li> <li>• Soutien d'un grand nombre d'enseignant-e-s.</li> <li>• Soutien de l'Institut et du Conseil.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pas d'infrastructure pour la micro-diffusion des technologies dans les zones rurales.</li> <li>• Lien inadéquat avec les agences de diffusion de la technologie à l'échelle de l'État et du pays.</li> <li>• La réputation au Karnataka, en Inde et à l'étranger n'est pas encore acquise.</li> <li>• Financement insuffisant.</li> <li>• Peu de travaux sur les technologies génératrices de revenus (transformation des produits agricoles et minéraux, artisanat, etc.)</li> <li>• Aucune expertise en matière de santé, d'éducation.</li> </ul>
OPPORTUNITÉS	MENACES
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Défi de la lutte contre la pauvreté.</li> <li>• Nouvel élan vers un développement respectueux de l'environnement.</li> <li>• Demandes adressées à ASTRA par les groupes d'énergies alternatives et de développement rural.</li> <li>• Possibilité d'éviter de s'isoler et de se replier sur soi et d'avoir peu d'impact sur les autres départements.</li> <li>• Création d'un mouvement de technologie rurale.</li> <li>• Correction du parti pris élitiste et urbain des établissements d'enseignement supérieur.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ASTRA pourrait devenir un train en marche offrant un parcours professionnel plus gratifiant.</li> <li>• ASTRA peut sembler être un chemin facile vers les feux de la rampe et les promotions.</li> <li>• La productivité intellectuelle (rapports et articles soumis à un comité de lecture) peut diminuer.</li> <li>• La pertinence peut nuire à l'excellence.</li> <li>• L'absence de groupes de pairs établis peut nuire au contrôle de la qualité.</li> <li>• Peut ne pas devenir un mouvement.</li> <li>• Les enseignant-e-s de l'IISc pourraient perdre leur intérêt.</li> <li>• Les étudiant-e-s de l'IISc ne sont peut-être pas attiré-e-s.</li> <li>• Concurrence avec les groupes bénévoles.</li> </ul>

**Analyse SWOT d'ASTRA (20 février 1989)**

POINTS FORTS	FAIBLESSES
<ul style="list-style-type: none"> <li>• A survécu pendant 15 ans.</li> <li>• Dispose d'une infrastructure pour la génération de technologies et la micro-diffusion.</li> <li>• Excellente réputation au Karnataka, en Inde et à l'étranger.</li> <li>• Suffisamment bien financé.</li> <li>• Dispose d'excellents liens avec les agences de diffusion des technologies à l'échelle de l'État et du pays.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aucune nouvelle perspective.</li> <li>• Pas de nouveaux et nouvelles enseignant-e-s.</li> <li>• Aucun succès dans plusieurs technologies clés (toitures à faible coût pour les pauvres en milieu rural, eau potable à partir d'eau saumâtre, étangs de ferme, etc.).</li> <li>• Peu de travaux (sauf pour le sisal) sur les technologies génératrices de revenus (transformation des produits agricoles et minéraux, artisanat, etc.).</li> <li>• Aucune expertise en matière de santé, d'éducation.</li> <li>• Peu d'excitation.</li> <li>• Peu de ferveur morale.</li> </ul>
OPPORTUNITÉS	MENACES
<ul style="list-style-type: none"> <li>• L'accent mis sur la décentralisation de la planification et de l'administration exige de nouveaux apports en matière de sciences et de technologies.</li> <li>• Le défi de la création d'emplois dans les zones rurales va s'accroître.</li> <li>• Le nouvel élan en faveur d'un développement écologiquement durable nécessite de nouvelles technologies.</li> <li>• Les demandes adressées à ASTRA par les ZP, les députés, les groupes d'écodéveloppement et d'énergie alternative vont augmenter.</li> <li>• Les missions technologiques en milieu rural ont suscité une demande de nouvelles technologies.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les étoiles sont parties.</li> <li>• Diminution en tant que centre d'activité intellectuelle.</li> <li>• Productivité intellectuelle (rapports et articles avec comité de lecture) en baisse.</li> <li>• Diminution du souci d'excellence.</li> <li>• Innovation et prestige international décroissants.</li> <li>• Risque de cesser d'être un mouvement.</li> <li>• Risque de devenir un département comme les autres (isolé, replié sur lui-même, peu d'impact sur les autres départements).</li> <li>• Déplacement de l'accent de la génération de technologies vers la démonstration et la diffusion.</li> <li>• Existence d'une certaine concurrence avec les groupes bénévoles.</li> <li>• Prise en compte des redevances dans la prise de décision.</li> <li>• Isolement du Centre d'Ungra par rapport aux habitant-e-s de la région d'Ungra.</li> <li>• Centre d'Ungra en décomposition.</li> <li>• La direction de l'IISc se désintéresse d'ASTRA.</li> </ul>

**Analyse SWOT d'ASTRA (20 juin 2000)**

<b>POINTS FORTS</b>	<b>FAIBLESSES</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• A survécu pendant 25 ans.</li> <li>• Dispose d'une infrastructure pour la génération de technologies et la micro-diffusion.</li> <li>• Réputation au Karnataka, en Inde et à l'étranger pour des travaux antérieurs.</li> <li>• Suffisamment bien financé.</li> <li>• Il est en relation avec les agences de diffusion de la technologie à l'échelle de l'État et du pays.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aucune nouvelle perspective.</li> <li>• Très peu de nouveaux enseignant-e-s.</li> <li>• Les groupes actifs (gazéificateurs, atténuation des GES) travaillent séparément.</li> <li>• Une vieille réputation qui fait du surplace.</li> <li>• Aucun succès dans plusieurs technologies clés (toitures à faible coût pour les pauvres en milieu rural, eau potable à partir d'eau saumâtre, étangs de ferme, collecte d'eau, etc.).</li> <li>• Pas de travaux sur les technologies génératrices de revenus (transformation des produits agricoles et minéraux, artisanat, etc.).</li> <li>• Aucune expertise en matière de santé, d'éducation.</li> <li>• Pas d'excitation.</li> <li>• Pas de ferveur morale.</li> <li>• Exploitation des nouveaux domaines d'avant-garde (biotechnologie, informatique, etc.) pour les zones rurales non explorées.</li> <li>• Les scientifiques d'ASTRA ne sont pas considéré-e-s comme différent-e-s des autres agent-e-s du gouvernement.</li> </ul>
<b>OPPORTUNITÉS</b>	<b>MENACES</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• L'accent mis sur la décentralisation de la planification et de l'administration nécessite de nouveaux apports en matière de sciences et de technologies.</li> <li>• Le défi de la création d'emplois dans les zones rurales va s'accroître.</li> <li>• Le nouvel élan en faveur d'un développement écologiquement durable nécessite de nouvelles technologies.</li> <li>• Les demandes adressées à ASTRA par les ZP, les député-e-s, les groupes d'écodéveloppement et d'énergie alternative vont augmenter.</li> <li>• Les missions technologiques en milieu rural ont suscité une demande de nouvelles technologies.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pas un centre d'activité intellectuelle.</li> <li>• Productivité intellectuelle (rapports et articles avec comité de lecture) en baisse à "zéro".</li> <li>• Peu de souci de l'excellence.</li> <li>• Innovation et prestige international décroissants.</li> <li>• Risque de cesser d'être un mouvement.</li> <li>• Risque de devenir un département comme les autres (isolé, replié sur lui-même, peu d'impact sur les autres départements, etc.).</li> <li>• Déplacement de l'accent de la génération de technologies vers la démonstration et la diffusion.</li> <li>• Isolement du Centre d'Ungra par rapport aux habitant-e-s de la région d'Ungra.</li> <li>• Le Centre d'Ungra est mort.</li> <li>• La direction de l'IISc s'est désintéressée.</li> <li>• Recherche d'une publicité prématurée avant une réalisation avérée.</li> <li>• Recherche d'une publicité pour les plans plutôt que pour les réalisations.</li> <li>• La pauvreté a été chassée de l'agenda par le libéralisme économique.</li> </ul>

## 2. Un modèle simple d'institutions durables

La meilleure façon de comprendre les changements révélés par les analyses SWOT (à différents moments) et la délimitation des phases du développement d'ASTRA est d'utiliser un modèle. Les modèles, on s'en souviendra, sont des représentations simplifiées de la réalité. Les bons modèles institutionnels capturent l'essence des institutions, nous aident à comprendre leur comportement passé, et à anticiper et façonner leur avenir.

Toute organisation qui aspire à devenir une institution durable doit être en interaction avec l'environnement dans lequel elle fonctionne. Cette interaction consiste en des flux d'**entrées** (« *inputs* ») en provenance de l'environnement – objectifs, défis, problèmes, fonds, infrastructures, ressources humaines, connaissances, expérience, paradigmes, valeurs, etc. – et de flux d'**extrants** (« *outputs* ») vers l'environnement – analyse, nouvelles connaissances, nouveaux matériaux et dispositifs, nouveaux paradigmes, matériel de cours, instructeurs et ressources humaines formées, plaidoyer pour le changement de paradigme et diffusion orientée vers l'action de matériel et de logiciels, etc. -. Ainsi, l'environnement de l'organisation est constitué de tous les organismes qui fournissent les intrants à l'organisation et en utilisent les extrants.

Lorsqu'une organisation est créée, ses objectifs sont élaborés en interaction et par négociation avec l'environnement. L'environnement contrôle ensuite l'adhésion de l'organisation aux objectifs. Le fonctionnement de l'organisation est activement encouragé tant qu'elle continue à fournir des résultats conformes aux objectifs. Lorsque l'organisation cesse de fournir les résultats souhaités conformément aux objectifs, l'apport d'intrants de l'environnement à l'organisation peut être réduit, voire arrêté. Une réaction encore pire consiste à ce que l'environnement ignore l'organisation. Ainsi, une organisation doit gagner l'intérêt actif de l'environnement en continuant à fournir des résultats

pertinents pour l'environnement. La **pertinence**, telle que définie par les objectifs de l'organisation, est donc la première exigence cruciale d'une institution durable.

La pertinence implique une définition claire des objectifs de l'organisation, un contrôle externe et interne de la mesure dans laquelle les progrès de l'organisation sont conformes à ses objectifs, l'internalisation des objectifs par la direction et la base, la répartition équilibrée des intrants et des extrants vers les sous-objectifs, et une forte interaction avec l'environnement socio-économique de l'organisation. Dans le cas d'ASTRA, l'environnement comprend l'Institut et ses organes (faculté, Sénat, divisions, directeur, conseil), les villages où ASTRA travaille, les organes et agences locaux, les agences gouvernementales concernées, les agences nationales chargées des technologies rurales, les agences d'aide internationale, etc. L'accomplissement de la pertinence de l'organisation lui vaut la reconnaissance, le soutien et l'assistance au niveau local, national et international.

La pertinence ne se mesure pas seulement à la quantité de résultats, mais aussi à la qualité de ces résultats. Ainsi, la pertinence est également déterminée par la qualité de l'analyse, des nouvelles connaissances, des nouveaux paradigmes, des nouvelles technologies, des supports de cours, des instructeurs, des ressources humaines formées, du plaidoyer pour le changement de paradigme et de la diffusion orientée vers l'action du matériel et des logiciels, etc. Il s'ensuit que la pertinence dépend inévitablement, intimement et inextricablement de l'excellence des résultats de l'organisation. L'excellence est donc la deuxième caractéristique essentielle d'une institution durable.

L'excellence implique la sélection d'un personnel exceptionnel et motivé, un financement adéquat, des installations satisfaisantes, la liberté, une vision commune résultant de l'interaction entre la direction et le personnel et impliquant une communauté de personnel en interaction, le développement d'un système solide d'examen par les pairs pour assurer la sélection naturelle des idées et des observations, et une communauté

de consommateurs avertis pour examiner les dispositifs et les processus, l'interaction avec la communauté mondiale des technologues ruraux, un système de récompenses et d'incitations qui favorisera l'excellence dans les activités d'ASTRA en matière d'information, de formation, de création de technologies, de défense et de diffusion. L'atteinte de l'excellence vaut à l'organisation une reconnaissance nationale et internationale (que la société acceptera comme un examen externe indépendant de l'organisation). L'excellence pertinente garantit également une excellente pertinence.

Si une organisation doit axer son développement sur les objectifs définis en collaboration avec son environnement, elle doit être un système de recherche d'objectifs qui s'oriente vers ses objectifs grâce au feedback de l'environnement et à la motivation interne. Cela signifie qu'il doit exister des mécanismes internes pour transformer les grands objectifs en visions stratégiques, les grandes visions en programmes spécifiques et les programmes concrets en projets discrets.

Des mécanismes sont également nécessaires pour le contrôle interne de la correspondance ou de la non-correspondance entre les progrès et les objectifs. Par-dessus tout, il faut mettre l'accent à la fois sur l'excellence et la pertinence – un souci moindre de l'excellence nuit à la pertinence, et une négligence de la pertinence invite à la négligence de l'environnement.

Si une organisation comme ASTRA a des objectifs non routiniers pour lesquels il n'existe pas de recettes éprouvées, elle doit encourager la créativité. Et il ne peut y avoir de créativité sans une auto-gouvernance transparente, responsable et participative. L'implication est qu'il doit y avoir des mécanismes intra-institutionnels d'auto-gouvernance en matière de technologie, de gestion et d'administration. C'est dans ce contexte que les structures intra-institutionnelles acquièrent de l'importance car elles sont les canaux par lesquels le personnel interagit avec les dirigeants.

Lorsque le fonctionnement de l'organisation n'est pas durable, la situation conduit à une attitude négative de l'environnement envers l'organisation. Certaines caractéristiques de la non-durabilité sont un fonctionnement ad hoc et non participatif, l'absence de procédures transparentes, le manque de contrôles et d'équilibres, une dépendance excessive vis-à-vis de l'autorité, etc. Le résultat de cette attitude négative est une nouvelle réduction des intrants qui, à son tour, entraîne une nouvelle diminution des résultats et une aggravation du fonctionnement non durable... et l'organisation s'enfonce dans le déclin. Ainsi, une auto-gouvernance transparente, responsable et participative est la troisième exigence cruciale d'une institution durable.

L'auto-gouvernance implique la compatibilité entre les objectifs, la structure et le fonctionnement de l'organisation, la compréhension et l'internalisation de la philosophie, des objectifs, de la structure et du fonctionnement par le personnel de l'ASTRA, l'évolution d'une culture institutionnelle (sous la forme d'une tradition et d'un ensemble de codes de conduite non écrits et universellement acceptés renforçant un ensemble de règles et de procédures) basée sur cette compréhension et cette internalisation, la transmission de cette conception et son intériorisation par les nouveaux entrants à l'ASTRA via sa culture, de signaux clairs de la direction académique, scientifique et administrative qui soient, sans ambiguïté, compris par la faculté et les étudiant-e-s (aucune possibilité, comme cela s'est produit dans une organisation voisine, qu'un-e membre du corps professoral pense que son travail était apprécié lorsque la direction prétend qu'il était encouragé à partir!), la participation de l'Institut aux décisions stratégiques et à la formulation des politiques, aux procédures et aux moyens de résolution des conflits (parce qu'il existe de nombreuses possibilités de conflit – conflits entre le coordonnateur/président de l'ASTRA et son corps professoral, entre le corps professoral et le personnel de l'ASTRA, entre l'ASTRA et d'autres centres/départements de l'Institut, entre l'ASTRA et l'Institut, et entre

ASTRA et les villageois-es des zones rurales où ASTRA travaille, etc.), et des ressources adéquates (parce que la pauvreté des ressources est le terreau des conflits).

La pertinence, l'excellence et l'autogestion (transparente, responsable et participative) sont des conditions nécessaires pour qu'une organisation devienne durable, mais elles ne sont pas suffisantes. La viabilité financière est également une exigence d'une institution durable.

La question de la viabilité financière dépend de la façon dont ASTRA devrait sécuriser ses fonds et survivre. L'attention devrait d'abord être portée sur l'étendue de l'autosuffisance financière à laquelle ASTRA doit s'efforcer. Un extrême d'autosuffisance zéro implique qu'ASTRA sera totalement dépendante de ses bailleurs de fonds. De plus, si ASTRA dit aux donateurs qu'elle n'a pas l'intention d'atteindre une mesure d'autosuffisance parce qu'elle doit être en mesure de fournir des services de base, ces donateurs sont forcément nerveux à l'idée de prendre un engagement illimité. L'autre extrême de l'autosuffisance complète implique qu'ASTRA sera totalement coupée des signaux des bailleurs de fonds et poussée vers des activités productrices de revenus au détriment de la fonction de service public pour laquelle elle a été créée.

Ainsi, les deux dangers – être axé sur la survie et ne pas être du tout axé sur la demande – sont le Scylla et le Charybde des stratégies de collecte de fonds – ASTRA doit éviter chacun d'eux sans se laisser piéger par l'autre.

Il est clair qu'ASTRA doit atteindre un niveau raisonnable d'autosuffisance financière afin de pouvoir défendre le paradigme de sa charte fondatrice et de poursuivre sa vision fondatrice, quels que soient les méandres des modes de l'Institut et les diktats du marché du financement. En même temps, ASTRA doit être motivé par une certaine insuffisance pour écouter et être influencé par les signaux du monde réel. La stratégie d'ASTRA doit donc comporter un mélange judicieux d'autosuffisance et d'insuffisance (de dépendance) financières.



La question suivante concerne la manière dont ASTRA parvient à réaliser ce mélange judicieux d'autosuffisance et de dépendance. Il est clair qu'ASTRA ne doit pas adopter une approche autodestructrice consistant à développer des intérêts particuliers comme certains autres acteurs du développement rural. Si ASTRA s'efforce d'atteindre l'autosuffisance par la « vente » de ses services, elle sera considérée comme une menace par ses alliés potentiels, par exemple des groupes qui dépendent des services de conseil et exécutent des projets sur le terrain. Si ASTRA se retrouve en concurrence pour obtenir des honoraires, sa capacité à être non menaçante (et objective) peut être compromise. En d'autres termes, ce type d'approche contredit la vision d'ASTRA quant à son rôle de courtier honnête réunissant tous les acteurs du développement rural sans avoir d'intérêts conflictuels avec aucun d'entre eux.

