

# DES AILES DE FEU

Autobiographie

**A.P. J. Abdul Kalam**

avec Arun Tiwari

**U<sup>P</sup>**

Universities Press

Première publication en 1999

Traduction en langue française  
par Guy Pignolet de Sainte-Rose,  
Ingénieur de l'Ecole Polytechnique,  
Ancien Président du Comité Education  
de la Fédération Internationale d'Astronautique

Remerciements au Professeur Jean-Yves Cruon  
et aux Élèves de la Classe Préparatoire Lettres du Lycée Leconte de Lisle  
pour la qualité de leur relecture et de leurs corrections,  
ainsi qu'au pilote-cosmonaute Jean-François Clervoy  
pour ses indications techniques.

**Document confidentiel provisoire pour relecture et commentaires avant publication éventuelle.**

**Version 4.0 du mois d'avril 2011**

## AVUL PAKIR JAINULABDEEN ABDUL KALAM

est un grand personnage qui aujourd'hui, pour beaucoup de ses compatriotes, représente les meilleurs aspects de la vie indienne. Il est né en 1931, fils d'un propriétaire de bateaux sans grande instruction qui vivait à Rameswaram, dans l'Etat du Tamil Nadu. Il a eu une carrière inégalée en tant que scientifique dans les domaines de la Défense, qui a été récompensée par la distinction civile la plus élevée de l'Inde, le Bharat Ratna. Comme chef du programme de recherche et de développement de la Défense du pays, Kalam a démontré le grand potentiel de dynamisme et d'innovation qui existait dans des établissements de recherche apparemment moribonds. Ce livre est la propre histoire de Kalam pour sortir de l'obscurité, avec tous ses combats personnels et professionnels, mais c'est aussi l'histoire d'*Agni*, de *Prithvi*, d'*Akash*, de *Trishul* et des missiles *Nag* qui sont des noms devenus familiers partout en Inde et qui ont élevé la nation au rang d'une puissance internationale reconnue dans le domaine des missiles.

En même temps qu'il aidait à créer pour l'Inde des armements impressionnants, Kalam a maintenu une rigueur ascétique dans sa vie personnelle, travaillant dix-huit heures par jour tout en pratiquant le **veena**, un instrument à cordes traditionnel. Avec sa modestie caractéristique, Kalam attribue la grandeur de ses accomplissements à l'influence de ses professeurs et de ses mentors. Il décrit les luttes de son enfance et de sa jeunesse, donnant vie aux activités quotidiennes d'une petite ville du Sud de l'Inde et aux contacts inspirants avec ses éducateurs. Il parle du rôle des scientifiques indiens visionnaires, comme le Dr. Vikram Sarabhai, et de la création d'un réseau coordonné d'instituts de recherche. C'est également la saga de la lutte de l'Inde indépendante pour son autosuffisance technologique et une Défense autonome — une histoire où il est question de la politique, intérieure et internationale, autant que de la science.

**Arun Tiwari** a travaillé sous les ordres du Dr. A P J Abdul Kalam pendant plus d'une décennie dans le Laboratoire de Recherche et Développement de la Défense (DRDL), à Hyderabad. En 1999, il était Directeur de l'Institut des Technologies Cardio-vasculaires à Hyderabad, où il poursuivait la vision du Dr. Kalam en vue de développer des appareils médicaux à des coûts contrôlés en utilisant des technologies indigènes empruntées à la Défense.

Le **Dr. Kalam** était en l'an 2000 professeur de Technologie et de Transformation Sociale à l'Université Anna, à Chennai. Le 25 juillet 2002 il a prêté serment pour devenir le onzième Président de l'Inde.



À la mémoire de mes parents

### **Ma Mère**

Les vagues de la mer, le sable d'or, les pèlerins pleins de foi,  
La rue de la Mosquée de Rameswaram, tout se rejoint soudain.  
Ma Mère !  
Vers moi vous revenez du ciel comme pour me prendre dans vos bras.  
Je me rappelle les jours de guerre quand la vie était défi et peine,  
Des kilomètres à marcher, bien avant que le soleil ne se lève,  
Marcher jusqu'au temple pour les leçons du très saint professeur.  
Des kilomètres encore jusqu'à l'école pour l'enseignement arabe.  
Monter sur les collines sableuses jusqu'au Chemin de la Gare,  
Prendre les journaux et les distribuer aux citoyens de la ville du temple,  
Quelques heures après le lever du soleil, aller à l'école.  
Le soir, un temps pour les affaires avant d'étudier dans la nuit.  
Que de peines pour un jeune garçon.  
Ma Mère, vous les avez transformées en une force pieuse  
Avec les cinq mises à genoux et les cinq salutations  
Juste pour la Grâce du Tout-Puissant, Ma Mère.  
Votre grande piété est la force de vos enfants.  
Vous avez toujours partagé le meilleur de vous-même  
Avec *tous ceux* qui en avaient le plus besoin.  
Vous avez toujours donné, et donné avec la foi en Lui.  
Je me souviens toujours du jour de mes dix ans,  
Dormant sur vos genoux à l'envie de mes grands frères et de mes sœurs,  
C'était une nuit de pleine lune, et vous seule connaissiez mon univers.  
Mère ! Ma mère !  
Quand à minuit je me suis réveillé avec des larmes tombant sur mes genoux,  
Vous avez su la douleur de votre enfant, Ma Mère.  
Vos mains pleines de charité, enlevant tendrement la douleur  
Votre amour, votre bonté, votre foi m'ont donné la force  
Pour faire face au monde sans crainte, accompagné de Sa puissance.  
Nous nous reverrons au grand jour du Jugement Dernier, Ma Mère !

**APJ Abdul Kalam**



# Contenu

Préface	page 9
Remerciements	page 10
Introduction	page 11
ORIENTATION	page 13
CRÉATION	page 35
PROPITIATION	page 83
CONTEMPLATION	page 113
Épilogue	page 127



# Préface

J'ai travaillé sous la direction du Dr. APJ Abdul Kalam pendant plus d'une décennie. Cela pourrait sembler me disqualifier pour être son biographe, et je n'avais pour sûr aucune idée que je pourrais l'être. Un jour où je parlais avec lui, je lui ai demandé s'il avait un message pour les jeunes Indiens. Son message m'a fasciné. Plus tard, j'ai rassemblé tout mon courage pour l'interroger sur ses souvenirs pour pouvoir les coucher sur le papier avant qu'ils ne soient enterrés de manière irréparable sous les sables du temps.

Nous avons eu une longue série d'entretiens tard dans la nuit jusqu'à tôt le matin quand les étoiles s'effacent dans l'aube – tout cela était d'une certaine manière volé sur son programme déjà très chargé de dix-huit heures par jour. La profondeur et l'étendue de ses idées m'ont hypnotisé. Il faisait preuve d'une vitalité intense et prenait visiblement un immense plaisir dans le monde des idées. Sa conversation n'était pas toujours facile à suivre, mais elle était toujours fraîche et stimulante. Il y avait des complexités, des subtilités, des métaphores intrigantes et de nombreuses parenthèses dans son récit, mais graduellement le déploiement de son esprit brillant a pris la forme d'un discours suivi.