Il semble donc qu'ASTRA doive poursuivre une stratégie de collecte de fonds à deux volets, à savoir :

1. un budget de l'Institut destiné à couvrir les dépenses de base d'ASTRA pour la création et le fonctionnement de son centre d'extension et de son bureau de convocation à l'Institut de Bangalore.
2. une diversité de bailleurs de fonds pour soutenir les activités d'information, de formation, de recherche/analyse et de défense de l'ASTRA.
3. des donateurs spécifiques pour soutenir, projet par projet, ses projets de micro-diffusion de grandes technologies.

Par exemple, ASTRA pourrait s'efforcer d'atteindre un ratio de 1:2:4 entre (1) les dépenses de base (pour l'établissement et le fonctionnement de son centre de vulgarisation et de son bureau de convocation), (2) les dépenses liées aux activités d'information, de formation, de recherche/analyse et de plaidoyer, et (3) les dépenses liées aux projets de micro-dissémination technologique. Il en résulterait la répartition suivante des besoins totaux de fonds et de la stratégie de collecte de fonds :

ACTIVITÉ	DÉPENSES (%)	SOURCE
Création et fonctionnement du centre de vulgarisation et du bureau de l'IISc	15	Budget de l'institut
Information, formation, recherche/analyse et plaidoyer	30	Diversité des bailleurs de fonds
Projets de micro-diffusion	55	Donateurs spécifiques

Cette stratégie permettrait de maintenir les coûts de base d'ASTRA à environ 15 % du financement total, les propositions axées sur la demande pour les activités d'information, de formation, de recherche/analyse et de défense d'ASTRA représentant 30 % et les projets de micro-dissémination 55 % du total. Cela facilitera l'objectivité et l'indépendance d'ASTRA pendant quelques années, mais liera ASTRA au succès de ses autres propositions (axées sur la demande).

Le modèle des interactions institution-environnement et intra-institutionnelles présenté ci-dessus conduit à une définition simple. Le renforcement institutionnel en vue de la durabilité implique la croissance d'une organisation, mais ne doit pas être assimilé à une simple croissance; il s'agit avant tout du processus visant à atteindre et à maintenir la pertinence, l'excellence, l'autonomie et la viabilité financière. Cette définition soulève la question suivante : quels sont les mécanismes permettant de développer la pertinence, l'excellence, l'autonomie et la viabilité financière? Il s'agit d'une question cruciale de création d'institutions et de comportement organisationnel qui mérite une analyse beaucoup plus approfondie que celle qui est possible ici.

### 3. Critères de durabilité d'ASTRA

La durabilité d'ASTRA doit être jugée sur la base des critères qui découlent du modèle d'institutions durables évoqué plus haut :

- **Critères de pertinence**
  - Applicabilité aux zones rurales
  - Production décentralisée d'énergie à partir de sources locales
  - Appareils à énergie d'utilisation finale
  - Bâtiments à faible coût
  - Eau à usage domestique et agricole
  - Processus agro-industriels
  - Faire progresser le développement durable
  - Amélioration directe de la qualité de vie
  - Amélioration de la qualité de vie par la création de revenus
  - Autonomisation des communautés rurales
  - Respect de l'environnement
  
- **Critères d'excellence**
  - Professeurs des départements
  - Publications
  - Séminaires
  - Cours
  - Diplômes (PhD, M. Tech)
  
- **Critères d'auto-gouvernance**
  - Interaction avec les professeurs (formelle et informelle)
  - Des stratégies et des politiques transparentes
  - Responsabilité
  - Fonctionnement participatif

- **Critères de viabilité financière**
  - Soutien de base pour les salaires des professeurs
  - Soutien essentiel au fonctionnement de base
  - Financement du programme
  - Financement du projet

## 4. Phases du développement d'ASTRA

*Phase 1 : (a) Intégration des préoccupations sociales et de la technologie et (b) Légitimation d'ASTRA au sein de l'IISc et du cadre national (1974-1984)*

- Développement de la sensibilisation aux conditions rurales
- Motivation du corps enseignant de l'IISc
- Création d'un centre d'extension à Ungra
- Identification des problèmes techniques intéressant les zones rurales
- Développement d'un cadre conceptuel pour la génération et la diffusion de technologies pour les zones rurales
- Légitimation d'ASTRA à l'IISc et sur la scène nationale

*Phase 2 : (a) Démonstration de la technologie et (b) Départementalisation de la gouvernance (1984-1990)*

- Transformation d'ASTRA d'une cellule (avec un président mais pas de faculté) en centre/département (avec un président et une faculté permanente)
- Chula, programmes d'habitations à loyer modéré et de gazogènes
- Projet de centrale biogaz communautaire
- Diminution du nombre de publications revues par les pairs
- Diminution du nombre de séminaires pour sensibiliser et susciter l'intérêt pour l'IISc

Phase 3 : (a) libéralisation orientée vers le marché et (b) marginalisation des préoccupations sociales (1990-1998)

- L'influence du GPL sur ASTRA après 1990
- Influence dominante des agences de financement sur la conception des projets
- La pauvreté n'est plus à l'ordre du jour d'ASTRA
- Exclusion des personnes du choix et de la gestion des technologies
- Incitation à la mise en œuvre de technologies de type gouvernemental
- Diminution du rapport réalisations/promesses
- Croissance de la gouvernance opaque orientée vers le président
- Séparation de SUTRA d'ASTRA
- Croissance séparée des programmes GHG et Gasifier

## 5. Une voie à suivre pour ASTRA

- **Réaffirmer les objectifs socio-économiques**
- **Induire de nouvelles personnes**
- **Renforcer les anciennes zones**
- **Lancer de nouveaux domaines**
  
- **Domaines du millénaire (Numérique, biotechnologies) :**
  - Identifier des groupes de brainstorming (un/des groupes) avec une majorité de nouvelles personnes
  - Les emmener en excursion dans des villages
  - Organiser des séances de remue-méninges sur la manière dont la région peut faire progresser le développement rural
  
- **Les défis du millénaire**

- Alphabétisation, santé, sécheresse, etc.
- Ateliers ciblés pour développer des programmes de travail
- **Développement au niveau des panchayats**<sup>3</sup>
  - Former l'équipe ASTRA (avec des experts en génie civil, mécanique et électrique, en informatique, en biotechnologie et en systèmes)
  - Visiter et comprendre le programme local de développement (PLD) dans les États (par exemple, Kerala)
  - Formuler un agenda Science et Techniques pour renforcer ce PLD
- **Lien avec d'autres groupes de développement rural**
  - Séminaire avec d'autres groupes de développement rural
  - Site web d'ASTRA
- **Un nouvel élan pour les anciens domaines**
  - Ateliers avec présentations de bilan de 25 ans de travail
  - Comités (1/3 de vétérans ASTRA + 1/3 de nouveaux professeurs + 1/3 d'experts extérieurs pour générer de nouvelles idées)
- **Réaffirmation des objectifs et des stratégies d'ASTRA**
  - Ateliers visant à réaffirmer le rôle d'ASTRA dans le contexte de la LPG (libéralisation, privatisation et mondialisation)
- **Définition du rôle d'ASTRA dans l'Institut**

3. NdT : Les *panchayats* sont en Inde des gouvernements locaux, fonctionnant au niveau des villages.

- Interaction entre la direction de l'Institut et le corps enseignant d'ASTRA pour définir le rôle particulier d'ASTRA
  - **Réinventer la gouvernance d'ASTRA**
- Développement du style de gouvernance TAP (Transparente, Accountable/responsable et Participative)

## 7. Technologie, développement et environnement. Une réévaluation

Publié par le Programme des Nations Unies pour l'Environnement en 1979, la brochure que l'on va lire ci-dessous<sup>1</sup> est issue du séjour qu'effectua Amulya K. N. Reddy au Kenya durant plus d'un an<sup>2</sup>. Étrangement non-disponible en français, elle jouera selon ses propres mots un rôle très important dans la maturation de sa pensée sur la technique, le développement et la préservation environnementale. Et c'est donc au sens fort qu'il faut comprendre le terme anglais du titre, « *a re-appraisal* », « *un ré-examen, une re-considération, une ré-évaluation* » des interactions entre techniques, émergence socio-économique et conservation des milieux de vie.

Les intitulés des ateliers des deux groupes d'experts réunis en décembre 1975 et septembre 1976 à Nairobi, sur lesquels Amulya K. N. Reddy va appuyer son propos, résument la structure d'une réflexion qui s'interroge d'abord sur un « *cadre conceptuel pour des technologies appropriées et respectueuses de l'environnement* », avant de réfléchir, d'une manière sans doute plus datée pour nous désormais, sur une « *méthodologie pour la sélection de technologies écologiquement rationnelles et appropriées* ».

1. Texte publié en 1979 par le PNUE (Programme des Nations Unies pour l'Environnement) cumulant les deux rapports rédigés par Reddy à la suite de la réunion des groupes d'experts sur : « Un cadre conceptuel pour des technologies appropriées et respectueuses de l'environnement » (PNUE, 1-4 décembre 1975, Nairobi); « Méthodologie pour la sélection de technologies écologiquement rationnelles et appropriées » (PNUE, 30 août - 3 septembre 1976, Nairobi).
2. Le texte d'origine comporte quatre figures ou schémas qui n'ont pas été repris ici :
  - Figure 1 : Probabilité d'occurrence de risques de gravités différentes selon les types de technologies (p. 14 originale) - Figure 2 : Terminologies des technologies « nouvelles » ou « alternatives » (p. 16 originale) - Figure 3 : Diagramme des « profils technologiques » (p. 38 originale) - Figure 4 : Méthodologie de sélection des technologies appropriées et respectueuses de l'environnement (p. 46 originale).



« Tout », en une cinquantaine d'année, depuis le début du 20e siècle, a été radicalement modifié par la technologie constate immédiatement Reddy, soit par le bond technique « *le plus impressionnant de l'histoire de l'humanité* ». Les habitats naturels, la société et ses institutions, les valeurs, les styles de vie, les modèles de réflexion et de transformation du monde, *tout* a été profondément impacté et modifié. Et que dire aujourd'hui, quarante ans plus tard!

Or, c'est parce qu'elle touche tout, qu'elle concerne tout, qu'elle nous concerne toutes et tous, et aussi les arbres et les champs, tous les vivants du globe, et même le grand substrat du non-vivant, que la technique, son évolution et sa direction, est le plus grand des enjeux de l'avenir, qu'elle exige un processus clair d'évaluation et de direction de « *choix technologiques* ». Il n'existe pas en effet, rappelle le scientifique Reddy, de « *déterminisme* » social ou technique des évolutions technologiques, et rien ne se fait que par la volonté d'une partie au moins des hommes. Il est possible d'envisager plusieurs types de développement d'un pays, comme il est possible d'envisager plusieurs types de technologies. Et il appartient donc aux humains de construire le sens de leur destin. « *Le processus d'émergence et de développement socio-économique peut et doit être orienté, mais cette orientation nécessite le contrôle du développement technologique ainsi que de son application* ».

C'est sur ces simples préalables, mais oh combien capitaux, qu'Amulya K. N. Reddy résume et développe la réflexion qui le conduit à défendre d'abord l'importance du concept de « *technologie appropriée* », un concept qui « *implique un jugement de valeur* » relève-t-il, ne serait-ce que par le simple fait que « *toute considération du caractère 'approprié' d'une technologie reflète inévitablement un ensemble donné d'idées et d'hypothèses sur l'émergence socio-économique et les avantages et inconvénients des actions orientées vers un certain type de développement* ».

La notion de « *technologie appropriée* », explique clairement Reddy dès le début de la brochure, est en somme un concept politique. Ou, du moins, aussi politique que celui des « *technologies dites 'modernes' des pays développés* », puisque même si les « *technologies alternatives devraient être développées selon une méthodologie aussi moderne et sophistiquée que les autres* », il n'en reste pas moins que seule, « *faute d'un meilleur terme* », « *la technologie du monde développé est appelée (dans cette brochure comme ailleurs) 'technologie moderne'* ».

Reddy se bat on le voit dès le début pour faire comprendre ce point si mal, sinon pas du tout perçu aujourd'hui encore : « *Il est regrettable que les technologies des pays développés soient invariablement qualifiées de 'hautes' (high) technologies, contrairement aux technologies alternatives et traditionnelles transformées qui sont qualifiées de manière péjorative de 'basses' ou 'faibles' (low) technologies* ». Une technologie traditionnelle « *transformée* », c'est-à-dire peut-être un peu mieux systématisée, ou standardisée, ou complétée en quelques aspects, n'est pas en effet moins efficace ou performante (pensons par exemple aux technologies de conservation ou de fermentation des laitages ou aliments, à certains modes de construction, aujourd'hui parfois redécouverts). Elle est simplement différente, avec ses avantages – sobriété en capital ou en énergie par exemple –, et ses problèmes – difficulté de mise en œuvre, rapidité d'exécution, vulnérabilité aux éléments naturels, etc.

On est de fait plus que troublé à relire à plusieurs décennies de distance les pages que consacre Amulya K. N. Reddy à ce thème. Il ne s'agit pas en effet ici de bougies, de pull de laine ou de plaques de feutres pour isoler les maisons, ainsi que la vulgate « *low tech* » réutilise depuis quelques années le terme. Il s'agit plus simplement, et plus fondamentalement, de ré-ouvrir le grand livre du choix techno-scientifique, de lever les yeux des progrès de puissance des puces de calcul et de rapidité des micro-processeurs, de dire qu'il est possible de poser une préférence

pour les technologies qui se fondent dans les écosystèmes naturels en leur causant des perturbations minimales, plutôt que pour celles qui menacent la biosphère par des perturbations majeures<sup>3</sup>.

La technologie n'est pas qu'une libération. Peut-être est-ce d'abord et simplement à cette évidence que la brochure d'Amulya K. N. Reddy nous ramène, si loin que nous soyons désormais engagés vers les nouveaux territoires des « métavers » et des reconstructions numériques du réel. Car, comme il l'explique, les techniques modernes, beaucoup plus que celles du passé, du fait de leur « *plus forte intensité en capital et en énergie* », ont un « *effet d'amplification des inégalités* », qu'il s'agisse des inégalités entre privilégiés et défavorisés au sein d'un même pays, ou des inégalités entre les pays eux-mêmes. La critique économique des technologies a bien montré, résume Reddy, que la technologie est « *une spirale* », avec « *l'émergence de technologies de produits, de technologies de production et de technologies d'utilisation des ressources qui sont plus réactives et accessibles aux privilégiés qu'aux défavorisés* », puis, « *au prochain tournant de la spirale* », du fait de l'accès inégal à ces technologies et aux ressources qu'elles procurent, avec « *la stimulation du développement d'autres avancées technologiques qui vont alors accentuer encore plus les inégalités* ».

La course à cette innovation/consommation nous est devenue familière. Les pays du Nord et les privilégiés des deux hémisphères sont toujours en avance d'une « Tesla » ou d'un smartphone, mais chacune et chacun, où qu'il soit, a son retard de taille d'écran, de connectivité, d'objet *high-tech* ou connecté, qui le distingue de celles et ceux qui le possèdent déjà, et qu'elle ou il doit rejoindre dans la satisfaction de la possessivité matérielle.

3. Sur ce point, en français, voir les développements stimulants de Philippe Bihouix, « La transition énergétique peut-elle être low-tech? », *Revue internationale et stratégique*, 2019/1, n°113, 97-106. Voir également l'introduction au dossier « Low-tech et enjeux écologiques : quels potentiels pour affronter les crises? » de la revue en ligne *La pensée écologique*, Christophe Abrassart, François Jarrige et Dominique Bourg, 15 oct. 2020, qui ne retient pas la notion de « technologie appropriée » en tant que telle.

Il existait déjà en 1979, et aujourd'hui plus que jamais, comme l'écrit Reddy, très gandhien pour le coup, une « *tendance incessante de la technologie moderne à bombarder de nouveaux produits des acheteurs rassasiés, laquelle conduit à la dévalorisation du plaisir de ce qui est simple, peu coûteux et impalpable, à détruire son attrait et à le remplacer par la consommation de ce qui est élaboré, ostentatoire et matériel, ce qui signifie que la technologie moderne fait surgir directement des modes de vie obsédés par la consommation qui génèrent des profits pour les producteurs, mais rarement la paix et le contentement pour les consommateurs* ».

Critique banale, et presque moralisatrice dirait-on. Si les pénuries récentes suite à une pandémie, et les raréfactions d'approvisionnement en cours – énergies, bois, matériaux – ne nous rappelaient que de nombreuses vulnérabilités nouvelles se cachent sous les profusions et les abondances de la consommation mondialisée... Pays des Suds, peuples des Nordes, la grande dépendance au numérique, à l'électricité<sup>4</sup>, est peut-être en train de nous inventer de nouveaux conflits et de nouvelles servitudes, ce que Reddy déjà, avec toutes les argumentations en faveur d'un « *Nouvel Ordre Économique International (NOEI)* », jamais véritablement advenu on le sait, avait bien pressenti : « *La technologie moderne répand le désir de styles de vie riches en même temps qu'elle limite à une petite élite les moyens de satisfaire véritablement ces désirs stimulés, et qu'elle jette ainsi les bases de l'aliénation et du conflit social* ».

Il ne faut pas lire cette brochure pour se plaindre ou pour l'Histoire. Des émergences économiques et sociales considérables ont eu lieu depuis 1979 et sont encore en cours, des pays ont été et sont en voie d'être bouleversés, réaménagés, dans leurs territoires comme dans leurs valeurs sociales, comme l'ont été les nôtres. Amulya K. N. Reddy, on pourra s'en assurer, n'appelle pas à l'immobilisme. Mais seulement à se dire que tout possède un coût, bien que pour l'essentiel non-monétaire, et que les choix

4. Voir le récent ouvrage de Gérard Dubey et Alain Gras au titre significatif : *La Servitude électrique. Du rêve de liberté à la prison numérique*, Paris, Seuil, 2021.

technologiques se payent d'une manière ou d'une autre, d'une génération à une autre, même si tout le monde ne peut pas toujours, ou pas tout le temps, les payer.

Et pourtant, il n'est pas certain, comme l'écrit toujours Reddy, que « *les technologies traditionnelles transformées et les technologies alternatives aient nécessairement besoin d'être primitives* », pour être efficaces, plus sobres, plus respectueuses de la planète et de ses habitants les plus modestes. Comment alors en parler à nouveau? Avec quels mots se demandait déjà Reddy? Puisque, « *outre les technologies 'alternatives', 'appropriées' et 'intermédiaires', certains des autres termes adjectivaux utilisés sont 'douces', 'humaines', 'libératrices', 'rationnelles', 'équilibrées', 'conviviales', 'prudentes', 'radicales', 'réductrices des inégalités', 'populaires', 'progressives', 'utopiques', 'écologiques/respectueuses de l'environnement', 'basses (low) et sans déchets'* », une richesse qui invitait à questionner, concluait-il, « *les caractéristiques retenues et considérées comme essentielles pour contraster avec les technologies modernes* ».

Nous en sommes toujours là. Une raison de plus de reprendre avec lui et quelques autres le dossier<sup>5</sup>.

- Frédéric Caille

5. Pour se limiter à deux auteurs francophones contemporains d'Amulya K. N. Reddy et incontournables sur ces questions, aujourd'hui redécouverts et réédités (encore que le texte ici mentionné du premier ait été rédigé en anglais) : Ivan Illich (1926-2002), *Énergie et équité*, Paris, Flammarion, 2018 (1975); André Gorz (1923-2007), *Éloge du suffisant*, Paris, PUF, 2019 (1992, en article de revue sous le titre « L'écologie, ce matérialisme historique »).

## *Technologie, développement et environnement. Une réévaluation*

Le développement doit être considéré comme un processus global et complet, incluant tous les aspects du système social et son interrelation avec l'environnement naturel. Dans cette interrelation dynamique, la technologie est le lien fondamental entre le système social et le système naturel; en même temps, elle est l'instrument essentiel pour parvenir à un développement durable et écologiquement rationnel à long terme. En fait, chaque modèle technologique implique des approches spécifiques de la gestion des ressources et est associé à un système de valeurs et à un mode de vie donnés. Ainsi, c'est grâce à l'amélioration de la technologie que le développement peut être atteint, mais c'est aussi par l'application de cette technologie que l'homme a le plus d'impact sur l'environnement.

Les cinquante dernières années ont été marquées par le développement technologique le plus impressionnant de l'histoire de l'humanité. Notre habitat naturel est dans une large mesure un environnement créé par l'homme, résultant de la transformation de la nature par l'application pratique et systématique des connaissances scientifiques et technologiques. Mais ce n'est pas seulement le système naturel qui a été modifié. La société et ses institutions, ses valeurs, ses modèles de transformation et ses styles de vie reflètent également les caractéristiques du développement technologique.

Cependant, il semble que l'introduction incontrôlée de la technologie, le manque de considération pour son adaptabilité à des situations spécifiques, et surtout l'ignorance de ses impacts ont produit des effets négatifs. Ainsi, l'application de la technologie a, d'une part, créé de nouvelles opportunités et favorisé le développement et, d'autre part, créé de nouveaux problèmes. Ces problèmes sont spécifiques à chaque partie du monde. Le développement technologique est né dans les pays hautement industrialisés, en fonction de leurs besoins, pour résoudre leurs problèmes particuliers. Ces technologies sont souvent mal adaptées

aux problèmes spécifiques d'environnement et de développement du tiers monde, lequel se sent laissé à l'écart de l'évolution technologique. Il n'est donc pas étrange que la critique de la technologie apparaisse dans des pays où une grande partie de la population est exclue des bénéfices du développement technologique, mais souffre des effets négatifs de son application. La critique de la technologie apparaît également dans les pays développés, mais elle est ici plus spécifique et dirigée vers des problèmes environnementaux concrets.

Ces dernières années, le débat entre les opposants et les partisans de la technologie s'est intensifié et a gagné une plus grande audience. La première approche tend à voir dans la technologie le moteur d'un progrès qui détient la solution aux problèmes de l'humanité et l'instrument pour dominer la nature. L'approche opposée consiste à considérer la technologie comme un processus incontrôlable qui crée un État technocratique dans lequel l'individu est aliéné. Les deux approches tendent à considérer le développement technologique comme un processus autonome, avec sa propre dynamique. Le processus est considéré comme linéaire, et les répercussions sociales sont perçues comme une réaction contre un processus technologique dynamique autonome. Les deux approches tendent à ignorer que la technologie est un produit social et que, par conséquent, ses vertus comme ses faiblesses doivent être évaluées dans le cadre du système social et naturel dans lequel elle a été créée, et auquel elle est appliquée.

Les systèmes sociaux ne sont pas déterministes, et leur évolution n'est pas linéaire. Le processus d'émergence et de développement socio-économique peut et doit être orienté, mais cette orientation nécessite le contrôle du développement technologique ainsi que de son application. En fait, elle exige un processus clair d'évaluation et de choix technologiques. Car la technologie doit être développée et appliquée en accord avec les caractéristiques dynamiques de chaque système social et naturel, afin de parvenir à un développement durable et respectueux de l'environnement.

C'est précisément dans ce cadre de la relation entre l'environnement et le développement, et du rôle de la technologie en tant qu'instrument de changement social que le concept de « technologie écologiquement rationnelle et appropriée » est examiné. Ainsi, toute préoccupation concernant la société et son environnement naturel trouve-t-elle une expression dans une évaluation et un choix technologiques. D'un point de vue théorique, nous sommes en position de faiblesse, car la plus grande part des théories dominantes qui tentent d'expliquer le fonctionnement des systèmes sociaux n'offre aucune explication du changement technologique. Par conséquent, l'attention portée à renforcer une base conceptuelle et théorique ne découle pas de préoccupations érudites et spéculatives, mais du fait que le concept même de « technologie appropriée » implique un jugement de valeur et que, par conséquent, toute considération du caractère « approprié » de la technologie reflétera inévitablement un ensemble donné d'idées et d'hypothèses sur l'émergence socio-économique et les avantages et inconvénients des actions orientées vers un type de développement.

Bien que toutes les organisations du système des Nations Unies puissent être concernées par un travail sur la technologie appropriée, seules quelques-unes d'entre elles ont tenté d'étudier le contenu conceptuel de cette notion<sup>6</sup>. Le présent ouvrage est une tentative de clarification de la signification de « caractère approprié » et, par conséquent, de la méthodologie de sélection de ce type de technologies. Le Conseil d'administration du PNUE, lors de sa troisième session, a demandé au Directeur exécutif de lancer, dès que possible, des activités de recherche sur les technologies appropriées et respectueuses de l'environnement<sup>7</sup>. Dans le cadre de ce mandat, deux groupes d'experts ont été organisés

6. Voir le rapport n°3 du PNUE (UNEP), "Environmentally Sound and Appropriate Technology", Nairobi, 1979.

7. Res.29 (III). Rapport du CA sur les travaux de sa troisième session.



en 1975 et 1976. Le Professeur A. Reddy les a présidés tous les deux et a préparé deux rapports qui sont ici présentés dans une version commune. (...)

La raison d'être de l'effort conceptuel du PNUE est que tout programme ou activité dans le domaine de la recherche, du développement et de la diffusion de la technologie dépend largement de la compréhension des questions de fond qui sous-tendent ces activités.

La discussion sur le concept et les critères du caractère « approprié » de la technologie est un processus sans fin. Le problème de la création d'une technologie appropriée n'est qu'une partie d'un problème beaucoup plus vaste, un problème qui évolue en permanence. Ainsi, le concept de « technologie appropriée et respectueuse de l'environnement » n'a-t-il de sens que dans le contexte d'une définition donnée de la notion de « développement ». La compréhension par le PNUE de la relation environnement-développement a conduit au concept de « développement écologiquement durable/soutenable ». Un tel mode de développement ne peut être atteint que par la mise au point de technologies écologiquement rationnelles et appropriées. En conséquence, l'importance du concept de technologie écologiquement rationnelle et appropriée réside dans le fait qu'en ne disposant pas d'une connaissance suffisante de l'impact écologique et socio-économique de la technologie, il existe un risque de s'enfoncer dans une dégradation de l'environnement naturel au-delà de sa capacité de reproduction. Ce qui mettrait en péril l'émergence socio-économique future en général, et les bénéfices attendus d'un nouvel ordre économique international. Ainsi, le souci de la société et de l'environnement naturel dans lequel cette société existe, doit trouver une expression dans l'évaluation et le choix des technologies. Cela signifie que la discussion sur l'évaluation et le choix des technologies doit être une partie inséparable de tout plan qui implique des objectifs soit environnementaux soit socio-économiques. Le PNUE considère que son rôle de catalyseur consiste à renforcer et amplifier cette prise de conscience lorsqu'elle existe, et à l'initier et la générer là où elle est absente.

## I. Critiques de la technologie moderne

Au cours des dernières années, les arguments en faveur de technologies appropriées et respectueuses de l'environnement n'ont cessé d'être exposés de différentes manières et sous différents angles. Cette recherche d'alternatives s'est invariablement fondée sur des critiques implicites ou explicites du modèle de technologies actuellement en vigueur dans les pays industrialisés, et en cours de transfert massif vers les pays émergents. Ce sont ces technologies qui ont été déployées avec une rapidité stupéfiante et croissante, en particulier au cours des trente dernières années.

Comme il faudra nécessairement se référer à ces technologies très fréquemment au cours de ce rapport, il sera plus facile de les désigner par le terme « moderne ». D'autres termes ont également été utilisés dans la littérature, par exemple « occidental » et « conventionnel ». Mais le terme « occidental » ne tient pas compte du fait que certains pays de l'Est sont tout aussi impliqués dans l'essor, l'utilisation et le transfert des « technologies modernes »; et le terme « technologies conventionnelles », qui évoque la croyance répandue que la technologie du monde développé est la seule acceptable, risque d'être confondu avec les « technologies traditionnelles » qui sont celles remplacées dans l'ensemble des pays en développement par les technologies modernes propres aux pays industrialisés. D'un autre côté, le caractère insatisfaisant de l'expression « technologies modernes » est qu'elle peut suggérer que les technologies alternatives proposées ou souhaitées (lesquelles constituent l'objet du présent rapport) seraient une antithèse de la modernité au sens où elles ne profiteraient pas de l'héritage des connaissances accumulées et qu'elles seraient dépourvues de la puissance théorique et expérimentale de la science moderne. En fait, il est prévu que les technologies alternatives soient développées selon une méthodologie aussi moderne et sophistiquée que les technologies dites « modernes »

des pays développés. Ainsi, ce n'est que faute d'un meilleur terme que la technologie du monde développé sera ici appelée « technologie moderne ».

Les critiques croissantes de la technologie moderne qui ont émergé non seulement depuis des pays en développement, mais aussi fortement depuis les pays développés, constituent la base des préconisations en faveur d'un modèle alternatif de technologies. Par conséquent, la description de ces critiques doit servir d'introduction au concept de « technologie appropriée et respectueuse de l'environnement ».

Les diverses critiques formulées à l'encontre de la technologie moderne peuvent être classées en trois grandes catégories : (1) Environnement; (2) Économie; et (3) Social; mais le chevauchement entre ces catégories empêche une classification univoque. En outre, il est souvent difficile d'établir avec précision dans quelle mesure la technologie moderne est le seul facteur de causalité responsable des effets qui suscitent les critiques, et dans quelle mesure la structure sociale globale dans laquelle la technologie opère est en fait le facteur déterminant. De telles difficultés sont inévitables lorsque deux systèmes, tels que la technologie et la société, sont étroitement liés et interagissent fortement et de manière dynamique. De la sorte, à bien des égards, cette classification des critiques est essentiellement heuristique.

## 1.1 Les pays développés

### *Critiques sur l'environnement*

Les progrès prolifiques de la technologie moderne dans les pays développés ont conduit à des augmentations spectaculaires de la richesse, mais il a été affirmé que cette évolution n'a pas nécessairement abouti à un environnement plus favorable au bien-être physique et mental

de l'homme. En effet, avec le déploiement continu de la technologie moderne, le bien-être de l'être humain a été menacé par des niveaux croissants de pollution – pollution de l'air que l'on respire, de l'eau que l'on boit, de la nourriture que l'on mange, du calme dont on a besoin (au lieu de « l'enfer des décibels »), et de la beauté de la nature qui nous réjouit. Cette tragédie du progrès dans les technologies, associée à la détérioration de l'environnement naturel, est trop bien documentée pour qu'il soit nécessaire de la répéter ici. Il suffit de citer la série *Man's Home*<sup>8</sup> – « Les industries qui polluent le plus ont tendance à croître rapidement... Les nouvelles techniques de production qui polluent plus ont tendance à remplacer les méthodes de production plus anciennes et plus propres ». En même temps, la nature de ces technologies (leur échelle, leur demande en énergie, en eau, etc.) exerce une influence déterminante sur la structure et le fonctionnement des implantations humaines. En particulier, le gigantisme urbain est devenu de plus en plus prédominant; et avec lui, a suivi l'aggravation des stress psychologiques et des tensions sociales, jusqu'à ce que plusieurs métropoles célèbres se soient retrouvées avec un noyau de bidonvilles en décomposition, de criminalité et d'insécurité. Simultanément, ces villes géantes ont eu des impacts environnementaux majeurs dus à leurs demandes exorbitantes en eau, en énergie, en assainissement, en transport et en logements. Toute cette hyperactivité de production et de consommation a impliqué une échelle « d'exploitation des ressources naturelles » – selon l'expression révélatrice utilisée dans le langage courant – sans précédent dans l'histoire de l'humanité. Le mot « exploitation », qui décrit avec précision l'essence de la relation homme-nature implicite dans la

8. *Man's Home*, "Pollutants: poisons around the world", préparé avec la coopération du Secrétariat de la Conférence des Nations Unies sur l'Environnement, Stockholm, 1972, 19. NdT : La Conférence des Nations Unies sur l'Environnement, tenue à Stockholm du 5 au 16 juin 1972, est la première conférence mondiale consacrée à l'environnement, avant celle de Rio du 3 au 14 juin 1992. À Stockholm a été dressé le tout premier bilan des conséquences des activités humaines pour l'environnement à l'échelle du monde. Voir par exemple : Handl, G., « Environnement : les déclarations de Stockholm (1972) et de Rio (1992) », mai 2012, en ligne : <https://legal.un.org/avl/ha/dunche/dunche.html>

technologie moderne, sous-entend le contraire d'une gestion efficace des ressources. Il n'est pas étonnant que l'on s'alarme de la rapidité avec laquelle les ressources non renouvelables s'épuisent. Ce scénario a été illustré par d'innombrables exemples, notamment le pétrole et les minéraux. Cette mauvaise gestion, qui est considérée comme une caractéristique intrinsèque de la technologie moderne, s'étend également aux ressources renouvelables que sont l'air, l'eau et la terre. En bref, la technologie moderne a été critiquée parce qu'elle est fondée sur le principe selon lequel la nature est une source inexorable pour la satisfaction des besoins croissants de l'homme et un déversoir illimité pour ses déchets. Les technologies modernes ne se préoccupent pas explicitement de « la pleine et lourde responsabilité de gérer toutes les ressources humaines et naturelles de cette planète »<sup>9</sup>. Les effets de cette irresponsabilité sont déjà évidents dans la perturbation des équilibres écologiques finement ajustés de la nature par la pollution, l'utilisation inconsidérée des ressources, l'élimination ou la quasi-élimination de certaines espèces (les baleines bleues, par exemple), la destruction des forêts, etc. La question n'est pas celle de la valeur intrinsèque de la stabilité des écosystèmes, mais celle de l'inévitabilité des risques que la technologie moderne entraîne dans son sillage. Ces risques découlent du fait que les effets de ces technologies sont invariablement multiples, souvent incontrôlés et rarement prévisibles et prévus. En outre, la gravité des risques varie d'un risque relativement insignifiant, comme les accidents automobiles, jusqu'à des risques potentiellement catastrophiques telles que la guerre nucléaire généralisée ou la destruction des propriétés vitales de la biosphère. Certains de ces risques peuvent être cumulatifs, comme l'accumulation de déchets nucléaires ou de polluants optiques dans l'atmosphère, ou discrets, comme les accidents de génie génétique. En l'absence d'estimations détaillées de la probabilité du risque, on ne peut que deviner la forme d'une courbe *schématique* de distribution du risque (voir Figure 1).