Quand je me suis assis pour écrire ce livre, j'ai pensé qu'il demandait plus de capacités que je n'en avais. Mais conscient de l'importance de cette tâche et considérant comme un honneur d'avoir été autorisé à l'entreprendre, j'ai prié sincèrement pour avoir le courage et l'énergie de l'accomplir.

Ce livre est écrit pour les gens ordinaires de l'Inde, pour lesquels le Dr. Kalam a une immense affection, et dont le Dr. Kalam fait certainement partie. Il a un rapport intuitif avec les personnes les plus humbles et les plus simples, c'est une indication de sa propre simplicité et de sa spiritualité innée.

En ce qui me concerne, la rédaction de ce livre a été comme un pèlerinage. Par l'intermédiaire du Dr. Kalam, j'ai eu la grâce de la révélation que la véritable joie de vivre ne peut être trouvée que d'une seule manière - dans la communion personnelle avec la source éternelle de connaissance qui est cachée en nous-mêmes – celle que chaque personne est invitée à chercher et à trouver pour soi-même. Bon nombre d'entre vous ne pourront jamais rencontrer le Dr. Kalam en personne, mais j'espère que vous apprécierez sa compagnie par le biais de ce livre, et qu'il deviendra votre ami spirituel.

Je n'ai pu inclure dans ce livre que quelques-uns des épisodes parmi tous ceux que le Dr. Kalam m'a racontés. En fait, ce livre ne fournit qu'une description miniature de la vie du Dr. Kalam. Il est tout à fait possible que certains épisodes importants aient été oubliés par inadvertance et que les contributions d'un certain nombre de personnes aux projets coordonnés par le Dr. Kalam n'aient pas été mentionnées. Puisqu'un quart de siècle de vie professionnelle me sépare du Dr. Kalam, quelques questions importantes pourraient également ne pas avoir été rapportées ou alors avoir été distordues. Je suis le seul responsable de tels manquements, qui sont, bien sûr, totalement involontaires.

Arun Tiwari

# Remerciements

Je souhaite exprimer ma gratitude à toutes les personnes impliquées dans l'écriture de ce livre, particulièrement M. YS Rajan, M.A Sivathanu Pillai, M. RN Agarwal, M. Prahlada, M. KVSS Prasada Rao et le Dr. SK Salwan, qui ont été très généreux en partageant leur temps et leurs connaissances avec moi.

Je suis reconnaissant au Professeur KAV Pandalai et à M.R Swaminathan, pour leurs relectures critiques du texte. Je remercie le Dr. B Soma Raju de son soutien à ce projet, toujours tacite mais très réel. Mes remerciements sincères vont à mon épouse et critique inépuisable, le Dr. Anjana Tiwari, pour ses commentaires souvent sévères, mais accompagnés d'un soutien plein de tendresse.

Cela fut un plaisir de travailler avec Universities Press, et j'ai beaucoup apprécié la coopération avec les équipes d'édition et de production.

Il y a beaucoup de personnes remarquables, comme le photographe M. Prabhu, qui de manière désintéressée ont enrichi ce livre et moi-même au delà de toute mesure. Je les remercie toutes. Et pour terminer, je dois ma gratitude la plus profonde à mes fils, Aseem et Amol - pour leur appui moral inébranlable pendant tout ce travail d'écriture, et parce que je vois en eux cette attitude envers la vie que le Dr. Kalam admire, et que j'ai voulu refléter dans cet ouvrage.

Arun Tiwari

# Introduction

Ce livre paraît à un moment où les efforts technologiques fournis par l'Inde pour affirmer sa souveraineté et renforcer sa sécurité sont remis en question par un certain nombre d'autres pays dans le monde. Historiquement, les peuples se sont toujours battus pour un problème ou un autre. Durant la Préhistoire, on se battait pour de la nourriture et des abris. Au fil du temps, ce sont les croyances religieuses et idéologiques qui ont fait l'objet des guerres ; et maintenant les principales batailles se font pour la suprématie économique et technologique, avec des moyens guerriers sophistiqués. En conséquence, détenir la suprématie économique et technologique, c'est avoir le pouvoir politique et le contrôle du monde.

Quelques nations, qui se sont très fortement développées d'un point de vue technologique au cours des derniers siècles, se sont battues pour prendre le contrôle, pour servir leurs propres objectifs. Ces grandes puissances sont devenues les leaders auto-proclamés du nouvel ordre mondial. Que peut faire un pays d'un milliard de personnes, comme l'Inde, dans une telle situation ? Nous n'avons aucune autre option que d'être forts sur le plan technologique. Mais l'Inde peut-elle être un leader en matière de technologie ? Ma réponse est un emphatique « Oui ». Et je voudrais confirmer ma réponse en racontant quelques épisodes de ma vie.

Quand j'ai commencé à faire resurgir les souvenirs qui se trouvent dans ce livre, je ne savais pas trop lesquels valaient la peine d'être racontés ni même lesquels avaient tout simplement de l'importance. Mon enfance est précieuse pour moi, mais aurait-elle quelque intérêt pour d'autres ? Je me demandais si cela valait la peine que le lecteur prenne du temps pour lire les tribulations et les triomphes d'un garçon issu d'un petit village ? Le récit des circonstances de ma période scolaire, en passant par les petits travaux que j'ai pu faire pour payer mes frais d'études, et le fait que ma décision de devenir végétarien était en partie due à mes contraintes financières quand j'étais jeune étudiant – en quoi tout cela pourrait-il intéresser le grand public ? En fin de compte, je me suis dit que c'était utile, ne serait-ce que pour raconter l'histoire de l'Inde moderne, parce qu'un destin individuel et la matrice sociale dans laquelle il est inclus ne peuvent pas être considérés séparément. Après m'en être persuadé, il a semblé approprié d'inclure l'histoire de ma tentative frustrée de devenir pilote dans l'Armée de l'Air et la manière dont je suis devenu un ingénieur spécialiste des fusées, et non pas le contrôleur des impôts dont avait rêvé mon père.

Finalement, j'ai décidé de décrire les êtres qui ont eu une influence profonde sur ma vie. En cela, ce livre est également une manière de dire merci à mes parents et à ma famille proche, aux professeurs et aux maîtres que j'ai eu la chance d'avoir, quand je faisais mes études, et aussi dans ma vie professionnelle. C'est également un hommage à l'enthousiasme sans faille et aux efforts des jeunes collègues qui m'ont aidé à réaliser nos rêves collectifs. Les mots célèbres d'Isaac Newton, à propos de se tenir sur les épaules des géants, sont valides pour chaque scientifique et je dois certainement une grande dette de connaissances et d'inspiration à la lignée distinguée de ces scientifiques indiens qui comprenait Vikram Sarabhai, Satish Dhawan et Brahm Prakash. Ils ont joué des rôles importants dans ma vie et dans l'histoire de la science indienne.