9. *Ibid.*

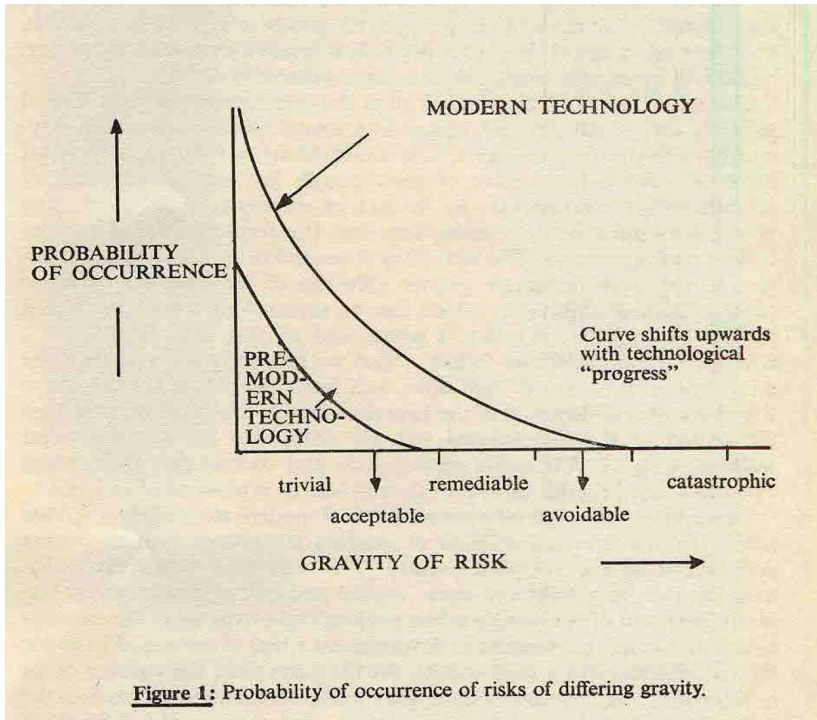


Figure 1. Probabilité de survenue d'un risque de gravité variable.

Deux remarques s'imposent au sujet de cette courbe : premièrement, le « progrès » de la technologie moderne tend à la déplacer vers le haut, de sorte que la fréquence probable d'occurrence de toutes les catégories de risques augmentera avec le temps, à moins que des options technologiques alternatives ne soient adoptées; deuxièmement, avant l'avènement de la technologie moderne, il y avait une probabilité pratiquement nulle de risques plus graves que l'acceptable.

Selon les critiques, ces diverses, mais délétères conséquences environnementales découlent des caractéristiques fondamentales suivantes de la technologie moderne :

1. La recherche d'économies d'échelle conduit à une taille toujours plus

grande des unités productives; et cette obsession de la production à grande échelle entraîne une augmentation constante de la perturbation des écosystèmes naturels par la localisation spatiale des sources de pollution et l'augmentation temporelle du taux d'émission et de rejet des polluants;

2. Ces gigantesques unités de production sont fortement interdépendantes en termes d'intrants et d'extrants, et elles imposent également des exigences strictes en matière d'infrastructures; ces unités doivent donc être agglomérées en petites zones d'industrialisation intense, ce qui oblige à concentrer des millions de travailleurs dans des métropoles surpeuplées qui présentent alors les problèmes environnementaux bien connus des établissements humains de taille excessive;
3. Le besoin constant de satisfaire les besoins de la consommation individuelle et de soutenir les grandes unités de production se traduit par une volonté constante de développer et de distribuer des produits de luxe, dont l'apparence et la forme changent sans cesse, mais dont la fonction et le contenu sont essentiellement similaires; cette obsession des techniques de production est la cause première du viol et de l'épuisement des ressources, du degré élevé d'obsolescence des produits et de la culture des objets jetables.
4. Le rôle majeur des objectifs militaires dans le développement de la technologie a eu pour conséquence que les arsenaux de nombreux pays développés sont remplis d'armes si terribles qu'elles peuvent détruire toute vie sur terre si elles sont utilisées;
5. L'intensité énergétique croissante de la technologie moderne conduit, d'une part, à une production d'énergie centralisée ayant un impact environnemental croissant et, d'autre part, à une prolifération imprudente dans l'utilisation des sources d'énergie, particulièrement les combustibles fossiles.

## *Critiques économiques*

Du point de vue économique, la principale critique à l'égard de la technologie moderne est qu'elle tend à amplifier les inégalités entre les pays, et à l'intérieur des pays (y compris les pays développés!). Ainsi, elle joue un rôle crucial en rendant l'inégalité récursive<sup>10</sup> et en l'augmentant avec le temps. L'argument qui sous-tend cette critique est qu'une inégalité dans la distribution du pouvoir d'achat entraîne une structure de la demande asymétrique, qui à son tour influence la technologie pour qu'elle réponde plus avidement aux besoins des riches tout en accordant une priorité moindre aux besoins de ceux qui exercent une demande plus faible. Le résultat est l'émergence de technologies de produits, de technologies de production et de technologies d'utilisation des ressources qui sont plus réactives et accessibles aux privilégiés qu'aux défavorisés. Et c'est ainsi que l'on arrive au prochain tournant de la spirale... l'inégalité accrue résultant de l'accès initialement inégal aux nouvelles technologies de production et d'utilisation des ressources stimule le développement d'autres avancées technologiques qui vont alors accentuer encore plus les inégalités.

La technologie a peut-être toujours joué ce rôle de division, mais dans le passé, les faibles niveaux de capital et d'intensité énergétique caractéristiques des technologies primitives ont facilité un accès pratiquement égal. En revanche, la technologie moderne, associée à une forte intensité de capital et d'énergie, tend à être intrinsèquement incompatible avec l'égalité d'accès.

Cet effet d'amplification des inégalités de la technologie moderne est devenu particulièrement évident dans la relation entre les pays développés et les pays en développement, laquelle a ses racines

10. NdT : Qui peut être répété théoriquement un nombre indéfini de fois par application de la même règle, par la voie d'un automatisme (<https://www.cnrtl.fr/definition/recursif>).



historiques dans l'ère de la domination d'exploitation des puissances impériales sur les colonies. Aujourd'hui, la technologie moderne est devenue le principal instrument permettant d'accroître les disparités entre ces deux groupes de pays et d'exacerber leur relation jusqu'à l'ordre économique international irrationnel et injuste. Cet ordre économique implique un « système de marché mondial... (qui) ... a continuellement fonctionné pour accroître le pouvoir et la richesse des (pays) riches et maintenir la privation relative des (pays) pauvres », selon la Déclaration de Cocoyoc<sup>11</sup>. Et, dans ce système de marché mondial, ceux qui contrôlent la technologie moderne acquièrent le pouvoir de dicter les prix. Ainsi, le volume des exportations du monde pauvre a augmenté d'un tiers au cours des vingt dernières années, alors que la valeur de ses exportations n'augmentait que de 4 %.

De plus, le développement et le contrôle de la technologie moderne sont aujourd'hui largement entre les mains des multinationales, qui proviennent des pays développés et qui souvent les représentent, mais qui profitent de plus en plus des indépendances nationales orientées par le profit et l'intérêt personnel, avec l'appui de leurs pays d'origine. La nécessité de brider ces multinationales et de réparer les inégalités et les injustices dans la relation entre les pays développés et les pays en voie de développement a conduit les nations pauvres du monde à demander

11. UNEP/UNCTAD Symposium, Cocoyoc, Mexico, 1974. NdT : La Déclaration de Cocoyoc a été diffusée au terme d'un colloque commun PNUE / CNUCED le 23 octobre 1974. Elle comprend une liste de propositions visant à mettre sur pied de nouvelles stratégies de développement ou « écodéveloppement » et de nouveaux modes de vie tenant compte des aspects environnementaux, sociaux et économiques du développement. Voir : <https://ise.unige.ch/isdd/spip.php?article52>

l'établissement d'un Nouvel Ordre Économique International<sup>12</sup>, mais cette demande n'a pas encore suffi à mettre en évidence le cordon ombilical qui existe entre l'ordre économique actuel et la technologie moderne.

Ce n'est pas comme si la technologie moderne n'avait pas eu un effet révélateur/grossissant concernant l'inégalité dans les pays développés également. On a fait valoir<sup>13</sup> que presque tous les pays développés ont leurs propres pauvres (qu'il s'agisse de minorités raciales, de travailleurs immigrés ou d'habitants d'une région arriérée), et que les disparités entre les riches et les pauvres dans les pays riches sont accentuées par les technologies modernes qui tendent à satisfaire les privilégiés. Les défavorisés sont donc « ¼ de laissés-pour-compte qui observent par procuration à la télévision comment vivent les ¾ de chanceux »<sup>14</sup>. Les effets sociaux de ce processus sont une autre question, qui sera abordée plus bas.

Deux autres critiques des conséquences économiques de la technologie moderne méritent d'être mentionnées. Premièrement, la technologie moderne a été conçue pour traiter des matières premières bon marché, qui sont pour la plupart importées des pays en développement. Elle a également été liée – comme nous l'avons déjà souligné – à des économies d'échelle, et a donc abouti au gigantisme d'unités de production à forte

12. Résolutions (3200 (S-VI) -3202 (S-VI) adoptées par l'Assemblée générale des Nations Unies lors de sa sixième session extraordinaire. NdT : La notion de NOEI résulte de deux résolutions de l'Assemblée générale des Nations Unies (ONU) du 1er mai 1974. Elle n'a pas réussi au cours de la décennie 1980, comme le souhaitaient les pays en développement, à faire prévaloir la reconnaissance d'un « droit au développement » ni à obtenir un système international de contrôle de l'activité des sociétés transnationales. Voir : Mahiou A., « La déclaration concernant l'instauration d'un Nouvel Ordre Économique International », en ligne : [https://legal.un.org/avl/ha/ga\\_3201/ga\\_3201.html](https://legal.un.org/avl/ha/ga_3201/ga_3201.html)
13. Série *Man's Home*, "The art of progress development and the environment", 11 : « tous les pays développés comprennent des zones géographiques, des classes sociales ou des secteurs économiques nettement sous-développés - souvent sous-développés en termes absolus et relatifs ».
14. Barbara Ward. NdT : Économiste britannique (1914-1981), corédactrice du rapport préparatoire à la Conférence des Nations unies sur l'environnement de Stockholm de 1972, *One Earth*, et considérée comme l'une des pionnières dans la définition de la notion de développement durable.

intensité de capital et d'énergie. Ces unités, en raison de leur taille, ne peuvent pas s'adapter à un arrêt soudain ou prolongé de l'approvisionnement en matières premières ou en énergie ni à une hausse importante des prix de ces produits. Ainsi, la technologie moderne a conféré aux industries basées sur cette technologie une vulnérabilité aux changements drastiques du commerce international. Pour la même raison, les industries sont également vulnérables aux perturbations internes, par exemple les grèves et le sabotage.

Deuxièmement, malgré l'efficacité économique apparente des unités de production basées sur la technologie moderne, il n'en reste pas moins que le calcul peut être trompeur, et que de nombreux coûts sont ignorés parce qu'ils sont externalisés et sont ou seront supportés par la société ou par les générations futures. Par exemple, une usine peut déverser ses déchets dans une rivière, laissant à un canton en aval le coût de la purification de l'eau; ou une mine peut réduire le coût de l'exploitation en travaillant les strates les plus riches ou les plus accessibles, même si une telle procédure entraîne des augmentations futures des coûts d'extraction qui ne sont pas prises en compte dans le calcul actuel de ces coûts.

Les critiques économiques exposées ci-dessus ont réitéré un point qui émergeait des critiques environnementales : la tendance de la technologie moderne à établir des unités de production de plus en plus grandes au nom de la « réduction des coûts unitaires » entraîne un certain nombre de conséquences fâcheuses. En outre, il apparaît que l'intensité capitaliste et énergétique de la technologie moderne, ainsi que l'orientation de la technologie-produit vers les biens de luxe destinés à la consommation privée, lui confèrent la caractéristique hautement indésirable d'accroître les inégalités économiques dans et entre les pays, ainsi que d'accroître les disparités entre les riches et les pauvres.

## *Critiques sociales*

La tendance de la technologie moderne à répondre aux besoins des riches et à accentuer les inégalités s'est avérée être une force de division et de perturbation dans les sociétés des pays développés. En refusant aux plus démunis l'accès à des bienfaits constamment annoncés, et en les obligeant à vivre au plus près de désagréments tels que la pollution, la technologie moderne aggrave leur sentiment de dépossession. Les tensions sociales qui en découlent constituent un terreau idéal pour la violence. Et lorsque ces personnes sont également contraintes par la technologie des transports et des établissements humains de se concentrer dans des bidonvilles centraux, la ville entame un processus de décadence qui s'étend vers l'extérieur du centre. « Le début du siècle pourrait voir une désintégration totale dans de nombreuses villes du monde déjà en difficulté »<sup>15</sup>.

Pour aggraver la situation, la technologie de production moderne a poursuivi sans relâche les économies dites de production de masse et d'automatisation. Ce faisant, elle a généré un modèle très asymétrique de demande de compétences, dans lequel seuls quelques-uns sont tenus de posséder un haut degré de capacité intellectuelle et de compétences manuelles, alors que le strict minimum d'intelligence et de dextérité est attendu de la vaste majorité de la force de travail. Pour cette majorité, « le travail mécanique, monotone, abrutissant, destructeur d'âme est une insulte à la nature humaine, ce qui doit nécessairement et inévitablement produire soit l'évasion, soit l'agression »<sup>16</sup>.

15. « Exploding Cities Conference », Oxford, 1974.

16. E. F. Schumacher, *Small is Beautiful*, 1973. NdT : Ernst Friedrich Schumacher (1911-1977), économiste germano-britannique, célèbre pour sa critique des économies occidentales et sa proposition de technologies à échelle humaine, décentralisées et appropriées. Voir : <https://centerforneweconomics.org/envision/legacy/ernst-friedrich-schumacher/>

L'exclusion réussie de l'artisanat et de la créativité du travail dans les usines basées sur la technologie moderne entraîne une séparation nette entre le travail et les loisirs, et facilite la diffusion de la technologie du divertissement automatisé, où les participants sont remplacés par des spectateurs.

Le tableau n'est pas beaucoup plus rose à l'autre extrémité de l'échelle des revenus. La technologie des produits modernes est spécifiquement conçue, d'une part, pour répondre et, d'autre part, pour évoquer et stimuler les demandes des privilégiés du pouvoir d'achat. Le résultat est la prolifération de produits de luxe pour la consommation individuelle et la génération de styles de vie excessivement axés sur la consommation. Mais « l'homme a une capacité limitée d'absorption des biens matériels. Cela ne nous aide pas de produire et de consommer toujours plus si le résultat est un besoin toujours plus grand de tranquillisants et d'hôpitaux psychiatriques »<sup>17</sup>. Un autre résultat est la mode et le suivi servile des entrepreneurs-vendeurs de « paix » et de « félicité » venus d'Orient<sup>18</sup>.

L'accent mis sur une technologie de produit pour la consommation individuelle associée à une technologie de production dans laquelle les machines jouent un rôle dominant a conduit – selon les critiques – à l'aliénation des hommes les uns par rapport aux autres et par rapport à leur travail. Et « ... (ainsi) vous avez un autre type de pauvreté. Une pauvreté de solitude et de non-désir, une pauvreté d'esprit, et c'est la pire des maladies dans le monde d'aujourd'hui »<sup>19</sup>. Pas étonnant que « la moitié

17. UNEP/UNCTAD, Symposium, Cocoyoc, Mexico, 1974.

18. NdT : Scientifique originaire d'Inde, parfaitement acculturé à la grande diversité de l'offre philosophico-religieuse qui caractérise le pays, Reddy porte ici une pointe contre la mode des maîtres à penser et autres « gourous », sensible notamment au moment de la rédaction du texte. Le groupe pop mondialement célèbre *The Beatles* incarnera particulièrement, avec son séjour au nord de l'Inde au printemps 1968, cette démarche et certaines polémiques qui y seront associées. Voir notamment : [https://fr.wikipedia.org/wiki/Séjour\\_des\\_Beatles\\_en\\_Inde](https://fr.wikipedia.org/wiki/Séjour_des_Beatles_en_Inde)

19. Mère Teresa de Calcutta, citée dans "Study and Action Pack for World Development".

des lits d'hôpitaux en Europe et en Amérique du Nord soient occupés par des malades mentaux et psychiatriques »<sup>20</sup>. « On est obligé de conclure que du point de vue de l'expansion matérielle moderne, le jeu n'en vaut pas la chandelle, et qu'en fin de compte il ne peut que produire un état de choses qu'aucun individu ne sera capable de supporter »<sup>21</sup>.

En même temps, se profile à l'arrière-plan l'équation technologie-puissance. Les nations et les groupes qui contrôlent la technologie moderne disposent d'un pouvoir d'une ampleur inégalée dans l'histoire de l'humanité, un pouvoir qui a souvent été utilisé contre des majorités et à des fins douteuses. En outre, le spectre des technologies de communication de masse, de persuasion de masse, de surveillance, et de coercition armée, a produit des visions dignes du roman de Georges Orwell 1984 mais devenues réalités. Et les inégalités intrinsèques dans l'accès à la technologie ont conduit inévitablement à des disparités dans l'accès au pouvoir. Ainsi, la technologie moderne fait que l'objectif de contrôle social sur les directions du changement social s'éloigne dans le lointain.

Ces critiques sociales de la technologie moderne dans le contexte des pays développés proviennent de :

1. Son intensité capitaliste et sa réactivité aux demandes de bien-être, lesquelles, ensemble, ont un effet dépossédant sur celles et ceux qui ne peuvent pas satisfaire avec leur propre pouvoir d'achat le désir de ses avantages;
2. Ses technologies de logement et de transport, qui ont tendance à être orientées vers les consommateurs privés riches, et concentrent les pauvres et les démunis dans des bidonvilles inévitablement repoussés vers les centres des grandes villes;
3. L'accent mis par les technologies de production modernes sur la

20. Erik Damman, "Future in Our Hands".

21. Sigmund Freud, cité dans "Study and Action Pack for World Development".

production de masse et l'automatisation, lesquelles génèrent de l'aliénation à travers la routine rigide du travail et des « loisirs »;

4. La tendance incessante de la technologie moderne à bombarder de nouveaux produits des acheteurs rassasiés, laquelle conduit à la dévalorisation du plaisir de ce qui est simple, peu coûteux et impalpable, à détruire l'attrait et à le remplacer par la consommation de ce qui est élaboré, ostentatoire et matériel, ce qui signifie que la technologie moderne fait surgir directement des modes de vie obsédés par la consommation qui génèrent des profits pour les producteurs, mais rarement la paix et le contentement pour les consommateurs;
5. La préoccupation pour les technologies militaires qui confèrent à ceux qui contrôlent ces technologies une part disproportionnée dans l'exercice du pouvoir – qu'il s'agisse du pouvoir de coercition externe de pays récalcitrants ou de contrôle interne de groupes dissidents.

## 1.2 Pays en développement

### *Critiques sur l'environnement*

On ne s'attend pas à ce que les effets environnementaux de la technologie moderne soient aussi graves dans des pays émergents, qui ne sont pas aussi fortement industrialisés que ceux évoqués précédemment. Cependant, cette supposition ne se vérifie pas dans la réalité. En effet, l'industrialisation de la plupart des pays en développement a été fondée sur l'importation de technologies modernes, qui, du fait de leur forte intensité en capital et en énergie, gravitent vers les régions où ces capitaux et cette énergie sont les mieux rassemblés, c'est-à-dire les métropoles urbaines. On observe donc de grandes concentrations de technologie moderne dans les villes, et dans ces territoires limités l'intensité de l'industrialisation peut être du même ordre que dans les

pays développés. En conséquence, de telles concentrations urbaines de technologie moderne présentent souvent des niveaux de pollution aussi élevés que dans les pays développés.

Dans certains cas, les niveaux de pollution sont même plus élevés que dans les pays développés, car non seulement il y a beaucoup moins de militantisme et d'activisme contre la dégradation de l'environnement, mais il se peut en fait que l'on considère que « tous les (débats sur les) problèmes environnementaux peuvent... être des menaces potentielles au... développement national »<sup>22</sup> et que les pays en développement « ne doivent pas et ne se laisseront pas détourner des impératifs du développement et de la croissance économiques par le rêve illusoire d'une atmosphère sans fumée ou d'un paysage vierge de toutes cheminées... »<sup>23</sup>. De tels points de vue rappellent une déclaration vieille d'un siècle des pays, aujourd'hui pollués, et alors en voie d'industrialisation : « La fumée est un signe de travail... C'est pourquoi nous sommes fiers de notre fumée »<sup>24</sup>.

Le point de vue selon lequel la dégradation de l'environnement est une étape nécessaire et inévitable du développement peut être critiqué à deux égards. Premièrement, il implique l'hypothèse discutable que le développement doit inévitablement suivre la voie empruntée par les pays développés et impliquer le déploiement de technologies modernes; deuxièmement, il ne tient pas compte du fait que les habitants pauvres des pays en développement sont plus affectés par la pollution en raison de leur niveau de nutrition et de santé beaucoup plus faible. Par conséquent, les personnes défavorisées des pays pauvres peuvent encore moins supporter la pollution que les personnes en meilleure santé et mieux nourries des pays riches.

22. Série *Man's Home*, "The art of progress development and the environment", 1972, 7.

23. *Ibid.*, 8.

24. *Ibid.*, 8.



En outre, l'absence ou la faiblesse des mouvements environnementaux dans les pays en développement permet à de nombreuses technologies modernes basées sur les ressources végétales ou minérales de la région d'utiliser ces ressources de manière irrationnelle et de les gaspiller. De graves effets sur l'environnement s'ensuivent, par exemple, des usines de tissus type « rayonne », qui dépouillent une région entière de ses forêts de bambous. Ce type de gaspillage des ressources peut également résulter d'un autre effet de l'introduction de la technologie moderne dans les pays en développement. Cet effet découle de la création de marchés urbains pour les produits ruraux qui, dans le sillage de l'appauvrissement rural, bouleversent les traditions écologiques de gestion des ressources<sup>25</sup>. Un exemple révélateur de ce processus est la manière dont les marchés urbains du charbon de bois ont conduit et continuent de conduire à une déforestation, une érosion des sols et une désertification rapide, ainsi que la manière dont la demande des métropoles pour des cultures de rente a eu pour conséquence de soustraire des terres aux cultures vivrières.

Enfin, l'introduction des technologies modernes dans les pays en développement a également été considérée comme directement responsable, à travers l'appauvrissement des campagnes, la migration massive vers les villes et l'urbanisation incontrôlée, des bidonvilles et habitats précaires qui sont devenus des problèmes majeurs du point de vue des implantations humaines et de l'environnement<sup>26</sup>.

25. NdT : La problématique ici évoquée précocement par Reddy a été bien documentée désormais, notamment par l'anthropologue nord-américaine Anna Lowenhaupt Tsing au travers de la notion de « zones-frontières du capitalisme » et l'exemple de la collecte du rotin (Rotang) dans les forêts du Kalimantan/ Bornéo : *Frictions. Délires et faux-semblants de la globalité*, La Découverte, 2020 (traduction de *Friction: An Ethnography of Global Connection*, Princeton University Press, 2005), p. 294 et ss.

26. NdT : La problématique ici évoquée précocement par Reddy s'est malheureusement pour partie confirmée au cours des 30 années suivantes. Voir par exemple : Davis Mike, *Le pire des mondes possibles. De l'explosion urbaine au bidonville global (Planet of Slums)*, La Découverte, 2006.

Un autre effet environnemental de la technologie moderne dans les pays en développement est indirect. Il se produit parce que, comme nous l'avons déjà dit, ce modèle technologique accentue les inégalités et relie ainsi la richesse/bien être et la pauvreté dans une relation de cause à effet. La conséquence est la perpétuation du sous-développement. Et les « ... maux environnementaux des pays en voie de développement sont principalement enracinés dans la pauvreté et le sous-développement »<sup>27</sup>. À titre d'exemple : les plus pauvres dans l'échelle de la propriété foncière de ces pays exploitent souvent leurs terres limitées de manière si intensive qu'ils provoquent l'érosion des sols et la déforestation, alors que leurs homologues dans les villes établissent des colonies d'habitats précaires sur les terres les plus précieuses des zones centrales des grandes villes.

Ainsi, les critiques des conséquences environnementales de la technologie moderne dans les pays en développement suivent une perspective fondamentalement similaire à celles des pays développés. Cependant, une dimension supplémentaire découle du rôle de la technologie moderne – voir section 2.6 (b) – avec l'appauvrissement des campagnes. Cela a pour conséquence, tout d'abord, de mettre en route un exode incessant vers les villes, qui ne peuvent ensuite faire face aux problèmes environnementaux qui en résultent et, d'autre part, de bouleverser les manières traditionnelles saines de gestion de l'espace rural.

### *Critiques économiques*

La critique la plus importante à l'égard de l'implantation de la technologie moderne dans un pays en développement est qu'elle déclenche une chaîne de conséquences, la première étant l'effondrement des industries

27. Maurice Strong.

rurales traditionnelles. En conséquence, de nombreuses professions traditionnelles dans les campagnes cessent d'exister, et un grand nombre de personnes se retrouvent sans emploi. Le problème est ensuite aggravé par le fait que les industries urbaines sont basées sur une technologie moderne importée, laquelle du fait de sa forte intensité en capital et de son faible besoin en main-d'œuvre restreint l'augmentation de l'emploi par unité d'investissement. Puisque le chômage aggrave la pauvreté, et puisque c'est seulement l'emploi aux niveaux élevés du secteur moderne à forte intensité de capital qui permet l'entrée sur le marché des produits de luxe produits par l'industrie moderne, le fossé entre les riches et les pauvres se creuse. Les technologies de la consommation modernes sont de plus en plus gourmandes en énergie, et l'incapacité des pauvres à entrer sur le marché de l'énergie commerciale accentue les disparités. Et ainsi, on observe le phénomène bien connu dans les pays en voie de développement, des inégalités qui s'accroissent avec l'industrialisation croissante sur la base de la technologie moderne. De plus, l'appauvrissement rural entraîne une migration massive croissante vers les centres métropolitains. Cela aggrave le problème des bidonvilles, qui sont les plaies infectées d'une incroyable pauvreté qui contrarie les meilleures intentions des urbanistes.

Simultanément, les modes de vie traditionnellement simples et apaisés succombent devant l'assaut des modes de vie axés sur la consommation, stimulée et entretenue par la technologie moderne. La demande pour un nouveau mélange de produits est créée, et ce mélange de produits a invariablement un contenu d'importation plus élevé que les biens traditionnels de consommation de masse qui sont généralement basés sur des ressources locales. Ainsi, la situation de la balance des paiements des pays en développement s'aggrave au fur et à mesure de l'industrialisation moderne. Dans le même temps, l'importation de technologies modernes exige le paiement de frais techniques, de redevances, de droits d'auteur, de services d'experts et de droits de licence, etc. Et avec le progrès

continu de la technologie moderne, le nombre de paiements pour l'importation de la technologie ne cesse d'augmenter. Avec la dépendance technique croissante, l'autonomie est de plus en plus compromise.

Ainsi, l'industrialisation sur la base de la technologie moderne a été critiquée parce qu'elle consiste généralement en un ensemble de mesures impliquant, d'une part, l'accroissement des disparités de revenus, l'augmentation du chômage, l'appauvrissement rural, l'exode vers les bidonvilles urbains, et d'autre part, l'augmentation de la facture des importations, l'aggravation des crises de la balance des paiements, l'augmentation de la dépendance technique, la diminution de l'autosuffisance et la dépossession de l'objectif du développement.

En dernière analyse, cet accord global provient du fait que la technologie moderne à forte intensité de capital et permettant d'économiser de la main-d'œuvre est fondamentalement incompatible avec les facteurs structurels caractéristiques de la plupart des pays en développement, à savoir une pénurie de capitaux et une abondance de main-d'œuvre. La situation est aggravée par deux autres caractéristiques de la technologie des pays développés : premièrement, cette technologie repose sur une base de ressources mondiales plutôt que sur des ressources disponibles localement, et par conséquent, un pays en développement qui adopte cette technologie doit nécessairement importer de nombreuses matières premières; deuxièmement, le parti pris délibéré de cette technologie de satisfaire la demande des élites a pour double effet d'exacerber les disparités de consommation et d'accroître les importations. En bref, le contenu de ce « paquet technique global » rend la technologie moderne incompatible avec le développement.

C'est la prise de conscience de ces dures réalités qui a poussé les groupes locaux et nationaux des pays en développement et des pays développés, ainsi que de nombreuses organisations internationales, à préconiser une stratégie alternative de développement basée sur un schéma de technologies différentes de la technologie moderne.

## *Critiques sociales*

D'autres critiques à l'encontre de la technologie moderne découlent des effets sociaux qu'elle produit dans les pays en développement. Ces critiques portent sur deux processus principaux : (1) la désintégration des formes d'organisation sociale établies qui ont été entrelacées au cours des siècles avec les anciens modes de production; et (2) la génération d'une société duale comprenant des îlots urbains de richesse au milieu de vastes océans de pauvreté rurale<sup>28</sup>.

Le bouleversement des formes sociales traditionnelles résultant des changements drastiques des modes de production induits par la technologie moderne a eu un effet significatif sur les familles (par exemple la tendance à s'éloigner de la famille élargie et de son type de « sécurité sociale » au profit de la famille nucléaire), sur les structures d'autorité (par exemple le remplacement des anciens du village par des entrepreneurs alphabétisés), sur les traditions d'autosuffisance des villages (par exemple la force de l'auto-assistance collective cédant le pas à la faiblesse de la dépendance vis-à-vis des agences d'aides et de développement externes), sur les mœurs sociales (par exemple le remplacement de l'acceptation de son sort par la cupidité et le goût de l'argent), et ainsi de suite. Il ne s'agit pas ici de suggérer que tout était parfait dans les anciennes formes sociales, mais que la plupart du temps le « bon » qui pouvait s'y trouver a été rejeté en même temps que le « mauvais », et que la modernisation (habituellement assimilée à l'occidentalisation) n'est pas nécessairement propice à l'harmonie sociale et à la sérénité individuelle.

28. NdT : Sur cette image, qui revient à plusieurs reprises sous la plume de Reddy, voir note 15 du texte « La fabrication d'un scientifique soucieux de la société : réflexions personnelles d'un franc-tireur » dans le présent ouvrage.

La dissolution de la société traditionnelle par le processus de modernisation est associée à la polarisation en une société duale : une société, principalement urbaine, des 10 à 20 % de la population les plus riches, et une société des 80 à 90 % les plus défavorisés, composées principalement des pauvres des campagnes, mais aussi des habitants des bidonvilles urbains. L'élite contrôlant en grande partie le mécanisme de prise de décision politique, la « politique » devient l'équivalent de querelles entre diverses sections de cette élite<sup>29</sup>. L'économie de marché, les services sociaux et le système éducatif sont presque entièrement dominés par l'élite, laissant les pauvres (en particulier les 50 % les plus pauvres) dans une pauvreté abjecte en ce qui concerne les biens, services et connaissances essentiels. Il a été dit que cette polarisation est la conséquence de toutes les technologies modernes de production de biens ou de services (par exemple dans les domaines de la santé, du transport, de l'éducation), lesquelles ne sont accessibles qu'à ceux qui ont un pouvoir d'achat, ce qui rend toutes ces technologies modernes, par conséquent, intrinsèquement élitistes.

La polarisation de la société d'un pays en développement en une société duale, avec une petite élite aisée, avide, consommatrice et centrée sur la ville, qui puise ses idées, ses valeurs et son style de vie dans les pays développés, et un grand nombre de pauvres exclus du cercle de la production et de la consommation par le manque d'emploi et de pouvoir d'achat, est une situation fondamentalement instable. C'est un terrain fertile pour la montée du sentiment d'aliénation, des tensions et des agressions. L'instabilité est amplifiée par l'exposition constante à l'abondance écrasante de l'élite qui pratique ostensiblement une philosophie qui peut se résumer ainsi : « Tout ce qui est rural est mauvais,

29. NdT : Cette approche de l'arène politique, y compris démocratique, comme espace de compétition entre des fractions des élites, n'est aucunement propre à Reddy et a été particulièrement développée par les analyses sociologiques américaines des « transitions démocratiques ». Voir par exemple l'introduction du texte : Nord Philip G., « Les origines de la Troisième République en France (1860-1885) », *Actes de la recherche en sciences sociales*, vol. 116-117, mars 1997, 53-68.

tout ce qui est urbain est meilleur, et tout ce qui est étranger est le meilleur ». Plusieurs questions évidentes s'ensuivent : « Pouvons-nous rationnellement supposer que (les pauvres) accepteront un monde 'mi-esclave, mi-libre', à moitié immergé dans le plaisir de la consommation, à moitié privé du strict minimum pour vivre? Pouvons-nous espérer que la protestation des dépossédés n'éclatera pas en conflits locaux et en troubles croissants? »<sup>30</sup> Si la participation sociale et le contrôle de l'avenir ne peuvent prendre des formes pacifiques, ils ne peuvent que déboucher sur des explosions de violence.

Ces effets sociaux potentiellement explosifs de la technologie moderne proviennent principalement de l'incompatibilité de ce type de technologie avec les facteurs fondamentaux d'un pays en développement. Les demandes exorbitantes que ces technologies font peser sur les rares ressources en capital et en énergie ont pour résultat inévitable de développer des enclaves urbaines au détriment des campagnes, et c'est cette anomalie de développement qui est la base causale de la polarisation en une société duale. Dans le même temps, l'absence de lien d'évolution entre les technologies modernes et traditionnelles conduit à la destruction des industries rurales traditionnelles, et donc à l'altération du tissu de la vie sociale. Ce type de dommage est aggravé par la tendance consubstantielle de la technologie moderne à satisfaire et à stimuler des modes de vie calqués sur ceux qui prévalent dans les pays développés. Or le caractère intrinsèquement amplificateur des inégalités propre à ces technologies signifie qu'elles ne peuvent être accessibles qu'à une élite. Et de la sorte, la technologie moderne répand le désir de styles de vie riches en même temps qu'elle limite à une petite élite les moyens de satisfaire véritablement ces désirs stimulés, et qu'elle jette ainsi les bases de l'aliénation et du conflit social.

30. *Only One Earth*, *op. cit.*, voir note 11.

## 2. Une technologie appropriée et respectueuse de l'environnement

La tempête de critiques à l'encontre de la technologie moderne s'est traduite par un nombre croissant d'appels et de demandes pour un nouveau modèle de technologies, et donc à une prolifération de nouveaux termes pour les désigner. Outre les technologies « alternatives », « appropriées » et « intermédiaires », certains des autres termes adjectivaux utilisés sont « douces », « humaines », « libératrices », « rationnelles », « équilibrées », « conviviales », « prudentes », « radicales », « réductrices des inégalités », « populaires », « progressives », « utopiques », « écologiques / respectueuses de l'environnement », « basses (*low*) et sans déchets ». Cette abondance de jargons peut générer un embarras (de richesse terminologique!), car les différents termes diffèrent dans les caractéristiques retenues et considérées comme essentielles pour contraster avec les technologies modernes; et plus encore parce que l'ensemble complet des caractéristiques associées à chaque terme est difficile à identifier entre déclarations explicites et opinions implicites à découvrir entre les lignes.

Un examen minutieux des différents termes montre cependant que la plupart d'entre eux se répartissent en trois grandes catégories :

1. celles dans lesquelles les objectifs économiques prédominent;
2. celles dans lesquelles les préoccupations environnementales sont cruciales; et
3. celles où les objectifs sociaux sont mis en avant.

Malheureusement, certains de ces termes n'ont jamais été clairement définis; et d'autres peuvent avoir été définis d'une certaine manière, utilisés d'une autre manière et compris d'une troisième manière encore. En outre, la « visée » proposée par ces divers termes est très différente. Si



certains envisagent la réalisation d'objectifs transitoires limités, d'autres, avec une grandeur utopique, cherchent à atteindre tous les objectifs imaginables et donc à « ne jamais faire un pas de côté ».