J'ai eu soixante ans révolus le 15 octobre 1991. J'avais décidé de consacrer ma retraite à accomplir ce que je voyais comme mes devoirs dans le domaine des services sociaux. Au lieu de cela, deux choses se sont produites simultanément. D'abord, j'ai accepté de continuer au service du gouvernement pendant trois années supplémentaires, et ensuite, un jeune collègue, Arun Tiwari, m'a demandé de partager mes réminiscences avec lui, de sorte qu'il puisse les écrire. C'était quelqu'un qui avait travaillé dans mon laboratoire depuis 1982, mais je ne l'avais jamais vraiment bien connu jusqu'en février 1987 où je lui ai rendu visite à l'Unité de Soins Coronaires Intensifs de l'Institut des Sciences Médicales Nizam à Hyderabad. Il n'avait que 32 ans, et il luttait vaillamment pour sa vie. Je lui ai demandé s'il y avait quelque chose qu'il voulait que je fasse pour lui. « Donnez-moi votre bénédiction, monsieur, » a-t-il dit, « de sorte que je puisse avoir une vie plus longue et que je puisse accomplir au moins l'un de vos projets. »

L'attachement de ce jeune homme m'a ému et j'ai prié toute la nuit pour son rétablissement. Le Seigneur a répondu à mes prières et Tiwari a été en mesure de revenir travailler un mois plus tard. Il a réalisé un excellent travail en m'aidant à réaliser le fuselage du missile Akash à partir de rien en un temps très court de moins de trois ans. Il s'est alors mis à la tâche de raconter mon histoire. Au cours de l'année passée, il a patiemment transcrit les fragments de mon histoire et les a convertis en un récit vivant. Il a aussi méticuleusement fait le tour de ma bibliothèque personnelle et choisi parmi les poèmes ceux que j'avais marqués en les lisant, et il les a inclus dans le texte.

Cette histoire est je l'espère un compte-rendu, non seulement de mes tribulations et de mes triomphes personnels, mais aussi des succès et des revers de la communauté scientifique de l'Inde moderne, luttant pour s'établir aux premiers rangs de la technologie. C'est l'histoire d'une aspiration nationale et d'un effort coopératif. Et, c'est ainsi que je le vois, la saga de l'Inde à la recherche de son autonomie scientifique et de sa compétence technologique est une parabole pour le temps présent.

Sur notre belle planète, Dieu a créé chacune des créatures pour qu'elle remplisse un rôle particulier. Tout ce que j'ai pu réaliser dans ma vie l'a été par Son aide, et est l'expression de Sa volonté. Il m'a manifesté Sa grâce en me donnant des maîtres et des collègues exceptionnels, et quand je rends hommage à ces personnes remarquables, je ne fais que célébrer Sa gloire. Toutes ces fusées et tous ces missiles sont Son travail par le biais d'une petite personne qui s'appelle Kalam, afin de dire aux masses de millions de citoyens de l'Inde, de ne jamais se sentir petits ou délaissés. Nous sommes nés avec un feu divin en nous. Nous devons donner des ailes à ce feu et remplir le monde de la lueur de sa bonté.

Que Dieu vous bénisse !

APJ Abdul Kalam

# I

# ORIENTATION

[1931-1963]

*Toute cette terre est à Lui,  
et à Lui appartiennent ces immenses cieux sans limites;  
Les deux océans sont en Lui,  
et pourtant on Le trouve dans cette petite mare.*

ATHARVA VEDA

Livre 4, hymne 16

# 1

Je suis né d'une famille Tamoule de la classe moyenne dans la ville de l'île de Rameswaram, située dans ce qui était autrefois l'Etat de Madras. Mon père, Jainulabdeen, n'avait pas vraiment eu de scolarité, ni beaucoup d'argent; mais en dépit de ces lacunes, il possédait une grande sagesse intérieure et une profonde générosité spirituelle. Il avait pour l'assister une compagne idéale en la personne de ma mère, Ashiamma. Je ne me souviens pas du nombre exact de personnes qu'elle nourrissait chaque jour, mais je suis presque sûr que bien plus d'étrangers mangeaient avec nous que tous les membres de toute notre famille réunis.

Mes parents étaient considérés par beaucoup comme un couple idéal. La lignée de ma mère était la plus distinguée, depuis que l'un de ses ancêtres avait été investi du titre de « Bahadur » par les Anglais.

J'étais un enfant parmi beaucoup d'autres – un petit garçon sans rien de particulièrement remarquable, né de parents plutôt grands et beaux. Nous vivions dans notre maison familiale, qui avait été construite au milieu du 19ème siècle. C'était une assez grande maison en matériaux « *pucca* », faite de briques et de ciment, située Rue de la Mosquée à Rameswaram. Dans son austérité, mon père évitait tout confort et tout luxe superflus. Cependant, nous avions tout le nécessaire en termes de nourriture, de soins médicaux ou de vêtements. En fait, je dirais que j'ai eu une enfance très paisible, autant sur le plan matériel que sur le plan affectif.

Habituellement, je mangeais avec ma mère, assis par terre dans la cuisine. Elle déposait devant moi une feuille de bananier, sur laquelle elle mettait du riz et du *sambhar* aromatique, des sortes de piments fait-maison, avec une cuillerée de *chutney* de noix de coco fraîches.

Le célèbre temple de Shiva, qui a fait de Rameswaram un lieu sacré pour les pèlerins, était à environ dix minutes à pied de notre maison. Notre localité était principalement musulmane, mais il y avait aussi un bon nombre de familles hindoues, qui vivaient en bons termes avec leurs voisins musulmans. Il y avait une très vieille mosquée dans notre quartier, où mon père m'emmenait pour les prières du soir. Je n'avais pas la moindre idée de la signification des prières chantées en arabe, mais j'étais absolument convaincu qu'elles parvenaient jusqu'à Dieu. Quand mon père sortait de la mosquée après la prière, des gens de différentes religions l'attendaient assis dehors. La plupart d'entre eux présentaient à mon père des cuvettes d'eau dans lesquelles il plongeait le bout de ses doigts en disant une prière. Cette eau était alors apportée dans les maisons pour être donnée aux malades. Je me souviens également de personnes qui venaient pour nous remercier après avoir leur guérison. Mon père souriait toujours, en leur demandant de remercier Allah le bienveillant et le miséricordieux.