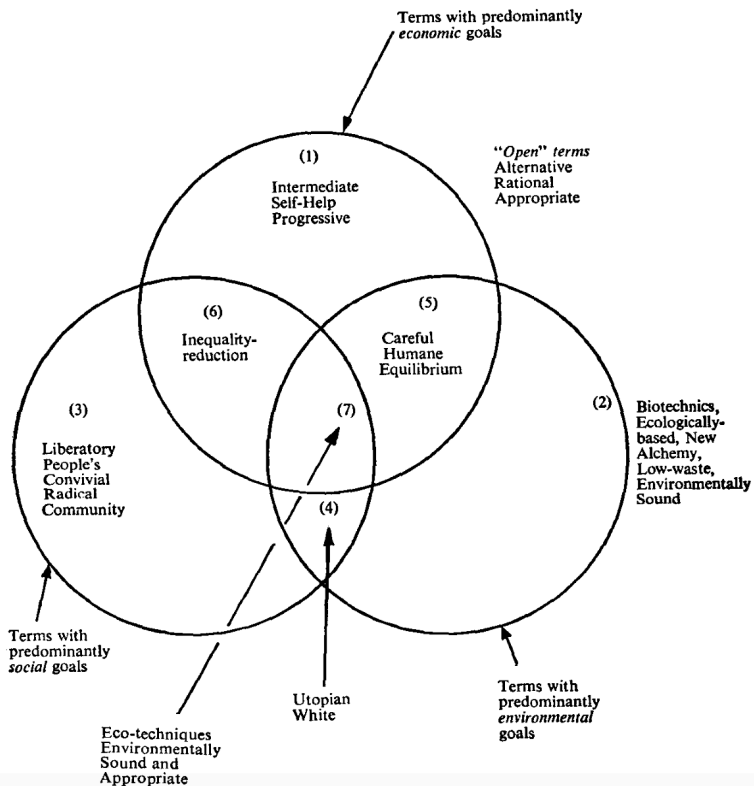
Plus important encore, les trois grandes catégories d'objectifs peuvent en partie se chevaucher et en partie se contredire, et c'est pourquoi il est préférable de les présenter sous la forme d'un diagramme de Venn (Figure 2<sup>31</sup>).

Heureusement, il n'est pas nécessaire d'entrer dans le borbier de la terminologie, car, malgré les nombreuses différences d'accentuation, de priorisation et de stratégie, il existe un « noyau mobile » d'accord sous-jacent aux différents termes. En particulier, il s'agit de l'accord selon lequel les technologies doivent être choisies en tenant compte des objectifs environnementaux, économiques et sociaux.

Il existe également un large domaine d'accord implicite concernant ces objectifs : l'harmonie avec l'environnement, la réduction des inégalités (entre et au sein des pays), ainsi que la participation et le contrôle par les populations sont le cœur des objectifs environnementaux, économiques et sociaux. Tout cela est tout à fait en accord avec les trois principes directeurs contenus dans le rapport Dag Hammarskjöld de 1975, à savoir l'harmonie avec l'environnement, l'orientation vers les besoins et l'autosuffisance endogène<sup>32</sup>.

31. NdT : Nous reproduisons cette figure pour son intérêt méthodologique, mais sans chercher à traduire les termes qui s'y trouvent, lesquels sont marqués par le contexte historique et anglo-saxon. Ainsi par exemple le terme actuel et plutôt peu employé en anglais de "décroissance" (*degrowth*), n'est-il pas présent. Mais il pourrait, selon les interprétations, être placé en (7) ou (4). De même les usages français de "low-tech" seraient-ils en (4), la "permaculture" en (2) ou (5), les "AMAP" selon la définition originelle en (6), les "monnaies solidaires" en (1), etc.
32. NdT : Dag Hammarskjöld (1905-1961), diplomate suédois, secrétaire général de l'ONU (1953-1961) mort assassiné, prix Nobel de la Paix à titre posthume. Il est ici fait allusion au rapport *Que faire : un autre développement*, présenté à l'occasion de la 7ème session spéciale de l'Assemblée générale de l'ONU du 1er au 12 septembre 1975 : <http://www.daghammarskjold.se/wp-content/uploads/2016/07/What-Now-1975.pdf>

**Figure 2** Terminology of new technologies



Cette orientation est tout à fait conforme à la vision du PNUE sur la relation entre l'environnement et le développement. Selon cette vision, la relation entre l'environnement et le développement est inévitable, intime et inséparable. Si les préoccupations se limitent aux seuls objectifs de développement et que le contexte environnemental de la société n'est pas pris en compte, la détérioration de l'habitat qui en résulte entraîne une dévalorisation indirecte, néanmoins sérieuse, de ces mêmes objectifs. Ainsi, si les considérations environnementales sont ignorées, le développement ne peut être soutenu à long terme, et les objectifs de développement sont mis en péril.

Il y a aussi un autre côté de la médaille. Si l'on ne se préoccupe que de l'environnement physique, et que la société qui poursuit ses objectifs et ses efforts dans ce milieu est oubliée, les disparités économiques qui prévalent entre les pays et à l'intérieur de ceux-ci peuvent conduire à une situation où tant les riches que les pauvres spolient la nature. Les nantis l'endommagent souvent par une consommation irrationnelle et gaspilleuse, tandis que les pauvres doivent parfois assurer leur survie même à ses dépens. Tant le luxe que la pauvreté peuvent entraîner des conséquences environnementales indésirables. Ainsi, si l'émergence économique et sociale est délaissée, l'environnement naturel est mis en danger.

C'est cette vision du lien entre l'environnement et le développement qui a conduit à une nouvelle formulation des objectifs de l'émergence économique et sociale. Selon cette reformulation, le développement doit être orienté principalement vers :

- a) la satisfaction des besoins humains fondamentaux (matériels et immatériels), en commençant par les besoins des plus démunis, afin de parvenir à une réduction des inégalités entre les pays et à l'intérieur de ceux-ci;
- b) l'autonomie et l'autosuffisance endogène afin de promouvoir la participation et le contrôle social; et
- c) la solidité écologique en vue d'atteindre l'harmonie avec l'environnement et de rendre le développement durable à long terme.

Cette vision de l'émergence économique et sociale est fondamentalement différente de celle qui assimile le développement à la croissance. Elle est axée sur les êtres humains, plutôt que sur les seuls biens et services. Elle se préoccupe principalement de la qualité de la vie, et pas seulement de la quantité de biens et de services. Elle est délibérément orientée vers les plus démunis, au lieu d'espérer que les bénéfices de la croissance

ruissent automatiquement et spontanément jusqu'aux défavorisés<sup>33</sup>. Car non seulement la croissance (et l'ampleur du Produit National Brut – PNB) sont-elles d'une importance capitale, mais également la structure et les bénéfices de la croissance (donc la composition et la distribution du PNB).

Cette conception du développement a une portée et une validité mondiales. Elle s'applique aussi bien aux pays industrialisés qu'aux pays en voie de développement, bien que les priorités et les programmes précis de ces deux catégories de pays soient, évidemment, profondément différents. Ainsi, les pays industrialisés, qui ont déjà satisfait les besoins matériels vitaux de leurs populations, ont-ils des missions de développement majeures concernant les besoins non matériels; tandis que les pays en émergence doivent nécessairement mettre l'accent sur la satisfaction des besoins élémentaires minimaux tels que la nourriture, l'habillement, le logement, la santé, l'éducation et l'emploi.

La réalisation des objectifs de développement différenciés des pays industrialisés et des pays en développement exige l'établissement d'un Nouvel Ordre Économique International, car seule une régulation internationale ordonnée peut rendre ces divers objectifs compatibles les uns avec les autres.

C'est dans ce contexte que la technologie a un rôle essentiel à jouer, car elle est l'instrument le plus important pour introduire le respect de l'environnement et pour atteindre les objectifs socio-économiques. Toutefois, pour que la technologie puisse jouer ce rôle, il est essentiel que,

33. NdT : Reddy emploie clairement l'expression « will automatically and spontaneously trickle down to the under-privileged », laquelle renvoie à un débat redevenu intense à la fin des années 2010 sur les dites « théories du ruissèlement ». La notion a été fortement réinsérée dans le débat public en France par le président Emmanuel Macron après 2017. Voir par exemple : <https://www.cairn.info/revue-projet-2019-1-page-92.htm>

non seulement la sélection des techniques (parmi celles disponibles), mais également que leur création et leur mise au point soient reliées au Nouvel Ordre Économique International.

En fait, il existe une inquiétude généralisée concernant le fait que de nombreuses technologies actuellement créées et utilisées dans diverses parties du monde ne sont pas satisfaisantes. Ce n'est pas seulement parce que ces technologies font une utilisation insuffisante des ressources et caractéristiques locales (ce qui est la formulation habituelle de cette préoccupation), mais aussi parce que leur impact sur l'environnement est souvent très désagréable et indésirable, et qu'elles sont associées à de nombreux effets sociaux qui ne sont pas considérés comme bienvenus. En outre, il est parfois avancé que ces technologies sont liées de manière ombilicale à l'ancien ordre économique international entre pays développés et pays en développement, ainsi qu'aux sociétés duales dans lesquelles de nombreux pays émergents se trouvent polarisés.

Ce sont ces préoccupations qui conduisent à définir les « technologies appropriées et écologiquement rationnelles » comme : ces technologies qui, en général, font progresser le développement et le Nouvel Ordre Économique International (NOEI) et qui, en particulier, favorisent les objectifs de l'émergence économique et sociale tels que décrits ci-dessus. Dans la mesure où ces objectifs s'appliquent à l'ensemble du monde, le concept de « technologies appropriées et écologiquement rationnelles » a une validité mondiale. Mais ce qui est « approprié » dans les pays développés ne l'est pas nécessairement dans les pays en développement, et vice versa, et ce qui est « approprié » pour un pays en émergence ne l'est pas nécessairement pour un autre.

Finalement, l'extrême urgence et l'importance du développement et du NOEI font de la méthodologie de sélection des technologies appropriées et respectueuses de l'environnement une question de la plus haute priorité et gravité.

### 3. Quelques précisions conceptuelles

Bien que la clameur pour le déploiement de technologies appropriées/alternatives/intermédiaires ait enflé au cours des deux dernières décennies, le concept de « technologies appropriées et respectueuses de l'environnement » est d'origine récente. Il n'est donc pas surprenant que ce concept ait parfois suscité des appréhensions imprévues. Des éclaircissements sont ainsi nécessaires.

Au départ se trouvent les problèmes sémantiques posés par le mot « approprié », lequel n'acquiert de sens que si l'on précise « approprié à quoi ou à qui? ». Trop souvent, la seule préoccupation est la pertinence ou l'adéquation technique en regard des dotations en capital et en force de travail d'une région ou d'un pays, mais cette vision purement économique renvoie à une théorie étroite, restrictive et unidimensionnelle du caractère « approprié »<sup>34</sup>. En revanche, l'évaluation de l'adéquation technique du point de vue des objectifs de développement requiert une vision tridimensionnelle dans laquelle les perspectives environnementales et sociales ne sont pas moins importantes que la dimension économique.

On a parfois supposé que les arguments en faveur de technologies appropriées et respectueuses de l'environnement, en particulier pour les pays en développement, étaient construits sur un rejet de l'industrie et de l'industrialisation. Rien ne pourrait être plus éloigné de la vérité. En fait, il va de soi que l'industrialisation est essentielle pour répondre aux besoins fondamentaux de populations croissantes. L'argument en faveur des technologies appropriées repose sur l'essor de productions, de modèles et de formes d'industrialisation qui feront progresser le type d'émergence économique et sociale décrite dans le présent document.

34. NdT : La revue *Appropriate Technology* est lancée à Londres au début de 1974 par l'association créée par E. F. Shumacher. Son principe de sélection des techniques est « qu'elles doivent aider les communautés pauvres à s'aider elles-mêmes ».

Il est implicite dans une telle vision qu'il faudra beaucoup apprendre du processus d'industrialisation des pays développés. Mais, ce processus – il faut le noter – comprend à la fois des réussites et des échecs, avec les leçons correspondantes. Ainsi, l'émergence ne doit-elle donc pas consister en une imitation servile du type d'industrialisation suivie par les pays développés.

De même, on a souvent supposé que les partisans d'une technologie appropriée et respectueuse de l'environnement exigent un rejet total de la technologie dite « moderne » des pays développés. En fait, ce qui est demandé, c'est un examen minutieux des implications économiques, sociales et environnementales de la technologie moderne du point de vue des objectifs du développement et du Nouvel Ordre Économique International, et une acceptation sans réserve de celles de ces technologies (sous leur forme originale ou adaptée) qui font avancer ces objectifs. Ainsi, ce qui est rejeté, c'est la croyance aveugle que toutes les technologies des pays développés sont universellement appropriées, malgré la spécificité des circonstances historiques qui les ont engendrées et la particularité des exigences en regard desquelles elles ont évolué. Est également abandonnée la croyance naïve que ces technologies sont toujours une bénédiction absolue, et qu'elles satisfont autant les intérêts de ceux qui les parrainent, colportent et vendent, que de ceux qui ont l'intention de les utiliser pour atteindre des objectifs nationaux de développement<sup>35</sup>.

Dans certains milieux, l'argument en faveur des technologies appropriées et respectueuses de l'environnement a été mal interprété et compris comme un plaidoyer pour un retour total à la dépendance vis-à-vis des

35. NdT : Sur le mélange de « l'aide » et de « l'intérêt » dans les pratiques de transfert en faveur du développement, voir les travaux de synthèse de Philippe Marchésin sur la politique française de coopération. Pour une première synthèse : « La politique française de coopération : l'aide-intérêt », *International Development Policy | Revue internationale de politique de développement* [Online], 13.1 | 2021, accessible en ligne : <http://journals.openedition.org/poldev/4698>; DOI: <https://doi.org/10.4000/poldev.4698>

technologies traditionnelles des peuples anciens. En fait, le plaidoyer est tout autre. Les technologies traditionnelles ont subi un processus de sélection sur des siècles de tests empiriques; par conséquent, elles sont tout à fait à même de présenter des solutions optimales.

Mais ces dernières ne sont optimales que pour les conditions, les contraintes, les matériaux et les besoins particuliers en réponse auxquels elles ont été développées. Avec l'émergence de nouvelles conditions, de nouvelles contraintes, de nouveaux matériaux et de besoins nouveaux, il est probable que leur opportunité se trouve érodée et ces technologies deviennent invalides. Néanmoins, il est tout à fait possible que ces technologies traditionnelles puissent subir des changements qualitatifs par le biais de modifications mineures. Ces améliorations peuvent être apportées par l'utilisation de la science et de l'ingénierie modernes pour comprendre et clarifier le noyau rationnel des pratiques anciennes. De telles technologies traditionnelles transformées pourraient bien alors être qualifiées « d'appropriées » et « d'écologiquement rationnelles »<sup>36</sup>.

Outre la possibilité de technologies « modernes » et de technologies traditionnelles transformées se trouvant écologiquement rationnelles et appropriées, il est également possible que des technologies alternatives soient spécifiquement conçues *ab initio* pour répondre aux critères de respect de l'environnement et de pertinence sociale et économique.

Étant donné qu'il existe trois sources principales pour la sélection de technologies appropriées et respectueuses de l'environnement, à savoir les technologies « modernes », les technologies traditionnelles transformées et les technologies alternatives, il est très probable que le modèle optimal de technologies pour atteindre les objectifs de développement d'un pays consistera en un mélange de technologies

36. NdT : Sur cette lecture des évolutions/modifications de pratiques technologiques anciennes on peut voir, dans le domaine des énergies renouvelables, la forte démonstration de Philippe Bruyerre, très convergente avec les perspectives de Reddy : *La puissance du vent. Des moulins à vent aux éoliennes modernes*, Toulouse, Presses universitaires du Midi, 2020.



provenant de ces différentes sources. La possibilité que ce « mix » constitue le « paquet global » des technologies appropriées et respectueuses de l'environnement réfute le prétendu parti pris en faveur des technologies traditionnelles ou contre les technologies modernes.

Une autre clarification importante concerne la nature dynamique des concepts de « rationalité écologique » et de « caractère adapté » du point de vue social et économique. Cette dynamique découle inévitablement des changements naturels constants de l'environnement physique d'un pays, d'une part, et d'autre part de la structure de ses objectifs de développement. Ainsi, ce qui est écologiquement rationnel et approprié à un moment donné de l'histoire peut ne plus l'être à un moment ultérieur. Par conséquent, les concepts de « technologie pertinente et appropriée » et de « rationalité écologique et naturelle » ne peuvent être statiques; ils doivent évoluer avec l'état de l'environnement et avec le genre et l'ampleur des tâches de développement. Il s'ensuit également que la composition du « mix » constituant le paquet « technologies appropriées et respectueuses de l'environnement » peut être amenée à changer avec le temps.

Une autre question qui nécessite des éclaircissements est celle des visées de la technologie. Trop souvent, les défenseurs des technologies appropriées ont limité leurs préoccupations aux techniques de production. Or, si les technologies doivent être un instrument de développement durable, elles doivent être considérées dans un sens beaucoup plus large, englobant à la fois les produits et la production, ou si l'on préfère prenant en compte simultanément le « logiciel » et le « matériel ». En d'autres termes, une technologie en question doit s'envisager selon le type de biens et de services produits, en plus de la manière dont ils sont produits. Elle doit expliciter son « logiciel », c'est-à-dire les techniques immatérielles concernant les manières d'utiliser les humains, les machines, les dispositifs et les ressources existants, en plus du « matériel », c'est-à-dire des techniques incorporées directement dans les machines, les dispositifs et les matériaux. Ainsi, tous les types de

technologies, et pas seulement les technologies de production, doivent être examinés pour déterminer leur caractère approprié et respectueux de l'environnement.

Se pose aussi la question du caractère « avancé » ou « de pointe » des technologies. Cette caractéristique ne doit pas dériver du critère trivial du niveau de productivité, mais du degré d'incorporation de la pensée scientifique et technique moderne dans ces technologies.

De ce point de vue, il est possible que les technologies traditionnelles transformées et les technologies « alternatives » n'aient pas nécessairement besoin d'être primitives; elles peuvent se révéler aussi « avancées » – et « modernes », au sens littéral du terme – que les technologies des pays développés. En fait, cette possibilité est même très probable, car, contrairement aux technologies des pays développés, il n'y a pas de sentiers battus et encombrés pour la création de technologies traditionnelles transformées et de technologies alternatives, et par conséquent le lien à l'égard des sciences fondamentales et de l'ingénierie d'innovation doit être encore plus fort.

Pour une raison similaire, il est regrettable que les technologies des pays développés soient invariablement qualifiées de « hautes » (*high*) technologies, contrairement aux technologies alternatives et traditionnelles transformées qui sont qualifiées de manière péjorative de « basses » ou « faibles » (*low*) technologies. Car les termes « élevé » et « bas » ou « faible » devraient dépendre de l'importance du niveau scientifique et de l'apport d'ingénierie contenu dans une technique, et non du fait que celle-ci provienne ou non des pays développés. Or, c'est invariablement l'origine géographique d'une technologie qui détermine les termes du langage courant – avancé/primitif et élevé/faible. La croyance inconsciente sous-jacente, ou la politique délibérée, est d'assimiler tout ce qui est bon avec ce qui émane des pays industrialisés.

Enfin, certains adeptes des technologies appropriées ont été eux-mêmes responsables de la création du sentiment selon lequel la technologie pourrait à elle seule éliminer la pauvreté, réparer l'injustice, résoudre les problèmes de développement et devenir une panacée, un remède universel (à condition qu'elle soit de la bonne marque!). Mais la technologie n'est qu'un sous-système de la société, et le développement de la société ne dépend pas seulement de la technologie, mais aussi des autres sous-systèmes cruciaux que sont les sous-systèmes politiques, économiques et sociaux, ainsi que de l'environnement physique de la société.

En d'autres termes, la technologie n'est qu'un instrument au service du développement de la société. Comme tous les instruments, elle doit être spécifiquement choisie et/ou conçue pour remplir la fonction à laquelle elle est destinée. Mais la volonté d'utiliser l'instrument et la capacité de le manier efficacement ne dépendent pas tant de l'instrument lui-même que de l'utilisateur.

Ainsi, le bon type de technologie (une technologie appropriée et respectueuse de l'environnement) est une condition nécessaire à l'émergence sociale et économique, mais pas une condition suffisante. Il est également essentiel que la structure politique et le cadre socio-économique soient tous deux parties prenantes des objectifs d'émergence, et que le contexte naturel et environnemental puisse soutenir ces objectifs.

En outre, la technologie doit toujours être considérée en relation avec le contexte social, et la question de son caractère « approprié » est nécessairement spécifique à ce dernier.

La technologie a donc à la fois du pouvoir et des limites. Mais sa capacité à faire progresser l'émergence sociale et économique est considérablement réduite si elle n'est pas écologiquement rationnelle et appropriée; d'où l'importance primordiale de choisir une technologie écologiquement rationnelle et appropriée.

## 4. Critères pour le caractère approprié et écologiquement rationnel d'une technologie

Après avoir tenté de clarifier certaines des idées fausses sur les technologies appropriées et respectueuses de l'environnement, nous allons maintenant nous intéresser à la méthodologie de sélection de ces technologies. En particulier, cette attention se concentrera sur deux aspects cruciaux de cette méthodologie :

1. les *critères* à utiliser; et
2. la *procédure* pour l'utilisation de ces critères.

Les critères utilisés pour le choix des technologies sont importants pour plusieurs raisons :

1. Lorsque les critères sont explicitement énoncés, ils doivent être pris en compte, et cette prise en compte renforcée tend à contrecarrer l'arbitraire dans les choix politiques et les prises de décision.
2. L'énoncé des critères facilite leur publication. Ainsi, plus les critères sont connus, moins il y a de risques qu'ils soient ignorés dans les politiques et les décisions; et lorsqu'ils sont ignorés, plus la conscience de ce qui se passe est grande, et plus il est nécessaire de justifier l'omission, l'effacement ou la suppression des critères. Ainsi, les critères ont un impact à la fois sur les responsables politiques et les décideurs, et sur ceux qui sont affectés par les politiques et les décisions. De ce point de vue, le but de l'établissement de critères est d'élargir la base de la fabrique des politiques publiques et des décisions collectives.
3. Une prise de conscience accentuée des critères à utiliser pour le choix de technologies appropriées et respectueuses de l'environnement permettra, d'une part, de susciter une demande généralisée pour ces technologies et, d'autre part, de guider ceux qui les élaborent. L'importance de cette prise de conscience parmi

les scientifiques et les ingénieurs ne doit pas être sous-estimée, car la définition et la valorisation de tels critères sont des facteurs inhibiteurs du développement de technologies non respectueuses de l'environnement et inappropriées.

4. Malgré l'importance évidente de l'établissement de critères pour le choix de technologies appropriées et respectueuses de l'environnement, il est intéressant de constater qu'il n'existe aujourd'hui aucune liste explicite de critères. Cela signifie simplement que ces critères sont généralement implicites. Néanmoins, même les critères implicites peuvent être décryptés à partir des technologies en vogue et des décisions qui ont donné naissance à ces technologies. Et si bon nombre de ces technologies sont peu respectueuses de l'environnement et inappropriées, il s'ensuit que l'énoncé explicite des critères est une étape essentielle dans la création et l'adoption de technologies respectueuses de l'environnement et appropriées.

Dans la mesure où les critères doivent être dérivés des objectifs, les critères de choix des technologies écologiquement pertinentes et appropriées doivent découler des objectifs d'émergence sociale et économique indiqués précédemment. Il s'agit sans aucun doute d'une approche normative de la définition des critères. Cette approche est fondée sur les jugements de valeur suivants :

1. que l'émergence socio-économique, notamment celle des pays en voie de développement est un objectif urgent de la plus haute priorité, et que cette émergence est subordonnée à l'établissement d'un Nouvel Ordre International Économique lequel doit, avant tout, inclure une nouvelle relation entre pays développés et pays en voie de développement;
2. que, en dernière analyse, c'est un besoin humain fondamental que de participer aux décisions et aux processus concernant son propre destin et que d'exercer un contrôle croissant sur ces décisions et processus;

3. que l'environnement naturel est le seul habitat irremplaçable de l'homme et doit donc être jalousement protégé et entretenu.

Stimulée par une telle perspective, une liste de préférences à utiliser dans le choix de la technologie peut être proposée.

La dimension économique de l'émergence exige l'exercice de préférences en faveur des technologies qui sont basées sur les besoins, plutôt que pour celles qui amplifient les inégalités entre et à l'intérieur des pays, par exemple :

1. une préférence pour les technologies qui sont compatibles, plutôt qu'incompatibles, avec les grands indicateurs de base de chaque pays. Cela signifie, pour la plupart des pays en développement, une préférence pour les technologies économisant l'énergie et le capital et générant des emplois, plutôt que pour les technologies gourmandes en énergie, à forte intensité de capital et économisant la main-d'œuvre;
2. une préférence pour les technologies de biens et de services adaptés à la consommation de masse, plutôt qu'au luxe individuel;
3. une préférence pour les technologies basées sur des matériaux locaux, plutôt que des matériaux qui doivent être importés d'ailleurs ou transportés depuis des régions éloignées du pays;
4. une préférence pour les technologies qui créent des emplois pour les masses défavorisées plutôt que pour les élites privilégiées;
5. une préférence pour les technologies qui produisent pour la consommation locale, plutôt que pour les marchés lointains;
6. une préférence pour les technologies qui favorisent une symbiose et le renforcement mutuel, plutôt qu'une interdépendance parasitaire et destructrice. Il s'agirait, d'une part, des métropoles des pays en développement et de leurs arrière-pays ruraux et, d'autre part, des pays développés et des pays émergents.

La dimension sociale du développement nécessite l'exercice de préférences pour les technologies qui favorisent l'autosuffisance endogène par l'augmentation de la participation et du contrôle social, par exemple :

1. une préférence pour les technologies qui conduisent à une amélioration de la qualité de vie, plutôt qu'à une simple augmentation de la consommation de biens;
2. une préférence pour les technologies de production qui nécessitent un travail créatif satisfaisant, au lieu d'un travail routinier et ennuyeux, c'est-à-dire des technologies qui relient les hommes au travail, plutôt que de les lui aliéner;
3. une préférence pour les technologies de production dans lesquelles les machines sont subordonnées, plutôt que prédominantes, à la vie des personnes;
4. une préférence pour les technologies qui conduisent à des implantations humaines adaptées à la vie collective et individuelle des personnes, plutôt qu'aux besoins d'une simple agglomération d'unités productives;
5. une préférence pour les technologies qui favorisent la facilité de fonctionnement, plutôt que la sophistication;
6. une préférence pour les technologies qui se marient aux technologies traditionnelles et au tissu de la vie sociale, plutôt que de les perturber;
7. une préférence pour les technologies développées de manière endogène à partir du contexte local, plutôt que transférées à partir d'un environnement étranger;
8. une préférence pour les technologies qui facilitent la dévolution du pouvoir au peuple, plutôt que sa concentration dans les mains des élites.

La dimension environnementale doit se préoccuper de l'utilisation rationnelle et durable, plutôt que dévastatrice, rapide et aveugle, de l'environnement bio-physique fournisseur de ressources et support de la vie. Par conséquent, cette dimension doit impliquer l'exercice de plusieurs préférences dans le choix des technologies, par exemple :

1. une préférence pour les technologies de production d'énergie basées sur des sources d'énergie primaires renouvelables plutôt qu'épuisables (par exemple, le soleil, le vent et le biogaz, plutôt que le pétrole ou le charbon)<sup>37</sup> ;
2. une préférence pour les technologies permettant d'économiser les ressources et l'énergie, plutôt que pour les technologies à forte intensité de ressources et d'énergie;
3. une préférence pour les technologies qui produisent des biens pouvant être recyclés et réutilisés, plutôt qu'à usage unique et jetable, et qui sont bâtis sur la durée plutôt que sur l'obsolescence programmée;
4. une préférence pour les technologies de production basées sur des matières premières renouvelables (par exemple, le bois et le coton) plutôt qu'épuisables (par exemple, l'acier ou les fibres synthétiques à base de pétrole);
5. une préférence pour les technologies de production et de consommation qui minimisent par nature les émissions et les déchets nocifs ou dangereux, plutôt que celles qui nécessitent des « corrections » pour réduire leurs tendances intrinsèquement polluantes;
6. une préférence pour les technologies de production et de consommation qui intègrent des procédures de minimisation des déchets et d'utilisation intégrale des composants, plutôt que celles

37. NdT : Reddy différencie implicitement les formes d'énergies secondaires (parfois appelés convertisseurs énergétiques), tels que l'électricité, les biocarburants, l'hydrogène, etc., qui sont « produites », des sources primaires d'énergie, telles que les ressources fossiles, le soleil, le vent, la biomasse, etc., qui peuvent ou non être renouvelables.



qui les nécessitent en tant que compléments;

7. une préférence pour les technologies qui se fondent dans les écosystèmes naturels en leur causant des perturbations minimales, plutôt que celles qui menacent la biosphère par des perturbations majeures.

Puisque chaque préférence implique un critère, et en effet peut être reformulée comme critère, la liste des préférences ci-dessus constitue un ensemble de critères pour le choix de technologies appropriées et respectueuses de l'environnement. Par exemple, la « préférence pour les technologies de production de biens et de services destinés à la consommation de masse, plutôt qu'au luxe individuel », peut être considérée comme un critère : « Est-ce que la technologie produit des biens et des services qui sont à la portée des masses? ». Ou encore, la « préférence pour les technologies de production d'énergie basées sur des sources d'énergie primaires renouvelables, plutôt que sur des sources d'énergie épuisables » peut être exprimée par le critère : « Est-ce que la technologie de production d'énergie est basée sur des sources d'énergie primaires renouvelables? »<sup>38</sup>

L'inconvénient évident d'un ensemble de critères aussi vaste que celui présenté ci-dessus est qu'il est susceptible de submerger – et possiblement de désorienter – les concepteurs des politiques publiques et les preneurs de décisions, sans parler des profanes. En outre, une fois le choix d'une technologie fait, il ne sera pas facile de détecter si un ou plusieurs critères ont été omis, supprimés ou ignorés. D'un autre côté, l'ensemble de ces critères rend, à juste titre, explicite les dimensions économiques, sociales et environnementales cruciales du développement. La conclusion est qu'une liste de critères explicites est vitale pour la sélection des technologies, mais que la liste doit être beaucoup plus courte, plus facile à gérer et moins complexe.

38. NdT : Voir note 37 ci-dessus.

Bien entendu, l'autre extrême est une liste très courte qui découle naturellement des objectifs de l'émergence économique et sociale :

1. la technologie fait-elle progresser la satisfaction des besoins humains fondamentaux, en commençant par les besoins des plus démunis, et réduit-elle les inégalités entre et avec les pays?
2. La technologie favorise-t-elle l'autonomie endogène par le biais d'une augmentation de la participation et du contrôle social?
3. La technologie favorise-t-elle l'harmonie avec l'environnement?

Cette liste est évidemment beaucoup trop brève pour faciliter une interprétation détaillée et une utilisation sans ambiguïté.

Ce qu'il faut donc, c'est une liste restreinte avec un nombre de critères entre trois et trente. Elle ne doit être ni trop brève et vague, ni trop longue et encombrante. La liste devrait être compacte et, de préférence, tenir sur une seule page.

## **CRITÈRES POUR LA SÉLECTION D'UNE TECHNOLOGIE**

### **1) SATISFACTION DES BESOINS FONDAMENTAUX**

- a) La technologie contribue-t-elle, directement ou indirectement, immédiatement ou dans un avenir proche, à la satisfaction de besoins fondamentaux tels que la nourriture, l'habillement, le logement, la santé, l'éducation, etc.?
- b) Produit-elle des biens et des services accessibles en particulier à ceux et celles dont les besoins fondamentaux sont les moins satisfaits?

### **2) DÉVELOPPEMENT DES RESSOURCES DU PAYS**

- a) Utilise-t-elle de manière optimale les facteurs locaux (main-d'œuvre, capitaux, ressources naturelles, etc.) en :
  - soutenant/généralisant de l'emploi;

- économisant/général du capital;
  - économisant/général des matières premières, y compris l'énergie;
  - développant les compétences et les capacités de R & D et d'ingénierie?
- b) Augmente-t-elle la capacité de production sur une base durable et cumulative?

### **3) DÉVELOPPEMENT SOCIAL**

- a) Réduit-elle la dépendance débilante et favorise-t-elle l'autonomie basée sur la participation du plus grand nombre aux niveaux local/national/régional, en permettant à la société de suivre sa propre voie de développement?
- b) Réduit-elle les inégalités? Entre les groupes professionnels, ethniques, de sexe et d'âge? Entre les communautés rurales et urbaines? Entre groupes professionnels, ethniques, de sexe et d'âge? Et entre (ensembles de) pays?

### **4) DÉVELOPPEMENT CULTUREL**

- a) Utilise-t-elle les traditions techniques endogènes et s'appuie-t-elle sur elles?
- b) Se mélange-t-elle et s'améliore-t-elle avec des éléments et des modèles de valeur de la culture locale, nationale ou régionale?

### **5) DÉVELOPPEMENT HUMAIN**

- a) Conduit-elle à une implication créative des masses en étant accessible, compréhensible et flexible?
- b) Libère-t-elle les êtres humains des travaux ennuyeux, dégradants, excessivement pénibles ou sales?

## **6) DÉVELOPPEMENT ENVIRONNEMENTAL**

- a) Minimise-t-elle l'épuisement naturel et la pollution en utilisant des ressources renouvelables, et par une réduction intégrée des déchets, le recyclage et la réutilisation en se fondant mieux dans les éco-cycles existants?
- b) Améliore-t-elle l'environnement naturel et celui créé par l'humain en offrant un niveau plus élevé de complexité et de diversité des écosystèmes, et réduisant ainsi leur vulnérabilité?

La liste de six critères (chacun d'eux étant à son tour subdivisé en deux, ce qui en fait douze) est peut-être la première du genre, mais elle ne se présente assurément pas enveloppée d'une quelconque aura de perfection. En fait, il est dans la nature de ce genre de listes qu'elles suscitent plus de controverse que de consensus, mais cela est bien ainsi, car c'est par un processus de contestation et de mise à l'épreuve que leur révision et leur affinement peuvent avoir lieu.

La liste indicative proposée ici est basée sur une synthèse et couvre des critères économiques, sociaux et environnementaux. Le présent rapport ne tentera pas de fournir une justification détaillée de ces critères, car ils sont fondés sur le cadre conceptuel des technologies appropriées et écologiquement rationnelles, traité plus haut dans le texte. Par conséquent, seule une brève description de la liste est fournie ci-dessous.

Le premier critère concerne la satisfaction des besoins fondamentaux, dont les plus importants sont la nourriture, l'habillement, le logement, la santé, l'éducation, les transport/communication et les soins de santé. Ce critère exige un examen minutieux des produits et services issus de la technologie.

Il n'y a pas de justification objective pour un ensemble particulier de produits et de services, mais si l'on accepte les objectifs normatifs de l'émergence (tels que définis précédemment), plusieurs conclusions s'ensuivent.