Le grand prêtre du temple de Rameswaram, Pakshi Lakshmana Sastry, était un des intimes de mon père. L'un des plus vifs souvenirs de ma petite enfance est celui de ces deux hommes, dans leurs vêtements traditionnels respectifs, discutant d'affaires spirituelles. Quand je suis devenu assez grand pour poser des questions, j'ai interrogé mon père au sujet de l'utilité de la prière. Mon père m'a dit qu'il n'y avait rien de mystérieux dans la prière. En revanche, la prière rendait possible une communion de l'esprit entre les personnes. « Quand on prie, » disait-il, « on dépasse ses limites

charnelles et on devient une partie du cosmos, où n'existent pas de différences de richesse, d'âge, de caste, ou de croyance. »

Mon père savait traduire des concepts spirituels complexes en des termes très simples du tamoul de tous les jours. Un jour, il m'a dit, « Quelque soit son époque, le lieu où il vit, sa manière d'être, et le degré d'évolution qu'il a pu atteindre, qu'elle soit positive ou négative, chaque être humain est un élément spécifique de la totalité de la manifestation de l'Être Divin. Alors pourquoi avoir peur des difficultés, des souffrances et des problèmes ? Quand surviennent les ennuis, essayons de comprendre le sens de nos souffrances. L'adversité offre toujours des opportunités d'introspection. »

J'ai demandé à mon père : « Pourquoi ne dites-vous pas cela aux personnes qui viennent chez vous pour trouver aide et conseil ? ». Il a mis les mains sur mes épaules et m'a regardé droit dans les yeux. Pendant un moment il n'a rien dit, comme s'il éprouvait ma capacité à comprendre ses mots. Puis il m'a répondu d'une voix grave et profonde et sa réponse m'a empli d'un enthousiasme et d'une énergie étranges :

« Chaque fois qu'un être humain se retrouve seul, sa réaction naturelle est de se mettre à rechercher de la compagnie. Chaque fois qu'il a des ennuis, il cherche quelqu'un pour l'aider. Chaque fois qu'il se trouve dans une impasse, il cherche quelqu'un pour lui indiquer la sortie. À chaque angoisse, à chaque attente, à chaque désir, qui sans cesse reviennent correspond une personne spécialement disposée à aider. Pour la plupart des gens qui viennent me voir au cœur de leur détresse, je suis un intermédiaire dans leurs efforts pour apaiser les forces démoniaques par des prières et des offrandes. Ce n'est, en aucun cas, une démarche appropriée et on ne devrait jamais la suivre. Il nous faut comprendre la différence qu'il y a entre une vision du destin basée sur des craintes extérieures, et la vision qui nous permet d'aller combattre ce qui en nous-mêmes s'oppose à notre accomplissement. »

Je me souviens de mon père commençant sa journée à quatre heures du matin en lisant avant l'aube la prière du *namaz*. Après le *namaz*, il avait l'habitude de marcher jusqu'à une petite plantation de noix de coco que nous possédions, à six ou sept kilomètres de notre maison. Il revenait, avec sur son épaule une douzaine de noix de coco qu'il avait attachées ensemble, et alors seulement il prenait son petit déjeuner. C'est resté sa routine, même à soixante ans passés.

Tout au long de ma vie, j'ai essayé d'imiter mon père dans mon univers de science et de technologie. J'ai tenté de comprendre les vérités fondamentales que mon père m'avait révélées, et j'ai la conviction qu'il existe en ce monde une puissance divine qui peut nous sortir de la confusion, de la misère, de la mélancolie et de l'échec pour nous mener vers la place qui est la nôtre. Et une fois que l'individu a rompu ses attaches émotionnelles et physiques, il est sur la voie de la liberté, du bonheur et de la paix de l'âme.

J'avais à peu près six ans quand mon père s'est embarqué dans un projet de construction d'un voilier en bois pour transporter les pèlerins entre Rameswaram et Dhanuskodi, (également appelée Sethukkarai). Il travaillait à la construction du bateau au bord de la mer, avec l'aide d'un proche de la famille, Ahmed Jallaluddin, qui a plus tard épousé ma sœur Zohara. J'ai regardé le bateau prendre forme. La coque et les caissons en bois étaient durcis à la chaleur de feux de bois. La construction du bateau de mon père avançait bien quand, un jour, un cyclone avec des vents de plus de 160

km/h a emporté notre bateau, avec une partie de la côte de Sethukkarai. Le pont de Pamban s'est effondré, entraînant avec lui un train plein de passagers. Jusqu'alors, j'avais seulement vu la beauté de la mer, et là, le caractère indomptable de sa force est venu à moi comme une révélation.

À l'époque où le bateau a rencontré sa fin prématurée, Ahmed Jallaluddin était devenu l'un de mes amis proches, en dépit de notre différence d'âge. Il avait environ 15 ans de plus que moi et il avait pris l'habitude de m'appeler Azad. Nous avions coutume de faire tous les soirs de longues promenades ensemble. Nous partions de la Rue de la Mosquée en nous dirigeant vers les plages de sable qui bordaient l'île, Jallaluddin et moi parlions principalement de sujets ayant trait à la spiritualité. L'ambiance de Rameswaram, avec ses rassemblements de pèlerins, était propice à de telles discussions. Nous faisons notre première halte à l'imposant temple du Seigneur Shiva. En faisant le tour du temple avec la même vénération que n'importe quel pèlerin venu de l'autre bout du pays, nous sentions qu'un flux d'énergie nous traversait.

Jallaluddin parlait de Dieu comme si il travaillait en association avec Lui. Il présentait tous ses doutes à Dieu comme si Celui-ci se tenait tout près pour les entendre. Je regardais Jallaluddin puis je portais mon regard vers les grands groupes de pèlerins autour du temple, qui prenaient des bains sacrés dans la mer, qui suivaient des rituels et qui récitaient des prières avec un sentiment de respect envers ce même Inconnu que nous considérions comme le Tout-puissant aux mystères impénétrables. Je n'ai jamais eu de doute sur le fait que ces prières qui montaient du temple allaient vers la même destination que celles offertes dans notre mosquée. Je me suis seulement demandé si Jallaluddin n'avait pas en plus un quelconque lien privilégié avec Dieu. Sa scolarité avait été limitée, essentiellement en raison des moyens restreints dont disposait sa famille. Cela pourrait être la raison pour laquelle Jallaluddin m'a toujours encouragé à exceller dans mes études et pour laquelle il se réjouissait de mes succès comme si c'étaient les siens. Je n'ai jamais trouvé chez Jallaluddin la moindre trace de ressentiment pour les privations auxquelles il était confronté. Au contraire, il était toujours plein de gratitude pour tout ce que la vie avait choisi de lui donner.

D'ailleurs, à l'époque dont je parle, il était la seule personne de toute l'île à savoir écrire en anglais. Il écrivait des lettres pour pratiquement tous ceux qui en avaient besoin, que ce soit pour trouver un emploi ou pour autre chose. Personne à ma connaissance, que ce soit dans ma famille ou dans le voisinage n'avait le niveau d'éducation de Jallaluddin ni aucun lien important avec le monde extérieur. Jallaluddin me parlait toujours des personnes instruites, des découvertes scientifiques, de la littérature contemporaine, et des progrès de la médecine. C'est lui qui m'a fait prendre conscience qu'il y avait une sorte de « meilleur des mondes » au delà de nos horizons restreints.

Dans l'environnement modeste de ma jeunesse, les livres étaient un produit rare. Par rapport aux normes locales, la bibliothèque personnelle de STR Manickam, un ancien nationaliste « révolutionnaire », ou du moins militant, était importante. Il m'a encouragé à lire tout ce que je pouvais et je lui ai souvent rendu visite pour emprunter des livres.