1. L'équation simple développement = croissance ne devient valable qu'après s'être assuré que le modèle et le contenu de la croissance correspondent à une satisfaction croissante des besoins fondamentaux, en mettant au maximum l'accent sur les besoins des plus démunis. De même, l'équation développement = production ne se justifie qu'après avoir confirmé que les biens et services produits sont accessibles à ceux dont les besoins ont été le moins satisfaits.
2. Bien qu'un grand nombre de technologies ne satisfassent pas directement les besoins fondamentaux (par exemple, les technologies de production d'énergie), elles peuvent le faire indirectement si leurs productions (par exemple, l'énergie) peuvent devenir les intrants de technologies qui satisfont directement les besoins fondamentaux. Savoir si cette contribution indirecte aux besoins fondamentaux est ou non effective est la question qui émerge du premier critère.
3. L'existence de technologies (par exemple, le fer et l'acier) qui conduisent indirectement à la satisfaction des besoins fondamentaux implique que l'horizon temporel s'étende au-delà du présent immédiat. En d'autres termes, de nombreuses technologies impliquent une satisfaction différée des besoins fondamentaux. Il est évident, cependant, que si l'horizon temporel s'étend indéfiniment et que l'ajournement est *sine die*, alors la non-satisfaction des besoins essentiels empêchera forcément d'atteindre d'autres critères de la liste. Cet échec augmentera les inégalités, par exemple, ou la diminuera la participation créative des masses, ou encore dégradera l'environnement. La conclusion est que le report de la satisfaction des besoins fondamentaux ne doit pas s'étendre au-delà de l'avenir proche.
4. Enfin, le critère des besoins fondamentaux implique un rejet catégorique de la pratique actuelle, dans les pays où la répartition des revenus est très asymétrique, d'orienter les technologies vers les demandes des groupes disposant d'un pouvoir d'achat, et d'ignorer les besoins des plus démunis qui ne peuvent être exprimés par un pouvoir d'achat.

*L'utilisation et le développement des ressources locales* constituent l'essentiel du deuxième critère. Le terme « ressources », qui est censé recouvrir les facteurs économiques habituels que sont le travail, le capital, les ressources naturelles et la terre, a été délibérément choisi pour souligner que la main-d'œuvre est également une ressource qui doit être utilisée et développée. Dans le cadre de ce critère, les préoccupations habituelles concernant l'utilisation de technologies permettant d'économiser du capital et de créer des emplois dans les pays où le capital est insuffisant et la main-d'œuvre abondante. Mais le critère utilisé ici est plus général à plusieurs points de vue.

1. Ce critère vise à déterminer si la technologie utilise toutes les ressources locales, notamment les matières premières, l'énergie et les compétences humaines, ainsi que le capital et la main-d'œuvre.
2. Il examine également si ces ressources sont en voie d'expansion, par-delà même leur utilisation. Cet aspect est particulièrement important pour les ressources humaines (développement des compétences et du « capital humain ») et pour les ressources naturelles. C'est cette expansion des ressources qui détermine si la capacité à produire de manière durable et cumulative augmente ou diminue.
3. La question de savoir si la combinaison, « le mix » de ressources utilisées est optimale doit également être scrutée avec attention. Puisque des environnements locaux/nationaux/régionaux différents peuvent exiger des combinaisons/mix de ressources différentes, un mix parfait pour un environnement particulier peut devenir moins parfait lorsqu'il est transféré à d'autres (peut-être radicalement différents). L'exemple habituel cité pour illustrer l'érosion d'un optimum technologique est celui des technologies économes en main-d'œuvre et à forte intensité de capital produites dans les pays développés riches en capital et pauvres en main-d'œuvre lorsqu'elles sont transférées dans les pays en développement riches en main-d'œuvre et pauvres en capital.

Le troisième critère concerne le *développement sociétal* et il explore deux catégories de relations constitutives d'une société :

1. les relations *externes* entre la société considérée et les sociétés extérieures avec lesquelles elle est en interaction; et
2. les relations *internes* entre les composantes ou les groupes au sein de la société.

En ce qui concerne les relations extérieures, ce critère cherche à déterminer si la technologie renforce la capacité de la société (vis-à-vis des sociétés extérieures) à déterminer et suivre sa propre voie de développement.

Cette capacité est déterminée par la mesure dans laquelle la société est autonome et dans laquelle ses relations avec les sociétés extérieures n'impliquent pas de dépendance invalidante. L'autosuffisance est à son tour mesurée par l'autonomie, c'est-à-dire par la mesure dans laquelle les gens participent aux décisions qui affectent leur vie et les contrôlent. Bien sûr, la possibilité d'une participation et d'un contrôle de masse des décisions dépend de la taille du groupe autonome, mais l'accent doit être mis sur l'augmentation de la participation et du contrôle du plus grand nombre. Ainsi, ce critère exige-t-il d'examiner si la technologie favorise la sobriété et l'autosuffisance en augmentant la participation de masse aux décisions et le contrôle sur celles-ci.

En ce qui concerne les relations internes entre les composantes constitutives de la société, ce critère vise à vérifier si la technologie tend à réduire les inégalités entre ces « sous-sociétés ». En particulier, la technologie considérée favorise-t-elle l'égalité entre les groupes professionnels, ethniques, de sexe et d'âge? entre les communautés rurales et urbaines? entre les (groupes de) pays?

Cette préoccupation pour les inégalités découle de « l'état des lieux » entre les pays, lequel conduit à la demande d'un NOEI, et à l'intérieur des pays, ce qui conduit à un plaidoyer pour le développement.

Le quatrième critère concerne *l'impact d'une technologie sur le tissu culturel de la société*. Une technologie va forcément entraîner des changements dans la culture, et c'est la nature de ces changements qui mérite d'être examinée.

Par exemple, quel effet cette technologie a-t-elle sur les traditions techniques endogènes, c'est-à-dire les savoirs et savoir-faire non formalisés (en particulier en ce qui concerne l'environnement), lesquels sont invariablement un acquis des communautés stables? Cette technologie s'appuie-t-elle sur ces traditions ou les ignore-t-elle, de sorte qu'elles s'érodent et disparaissent progressivement?

Encore une fois, il est important de déterminer si une technologie intègre et améliore, plutôt que perturbe et détruit, des éléments de valeur dans la culture locale. Par exemple, est-ce que la technologie considérée renforce, ou au contraire sape, une coutume qui agit comme une force de cohésion dans la société (par exemple le travail partagé ou l'utilisation commune de certaines installations)?

Ces préoccupations émergent d'une multitude d'études anthropologiques et sociologiques qui documentent les dommages culturels et le chaos résultant de l'importation et de l'introduction non critique de technologies provenant d'environnements étrangers<sup>39</sup>.

Le cinquième critère concerne *l'impact d'une technologie sur les individus*, lesquels sont considérés comme la priorité des priorités, mais lesquels vivent en symbiose avec leurs semblables et leur environnement. Ce critère exige une enquête pour savoir si la technologie considérée conduit à un enrichissement de l'être humain.

39. NdT : On ne peut manquer de penser ici aux nombreux résultats accumulés par la prix Nobel Elinor Ostrom et son équipe en matière de gestion des ressources collectives.



La participation créative à des activités sociales, qu'elles soient de nature physique, artistique ou intellectuelle, est essentielle au bien-être spirituel de l'homme et devrait, en fait, être considérée comme un besoin humain fondamental (bien que non matériel). La question qui se pose est donc la suivante : la technologie envisagée facilite-t-elle et promeut-elle cet engagement social créatif, et enrichit-elle ainsi les individus qui se trouvent impliqués?

Ce critère devient particulièrement significatif au vu de l'importance de l'emploi en tant que besoin fondamental. Il devrait y avoir un effort constant pour lui donner un sens. Il est donc essentiel de se demander si la technologie tend à libérer les êtres humains des travaux ennuyeux, dégradants, excessivement difficiles ou avilissants.

Ces questions sont liées au problème de l'aliénation des êtres humains à leurs semblables et à leur travail.

Le sixième et dernier critère concerne *la préservation et l'épanouissement de l'environnement naturel*, ainsi que l'impact d'une technologie sur l'environnement. Il faut se demander si cette technologie, pour reprendre les termes d'une vieille chanson<sup>40</sup>, « accentue les impacts positifs... et élimine les impacts négatifs » sur la nature? Il ne s'agit pas seulement des « correctifs » techniques qui minimisent la pollution et l'épuisement des ressources par des mesures anti-pollution et de recyclage. Une technologie appropriée doit être intrinsèquement conçue pour se fondre dans les éco-cycles naturels et pour réduire les déchets à tous les stades de la production, de la distribution et de la consommation.

Tout cela a trait à la protection et à la préservation de la nature, mais l'objectif d'amélioration et d'épanouissement de l'environnement naturel et artificiel est tout aussi important. Ceci est d'autant plus vrai que la technologie moderne a tendance à réduire la complexité et la diversité

40. NdT : « You've got to ac-cent-tchu-ate the positive / Eliminate the negative... », célèbre chanson américaine écrite en 1944.

des écosystèmes. Or, la simplicité des écosystèmes conduit souvent à leur vulnérabilité et à la rupture des éco-cycles. Par exemple, la réduction de la complexité qui correspond aux systèmes de monoculture augmente leur vulnérabilité aux attaques parasitaires et aux échecs de plantation. Il est donc important de déterminer si la technologie considérée améliore l'environnement en renforçant la complexité et la diversité et en réduisant ainsi la vulnérabilité.

Il est évident qu'il y a beaucoup de chevauchements dans la liste des six critères décrits ci-dessus. Les critères ne sont pas exclusifs les uns des autres, et un critère peut en impliquer un autre avec une très forte interaction. Ceci est inévitable, car les aspects économiques, sociaux et environnementaux du développement sont interdépendants et, en fait, les composants d'un seul et même processus.

Dans la mesure où le processus est la réalité, et sa dissociation en composant un dispositif d'analyse, les critères énoncés doivent être considérés comme un ensemble intégré. Ainsi, le fort couplage entre les critères appelle-t-il nécessairement une approche holistique, plutôt que fragmentaire ou sectorielle, du choix d'une technologie appropriée et respectueuse de l'environnement.

Un tel ensemble de critères holistiques – du type de celui décrit ci-dessus – n'avait pas été proposé jusqu'à présent. Il peut y avoir plusieurs raisons à cette lacune, mais on ne peut ignorer le fait que la spécialisation et la professionnalisation excessives ont conduit à des approches tellement divergentes des disciplines économiques, sociales et environnementales qu'il est difficile de maintenir un langage commun pour des discussions transdisciplinaires. Pourtant, c'est précisément une telle approche intégrée qui doit être adoptée pour la sélection des technologies conçues pour servir les objectifs de développement, parce que le développement n'est pas une fin en soi, même s'il comporte des aspects économiques, sociaux et environnementaux. En d'autres termes, les catégories de critères économiques, sociaux et environnementaux doivent s'imbriquer les unes dans les autres et converger pour promouvoir le développement.

Par conséquent, toute méthodologie qui exclut un ou plusieurs critères doit être considérée *ipso facto* comme trompeuse, même si elle semble rigoureuse. En particulier, ce constat vise les méthodologies qui ne se limitent qu'aux critères quantifiables parce que certains des critères, par exemple ceux relatifs à l'autonomie ou à l'enrichissement humain, peuvent être intrinsèquement non quantifiables.

Les six critères constituent une liste extrêmement exigeante et contraignante. Par conséquent, une objection évidente à cette liste est que peu de technologies pourront satisfaire à tous les critères, ce qui rendrait tout ce travail inutile. Une telle objection est en effet défendable si les critères sont interprétés de manière passive, statique, et si la sélection se fait à partir d'un ensemble de technologies existantes, la question étant alors close. Mais l'objection disparaît si les critères sont utilisés dans une perspective dynamique comme un dispositif heuristique conduisant à la création de nouvelles technologies. Ainsi, à un moment donné, peu de technologies peuvent satisfaire à tous les critères, et même si elles y parviennent, il est toujours possible de les améliorer. Mais l'évaluation des technologies par rapport aux critères révélera des directions raisonnablement claires pour l'innovation et leur modification. Et de ce point de vue, la liste des critères est un étalon longtemps espéré pour les innovations en matière de technologies appropriées et respectueuses de l'environnement.

La conséquence évidente de la discussion ci-dessus est que jusqu'à ce que des technologies nouvelles ou modifiées fassent leur apparition, il faut tirer le meilleur parti de la « mauvaise affaire » des technologies existantes. Cela peut se faire en pesant les critères et en faisant des compromis entre eux. Il ne devrait pas y avoir d'objection à de tels choix basés sur des pondérations et des compromis tant que tous les critères sont explicitement et sérieusement pris en compte et que les processus de pondération et de compromis sont clairement révélés. Mais ce qui est peut-être plus important, c'est que des efforts soient faits pour générer de nouvelles technologies qui permettent de satisfaire tous les critères, ou un plus grand nombre d'entre eux en même temps, et qui réduiront

ainsi l'ampleur des compromis. En fait, puisque la plupart des choix technologiques impliquent des compromis, et que la plupart des technologies actuellement disponibles ont été développées sans tenir compte d'un ensemble de critères de ce type, il est probable que plus d'attention devra être accordée à la création de nouvelles technologies qu'au choix entre des technologies existantes. Ainsi, la sélection et la création de technologies constituent une unité dialectique, l'une supposant la présence de l'autre et n'ayant pas de sens en son absence. En particulier, la sélection des technologies a peu de sens si elle n'est pas placée dans le contexte de la création de technologies.

Pour poser la question autrement, il est presque certain que, du point de vue de la liste de critères proposée ici, peu de technologies actuelles sont parfaitement appropriées et respectueuses de l'environnement. Il s'agit seulement de quelques technologies plus appropriées et plus respectueuses de l'environnement que d'autres. Mais la révélation de l'écart entre l'idéal et le réel fournit la motivation pour tenter de réduire cet écart, c'est-à-dire pour accroître le caractère écologiquement rationnel et approprié des technologies. Dans la mesure où la liste de critères a révélé à la fois l'objectif du caractère « approprié », et celui du respect de l'environnement, en même temps que la distance qui sépare les technologies actuelles de ces objectifs, elle peut être considérée comme un net progrès<sup>41</sup>. (...)

41. NdT : La brochure éditée par l'UNEP et rédigée par Reddy développe à la suite sur un peu moins d'une vingtaine de pages des éléments pour une « méthodologie de sélection » des technologies appropriées et respectueuses de l'environnement. Cette partie nous a semblé plus inscrite dans son époque et plus strictement prospective (il s'agit de réfléchir sur des processus de classement « séquentiels » de technologies associant notamment les populations à différentes échelles). Elle n'est pas traduite ici. On pourra se reporter à : <https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/28972>



# À propos des Éditions science et bien commun

Les Éditions science et bien commun sont une branche de l'Association science et bien commun (ASBC), un organisme sans but lucratif enregistré au Québec depuis juillet 2011.

## L'Association science et bien commun

L'Association science et bien commun se donne comme mission d'appuyer et de diffuser des travaux de recherche transuniversitaire favorisant l'essor d'une science pluriverselle, ouverte, juste, plurilingue, non sexiste, non raciste, socialement responsable, au service du bien commun.

Pour plus d'information, écrire à [info@scienceetbiencommun.org](mailto:info@scienceetbiencommun.org), s'abonner à son compte Twitter [@ScienceBienComm](https://twitter.com/ScienceBienComm) ou à sa page Facebook : <https://www.facebook.com/scienceetbiencommun>

## Les Éditions science et bien commun

**Un projet éditorial novateur dont les principales valeurs sont les suivantes.**

- la publication numérique en libre accès, en plus des autres formats
- la pluridisciplinarité, dans la mesure du possible
- le plurilinguisme qui encourage à publier en plusieurs langues, notamment dans des langues nationales africaines ou en créole, en plus du français

- l'internationalisation, qui conduit à vouloir rassembler des auteurs et autrices de différents pays ou à écrire en ayant à l'esprit un public issu de différents pays, de différentes cultures
- mais surtout la justice cognitive :
  - chaque livre collectif, même s'il s'agit des actes d'un colloque, devrait aspirer à la parité entre femmes et hommes, entre juniors et seniors, entre auteurs et autrices issues du Nord et issues du Sud (des Suds); en tout cas, tous les livres devront éviter un déséquilibre flagrant entre ces points de vue;
  - chaque livre, même rédigé par une seule personne, devrait s'efforcer d'inclure des références à la fois aux pays du Nord et aux pays des Suds, dans ses thèmes ou dans sa bibliographie;
  - chaque livre devrait viser l'accessibilité et la « lisibilité », réduisant au maximum le jargon, même s'il est à vocation scientifique et évalué par les pairs.

## **Le catalogue**

Le catalogue des Éditions science et bien commun (ESBC) est composé de livres qui respectent les valeurs et principes des ÉSBC énoncés ci-dessus.

- Des ouvrages scientifiques (livres collectifs de toutes sortes ou monographies) qui peuvent être des manuscrits inédits originaux, issus de thèses, de mémoires, de colloques, de séminaires ou de projets de recherche, des rééditions numériques ou des manuels universitaires. Les manuscrits inédits seront évalués par les pairs de manière ouverte, sauf si les auteurs ne le souhaitent pas (voir le point de l'évaluation ci-dessus).
- Des ouvrages de science citoyenne ou participative, de vulgarisation scientifique ou qui présentent des savoirs locaux et patrimoniaux, dont le but est de rendre des savoirs accessibles au plus grand nombre.
- Des essais portant sur les sciences et les politiques scientifiques (en études sociales des sciences ou en éthique des sciences, par

exemple).

- Des anthologies de textes déjà publiés, mais non accessibles sur le web, dans une langue autre que le français ou qui ne sont pas en libre accès, mais d'un intérêt scientifique, intellectuel ou patrimonial démontré.
- Des manuels scolaires ou des livres éducatifs pour enfants

**Pour l'accès libre et universel, par le biais du numérique, à des livres scientifiques publiés par des autrices et auteurs de pays des Suds et du Nord**

Pour plus d'information : écrire à [info@editionscienceetbiencommun.org](mailto:info@editionscienceetbiencommun.org)