Une autre personne qui a considérablement influencé ma jeunesse a été mon cousin germain, Samsuddin. Il était l'unique distributeur de journaux à Rameswaram. Les journaux arrivaient le matin à la gare de Rameswaram par le train de Pamban. Le relais de distribution de Samsuddin était une organisation qui ne comprenait qu'une seule personne, pour satisfaire la demande de lecture d'une population lettrée d'un millier de personnes de la ville de Rameswaram. Ces journaux étaient achetés principalement pour suivre au jour le jour l'évolution du mouvement d'indépendance nationale, pour lire la rubrique astrologique ou pour suivre le taux de change des

lingots d'or prévalant à Madras. Quelques lecteurs avec des perspectives plus cosmopolites discutaient d'Hitler, de Mahatma Gandhi et de Jinnah, et presque tous finissaient par se retrouver dans le puissant courant politique du mouvement lancé par Periyar EV Ramaswamy contre les Hindous des hautes castes. Le *Dinamani* était le journal le plus recherché. Comme la lecture de textes imprimés était au delà de mes capacités, je devais me satisfaire d'un coup d'œil aux images des journaux avant que Samsuddin ne les distribue à ses clients.

Quand la deuxième guerre mondiale a éclaté en 1939, j'avais huit ans. Pour des raisons que je n'ai jamais pu comprendre, il y a eu sur le marché une demande soudaine de graines de tamarinier. J'avais pris l'habitude de ramasser les graines et je les vendais à une épicerie de la Rue de la Mosquée. La récolte d'une journée me rapportait la somme princière d'un *anna*. Jallaluddin me racontait des histoires de la guerre que j'essayais ensuite de retrouver dans les titres du *Dinamani*. Notre région, qui était isolée, était complètement à l'écart de la guerre. Mais bientôt l'Inde a dû adhérer aux forces alliées et une sorte d'état d'urgence a été déclaré. Les premiers dégâts sont venus sous la forme d'une suppression de l'arrêt du train à la gare de Rameswaram. Les journaux ont alors dû être ficelés en paquets et jetés du train en marche sur la route de Rameswaram entre Rameswaram et Dhanuskodi. Cela a obligé Samsuddin à chercher de l'aide pour attraper les paquets et, comme si cela allait de soi, c'est moi qui ai rempli cette tâche. C'est ainsi que Samsuddin m'a permis de gagner mon premier salaire. Un demi-siècle plus tard, je peux encore sentir monter en moi ce flot de fierté d'avoir pour la première fois gagné mon propre argent.

Chaque enfant naît, avec certaines caractéristiques héritées, dans un environnement socio-économique et émotif spécifique, et la manière dont il se forme dépend des personnes qui ont autorité sur lui. J'ai hérité de l'honnêteté et de l'autodiscipline de mon père, et de ma mère, j'ai hérité de sa foi en la bonté et de sa profonde gentillesse. Il en a été de même pour mes trois frères et pour ma sœur. Mais c'est le temps que j'ai passé avec Jallaluddin et Samsuddin qui a peut-être le plus contribué à la singularité de mon enfance et qui a fait toute la différence pour le restant de ma vie. La sagesse innée de Jallaluddin et de Samsuddin était si intuitive et si sensible aux messages non-verbaux, que je peux sans aucune hésitation attribuer la créativité que j'ai manifestée plus tard au fait qu'ils ont accompagné mon enfance.

J'ai eu trois amis intimes dans mon enfance - Ramanadha Sastry, Aravindan, et Sivaprakasan. Tous ces garçons étaient de familles hindoues brahmanes orthodoxes. Quand nous étions enfants, nous n'avons jamais senti de différence entre nous en raison de nos divergences en matière de religion et d'éducation. De fait, Ramanadha Sastry était le fils de Pakshi Lakshmana Sastry, le grand prêtre du temple de Rameswaram. Plus tard, il a repris de son père la charge de son père au temple de Rameswaram; Aravindan s'est investi dans les affaires de transport des pèlerins ; et Sivaprakasan est devenu entrepreneur dans la restauration pour les Southern Railways.

Pendant la cérémonie annuelle du Shri Sita Rama Kalyanam, notre famille préparait des bateaux avec une plate-forme spéciale pour transporter les idoles du Seigneur du temple jusqu'au site où se déroulait le mariage, au milieu d'un étang qui s'appelait Rama Tirtha et qui était proche de notre maison. Et les épisodes du *Ramayana* et de la vie du prophète étaient les histoires que ma mère et ma grand-mère racontaient aux enfants de notre famille pour nous endormir.

Un jour, alors que j'étais dans ma cinquième année de scolarité primaire à l'école de Rameswaram, un nouveau maître est arrivé dans notre classe. J'avais l'habitude de porter un bonnet qui m'identifiait en tant que musulman, et j'étais toujours assis au

premier rang à côté de Ramanadha Sastry, qui portait un collier sacré. Le nouveau maître n'a pas pu se faire à l'idée que le fils d'un prêtre hindou soit assis près d'un garçon musulman. En vertu de notre rang social, tel que le percevait notre nouveau maître, j'ai été invité à aller m'asseoir sur le banc du dernier rang. Je me suis senti très triste, et Ramanadha Sastry aussi. Il donnait l'impression d'être lui-même profondément rabaissé pendant que je me déplaçais jusqu'à la dernière rangée. L'image que j'ai de lui, pleurant pendant que je partais vers ce dernier rang, m'a durablement marqué.

Après la classe, nous sommes rentrés à la maison et avons raconté l'incident à nos parents respectifs. Lakshmana Sastry a convoqué le maître, et en notre présence, lui a dit qu'il ne devrait pas répandre le poison de l'inégalité sociale et de l'intolérance communautaire dans l'esprit d'enfants innocents. Il a sans ambages demandé au maître de faire ses excuses ou de quitter l'école et l'île. Non seulement le maître a déclaré regretter son comportement, mais la force de conviction avec laquelle Lakshmana Sastry s'est exprimé a finalement conduit ce jeune maître à s'améliorer.

D'une manière générale, la petite société de Rameswaram était fortement stratifiée et très stricte en termes de ségrégation des différents groupes sociaux. Cependant, mon professeur de Sciences Sivasubramania Iyer, en dépit du fait qu'il était brahmane orthodoxe avec une épouse très conservatrice, était une sorte de rebelle. Il faisait de son mieux pour casser les barrières sociales de telle sorte que des gens de milieux variés puissent se mélanger facilement. Il passait des heures avec moi et il me disait, « Kalam, je veux que vous vous développiez jusqu'à ce que vous soyez l'égal des personnes hautement éduquées des grandes villes. »

Un jour, il m'a invité chez lui pour un repas. Son épouse était horrifiée à l'idée qu'un garçon musulman soit invité à dîner dans sa cuisine si rituellement pure. Elle a refusé de m'y servir. Sivasubramania Iyer n'a pas été troublé, et il ne s'est pas fâché avec son épouse, mais au lieu de tout ça, il m'a servi de ses propres mains et s'est assis à côté de moi pour manger son repas. Sa femme nous observait de derrière la porte de la cuisine. Je me suis demandé si elle avait remarqué des différences dans la manière dont je mangeais le riz, dont je buvais l'eau ou la façon dont j'ai nettoyé le sol après le repas. Au moment où je quittais sa maison, Sivasubramania Iyer m'a invité à le retrouver à nouveau pour dîner le week-end suivant. Remarquant mon hésitation, il m'a demandé de ne pas me troubler, et m'a dit, « une fois que vous avez décidé de changer le système, il faut faire face à ce genre de problèmes. » Quand je suis revenu dans sa maison une semaine après, l'épouse de Sivasubramania Iyer m'a amené à l'intérieur de sa cuisine et elle m'a servi la nourriture de ses propres mains.

Et puis la deuxième guerre mondiale s'est terminée et l'indépendance de l'Inde était imminente. « Les Indiens vont construire leur Inde à eux, » avait déclaré Gandhiji . Tout le pays était rempli d'un optimisme sans précédent. J'ai demandé à mon père la permission de quitter Rameswaram et d'aller dans la capitale locale de Ramanathapuram.

Il m'a dit, comme s'il pensait à haute voix, « Abul ! Je sais que tu dois partir pour grandir. La mouette ne vole-t-elle pas de ses propres ailes vers le Soleil, loin de son nid ? Tu dois renoncer à ton attachement pour la terre de tes souvenirs et partir vers les lieux où logent tes plus grands désirs; notre amour ne doit pas te retenir et nos besoins ne doivent pas t'arrêter. » Il a cité Khalil Gibran à ma mère hésitante : « Vos enfants ne sont pas vos enfants. Ils sont les fils et les filles de la Vie elle-même. Ils viennent par vous mais pas de vous. Vous pouvez leur donner votre amour mais non vos pensées. Car ils ont leurs propres pensées. »

Il m'a emmené avec mes trois frères à la mosquée et il a récité la sourate *Al Fatih*a du Saint Coran. En me mettant dans le train à la gare de Rameswaram, il m'a dit, « Cette île peut héberger ton corps mais pas ton âme. Ton âme demeure dans la maison de l'avenir qu'aucun de nous ici à Rameswaram ne peut visiter, pas même dans nos rêves. Puisse Dieu te bénir, mon enfant ! »

Samsuddin et Ahmed Jallaluddin ont fait le voyage avec moi jusqu'à Ramanathapuram pour m'inscrire au Lycée Schwartz, et pour m'y mettre en pension. D'une certaine manière, je ne me suis pas fait à ce nouvel environnement. Ramanathapuram était une ville prospère, un peu artificielle, d'environ cinquante mille habitants, mais la cohérence et l'harmonie de Rameswaram y étaient absentes. Ma maison me manquait et je ne ratais aucune occasion de retourner à Rameswaram. L'attraction du potentiel éducatif à Ramanathapuram n'était pas assez forte pour annuler celle du *poli*, un gâteau du Sud de l'Inde que préparait ma mère. En fait, elle en préparait douze variétés différentes, dont le mariage faisait ressortir la saveur de chacun des ingrédients utilisés de la meilleure manière possible.

En dépit du mal du pays que je ressentais, j'étais bien décidé à m'adapter à mon nouvel environnement parce que je savais que mon père avait investi de grands espoirs dans mon succès. Mon père voyait en moi un futur fonctionnaire des impôts et je pensais que c'était mon devoir de réaliser son rêve, même si je regrettais désespérément le côté familial, la sécurité et les confort de Rameswaram,

Jallaluddin me parlait de la puissance de la pensée positive et souvent je me rappelais ses paroles quand je me sentais nostalgique ou affligé. Je m'efforçais de faire comme il avait dit, d'arriver à contrôler mes pensées et mon esprit et, par ce moyen, d'influencer mon destin. Ironiquement, ce destin ne m'a pas ramené à Rameswaram, mais, au contraire, entraîné encore plus loin de la maison de mon enfance.

\* \* \*

## 2

Une fois que je me suis installé au Lycée Schwartz à Ramanathapuram, l'enthousiasme de mes quinze ans a repris le dessus. Mon professeur, Iyadurai Solomon, était un guide idéal pour un jeune esprit plein de désir mais incertain quant aux possibilités et aux choix qui s'ouvraient devant lui. Avec son ouverture d'esprit et son attitude chaleureuse, il mettait ses élèves à l'aise dans sa classe. Il disait qu'un bon élève pouvait apprendre avec un mauvais professeur d'avantage qu'un mauvais élève avec un professeur talentueux.

Pendant mon séjour à Ramanathapuram, mes rapports avec lui se sont développés au delà d'une simple relation entre professeur et élève. En sa compagnie, j'ai appris qu'on pouvait exercer une énorme influence sur les événements de sa propre vie. Iyadurai Solomon disait, « pour réussir dans la vie et pour avoir des résultats, il faut comprendre et maîtriser trois forces puissantes – le désir, la foi, et l'espérance. » Iyadurai Solomon, qui plus tard est devenu Révérend, m'a enseigné qu'avant que quelque chose que je voulais puisse se produire, il fallait que je le désire intensément et que je sois absolument certain que cela arriverait. Par exemple, j'avais été fasciné par les mystères du ciel et par le vol des oiseaux depuis ma petite enfance. Je regardais les grues et les mouettes s'élever vers les cieux et j'étais rempli du désir de voler. J'étais un garçon provincial tout simple, mais j'étais convaincu qu'un jour, moi aussi, je volerais dans le ciel. Et de fait, je suis le premier enfant de Rameswaram à avoir volé.

Iyadurai Solomon était un grand professeur parce qu'il inculquait aux enfants un sens de leur propre valeur. Solomon m'a permis d'élever très haut l'estime que je pouvais avoir de moi-même et il m'a convaincu, moi, le fils de parents qui n'avaient pas eu le privilège de recevoir une éducation, que je pouvais aspirer à devenir ce que je souhaiterais. Il disait : « Avec la foi, on peut changer son destin ».

Un jour, alors que j'étais en classe de quatrième, mon professeur de mathématiques, Ramakrishna Iyer, faisait un cours dans une autre classe. Par distraction, je suis entré dans cette salle de classe et à la façon d'un ancien despote, Ramakrishna Iyer m'a attrapé par le cou et m'a donné des coups de bâton devant toute la classe. Quelques mois plus tard, quand j'ai eu les meilleures notes en mathématiques, il a raconté l'incident à l'école tout entière pendant le rassemblement du matin : « Tous ceux à qui je donne des coups de bâton deviennent de grands hommes ! Ecoutez-moi bien, ce garçon va apporter la gloire à son école et à ses professeurs. » Son éloge a tout à fait compensé l'humiliation que j'avais reçue précédemment !

Au moment où j'ai terminé mes classes au Lycée Schwartz, j'étais devenu un garçon plein d'assurance bien déterminé à réussir. J'ai pris la décision de continuer mes études sans la moindre hésitation. Pour nous, à cette époque, nous n'avions pas conscience des possibilités d'une éducation professionnelle; l'enseignement supérieur signifiait simplement aller à l'Université. L'Université la plus proche était à Tiruchchirappalli, qui s'écrit aujourd'hui Trichinopoly, et qu'on appelait Trichi pour faire plus court.

En 1950, je suis entré à l'Université St Joseph, à Trichi, pour y étudier et passer une licence. Je n'étais pas un étudiant brillant en termes de notes aux examens mais,

grâce à mes deux vieux copains de Rameswaram, j'avais acquis une tournure d'esprit pragmatique.

Toutes les fois que je revenais à Rameswaram quand j'étais au Lycée Schwartz, mon frère aîné Mustafa Kamal, qui tenait une épicerie sur la route de la gare, m'appelait pour que je lui apporte un peu d'aide et alors il disparaissait pendant des heures en me laissant la responsabilité du magasin. Je vendais de l'huile, des oignons, du riz et un peu de tout. Les articles qui partaient le plus vite, je le voyais, étaient les cigarettes et les bidis. Je me demandais ce qui poussait des pauvres à faire partir en fumée l'argent qu'ils avaient durement gagné. Quand Mustafa n'avait pas besoin de moi, c'était mon jeune frère, Kasim Mohamed, qui me confiait son kiosque où je vendais des souvenirs faits de coquillages.

A St Joseph, j'ai eu la chance de trouver un professeur comme le Révérend Père TN Sequeira. Il nous enseignait l'anglais et il était également gardien de notre pension. Nous étions environ une centaine de garçons à vivre dans une pension hôtelière de trois étages. Le Révérend Père allait voir chaque garçon, chaque soir, avec une bible à la main. Son énergie et sa patience nous étonnaient. C'était quelqu'un de très prévenant qui prenait vraiment soin de ses étudiants même dans les plus petits détails. Pendant le Dipavali, sur ses instructions, le Frère responsable de la pension et les volontaires de la cantine se rendaient dans chaque chambre et distribuaient une huile de sésame de qualité pour le bain rituel.

Je suis resté sur le campus de St Joseph pendant quatre années et j'y ai partagé ma chambre avec deux autres étudiants. L'un était un Iyengar orthodoxe de Srirangam et l'autre un chrétien syrien du Kérala. Tous les trois, nous avons passé de bons moments ensemble. Quand j'ai été nommé secrétaire de la cantine végétarienne au cours de ma troisième année de pension, nous avons invité le Recteur, le Révérend Père Kalathil, à déjeuner avec nous un dimanche midi. Notre menu comprenait les meilleurs plats de nos origines diverses. Le résultat était plutôt inattendu, mais le Révérend Père a été très élogieux sur nos efforts. Nous avons apprécié chaque moment passé avec le Révérend Père Kalathil, qui a participé à notre conversation sans prétention avec un enthousiasme d'enfant. Ce fut un événement mémorable pour nous tous.

Mes professeurs de St Joseph étaient de vrais disciples de Kanchi Paramacharya, qui invitaient le monde à « se faire plaisir dans l'action de donner ». Le souvenir vivace de nos professeurs de mathématiques, le Professeur Thothathri Iyengar et le Professeur Suryanarayana Sastry, marchant ensemble sur le campus m'inspire encore à ce jour.

Pendant ma dernière année à St Joseph, j'ai pris goût à la littérature en langue anglaise. J'ai commencé à lire les grands classiques, Tolstoï, Scott et Hardy étaient mes préférés, en dépit de leurs cadres exotiques, puis je suis passé à quelques œuvres de philosophie. C'est vers cette époque que j'ai développé un grand intérêt pour la physique.

A St Joseph, les leçons de physique subatomique de mes enseignants, le Professeur Chinna Durai et le Professeur Krishnamurthy, m'ont initié au concept de la période de demi-vie et aux sujets liés à la désintégration des substances radioactives. Sivasubramania Iyer, mon professeur de sciences à Rameswaram, ne m'avait jamais appris que la plupart des particules subatomiques sont instables et qu'elles se désagrègent au bout d'un certain temps pour donner d'autres particules. Tout ceci je le découvrais pour la première fois. Mais quand il m'apprenait à travailler avec diligence parce que la désintégration est inhérente à toutes les choses complexes, ne parlait-il pas de la même chose ? Je me demande pourquoi certains tendent à voir dans la science quelque chose qui éloigne l'homme de Dieu. Comme je les vois, les chemins de la science peuvent toujours passer par le cœur.

Pour moi, la science a toujours été la voie vers la spiritualité, l'enrichissement et la réalisation de soi.

Même les matrices de pensée rationnelle de la science ont accueilli des contes de fées, je suis un avide lecteur de livres sur la cosmologie et je prends plaisir à lire des choses sur les corps célestes. Beaucoup d'amis, quand ils me posent des questions sur les vols spatiaux, en arrivent parfois à dériver vers l'astrologie. Tout à fait honnêtement, je n'ai jamais vraiment compris la raison de la grande importance symbolique que les gens attachent aux diverses planètes de notre système solaire. En tant qu'art, je n'ai rien contre l'astrologie, mais quand elle cherche à être acceptée en tant que science, je la rejette. Je ne sais pas d'où sont sortis ces mythes au sujet des planètes, des constellations d'étoiles, et même des satellites – comme quoi ils pourraient exercer un pouvoir sur les êtres humains. Ces calculs bien compliqués manipulés à partir des mouvements précis des corps célestes, pour en tirer des conclusions fortement subjectives, me semblent illogiques. Telle que je la vois, c'est la Terre qui est la planète la plus puissante et la plus énergétique. Comme John Milton le dit si joliment dans le livre VIII de son *Paradis perdu* :

*... Quoi, si le Soleil  
est le centre du Monde et si d'autres astres...  
Que serait-ce si .. la Terre, quoiqu'elle semble si immobile,  
se mouvait insensiblement par trois mouvements divers.*

*[Traduction de François René de Chateaubriand ]*

Partout où vous allez sur cette planète, il y a du mouvement et de la vie. Même des choses apparemment inanimées comme des roches, du métal, du bois de construction, de l'argile sont pleines de mouvement intrinsèque - avec des électrons dansant autour de chaque noyau. Ce mouvement provient de leur réponse à l'emprisonnement qui leur est imposé par le noyau, au moyen de forces électriques qui essayent de les tenir aussi proches que possible. Les électrons, tout comme les individus avec une certaine quantité d'énergie, détestent l'emprisonnement. Plus les électrons sont tenus étroitement par le noyau, plus grande sera leur vitesse orbitale : en fait, l'emprisonnement des électrons dans un atome a pour conséquence d'énormes vitesses d'environ 1 000 kilomètres par seconde ! Ces vitesses élevées font apparaître l'atome comme une sphère rigide, à la manière d'un ventilateur qui apparaît comme un disque quand il tourne rapidement. Il est très difficile de comprimer des atomes plus fortement - ce qui donne à la matière son aspect usuel de corps solide. C'est ainsi que tout corps solide contient en lui beaucoup d'espace vide et que tout objet immobile contient en son sein beaucoup de mouvement. C'est comme si la grande danse de Shiva s'exécutait sur Terre pendant chaque moment de notre existence.

Quand je me suis inscrit aux cours de Licence de Sciences à St Joseph, j'ignorais tout des autres options offertes dans l'enseignement supérieur. Je n'avais pas non plus d'informations sur les débouchés de carrière disponibles offerts à un étudiant en sciences. Ce n'est qu'après avoir obtenu une Licence de Sciences que je me suis rendu compte que la physique n'était pas ma voie. Il fallait que j'aille en ingénierie pour réaliser mes rêves. J'aurais pu entrer en Faculté d'Ingénierie depuis longtemps, juste après avoir fini mes deux années initiales. Mieux vaut tard que jamais, me suis-je dit pendant que je changeais de cap en faisant une demande d'admission à l'Institut de Technologie de Madras (MIT), considéré à l'époque comme étant la perle de l'éducation technologique dans le Sud de l'Inde.

Je suis parvenu à être sur la liste des candidats retenus, mais l'admission dans cet établissement prestigieux était assez coûteuse. Il fallait aux environs de mille roupies, et mon père ne pouvait pas y mettre une telle somme. C'est à ce moment que ma sœur Zohara m'a soutenu en hypothéquant sa chaîne et ses bracelets en or. J'ai été profondément touché par sa détermination de me voir m'instruire et par sa foi en mes capacités. J'ai promis de lever l'hypothèque sur ses bracelets avec mes propres revenus. La seule manière que j'avais alors pour gagner de l'argent était d'étudier dur et d'obtenir une bourse. Je m'y suis mis avec toute mon énergie.

Ce qui m'a fasciné le plus au MIT c'était la vision de deux avions déclassés qui étaient exposés pour la présentation des différents sous-systèmes des machines volantes. Je me sentais étrangement attiré par ces appareils, et je restais assis à côté longtemps après que les autres étudiants s'en étaient retournés à la pension, en admiration devant la volonté que manifestaient les hommes de voler librement dans le ciel, comme des oiseaux. Après avoir fini ma première année, quand j'ai dû me décider pour une option spécifique, j'ai presque spontanément choisi la construction aéronautique. A partir de ce moment, l'objectif était très clair dans mon esprit : j'allais piloter des avions. J'en étais convaincu, même si je me rendais compte de mon manque d'assurance, qui était probablement un effet de la modestie de mes origines. A cette époque-là, je faisais des efforts particuliers pour communiquer avec un éventail de personnes différentes. Il y avait des revers, des déceptions et des diversions, mais dans ces périodes de dérive nébuleuse, les mots pleins d'inspiration de mon père me permettaient de tenir bon. « Celui qui connaît les autres est instruit, mais le sage est la personne qui se connaît elle-même. L'instruction sans la sagesse ne sert à rien. »

Au cours de mon éducation au MIT, trois professeurs ont contribué à former ma pensée. Ce qu'ensemble ils m'ont apporté a constitué la base sur laquelle plus tard j'ai bâti ma carrière professionnelle. Ces trois enseignants étaient le Professeur Sponder, le Professeur KAV Pandalai et le Professeur Narasingha Rao. Chacun d'entre eux avait une personnalité très distincte, mais ils avaient en commun une dynamique partagée - la capacité d'alimenter la faim intellectuelle de leurs étudiants par un enseignement brillant et une ardeur infatigable.

Le Professeur Sponder m'a appris les techniques de l'aérodynamique. C'était un Autrichien avec une riche expérience pratique de la construction aéronautique. Pendant la deuxième guerre mondiale, il avait été capturé par les nazis et emprisonné dans un camp de concentration. Tout naturellement, il en avait développé une aversion très forte pour les Allemands. Incidemment, le département aéronautique était dirigé par un Allemand, le Professeur Walter Repenthin. Un autre professeur bien connu, le Dr. Kurt Tank, était un ingénieur aéronautique distingué qui avait conçu le chasseur monoplace allemand Focke-Wulf FW 190, un avion de combat exceptionnel de la deuxième guerre mondiale. Plus tard, le Dr. Tank a rejoint l'entreprise Hindustan Aeronautics Limited (HAL) à Bangalore où il a été responsable de la conception du premier chasseur à réaction de l'Inde, le HF-24 Marut.

Malgré ces petits côtés irritants, le Professeur Sponder avait su préserver son individualité et maintenir un niveau professionnel élevé. Il était toujours calme, énergique, avec un contrôle absolu de lui-même. Il se tenait au courant des progrès des dernières technologies et s'attendait à ce que ses étudiants fassent de même. Je l'ai consulté avant d'opter pour la construction aéronautique. Il m'a dit qu'on ne devrait jamais s'inquiéter de ses perspectives d'avenir : au lieu de cela, il était plus important de se donner des fondations saines, d'avoir suffisamment d'enthousiasme et de vivre avec passion le domaine d'études que l'on avait choisi. La difficulté avec les Indiens, observait le Professeur Sponder, n'était pas un manque de possibilités

éducatives ou de bases industrielles - la difficulté était leur incapacité à distinguer les différentes disciplines et à faire des choix rationnels. Pourquoi l'aéronautique ? Pourquoi pas l'électrotechnique ? Pourquoi pas la construction mécanique ? Moi-même je voudrais dire à tous les étudiants novices en technologies que lorsqu'ils choisissent leur spécialité, le point essentiel à considérer est de savoir si leur choix est en accord avec leurs sentiments et leurs aspirations profondes.

Le Professeur KAV Pandalai m'a enseigné la conception et l'analyse des structures aéronautiques. C'était un professeur joyeux, amical et enthousiaste, qui chaque année abordait son enseignement avec une approche nouvelle. C'est le Professeur Pandalai qui nous a ouvert les secrets de l'ingénierie des structures. Aujourd'hui encore, je crois que tous ceux qui ont suivi les cours du Professeur Pandalai conviendront que c'était un homme de grand savoir et de grande intégrité intellectuelle - sans la moindre trace d'arrogance. Dans ses cours, ses étudiants pouvaient en toute liberté être en désaccord avec lui sur un point ou sur un autre.

Le Professeur Narasingha Rao était un mathématicien, qui nous a enseigné l'aérodynamique théorique. Je me souviens encore de sa méthode pour enseigner la dynamique des fluides. Après avoir suivi ses cours, j'ai commencé à préférer la physique mathématique à n'importe quelle autre discipline. Souvent, on m'a dit que j'arrivais dans les revues de projet aéronautiques avec « un bistouri chirurgical ». Si il n'y avait pas eu les conseils amicaux et insistants du Professeur Rao nous demandant de prouver les équations des écoulements aérodynamiques, je n'aurais pas acquis cet outil métaphorique.

L'aéronautique est un domaine fascinant, portant en soi la promesse de liberté. La grande différence entre la liberté et l'évasion, entre le déplacement et le mouvement, entre la glisse et l'écoulement, sont les secrets de cette science. Mes professeurs me révélèrent ces vérités. A travers leur enseignement méticuleux, ils ont suscité en moi l'enthousiasme pour l'aéronautique. Leur ferveur intellectuelle, leur clarté de pensée et leur passion pour la perfection ont contribué à mon engagement dans une étude poussée des modes dynamiques des mouvements en milieu fluide compressible : le développement, la traînée, le décrochage des ondes de choc ainsi que leurs effets sur la séparation à vitesse croissante des écoulements.

Lentement, un grand amalgame de toutes ces informations s'est fait dans mon esprit. Les dispositifs structuraux des avions ont commencé à prendre de nouvelles significations - les biplans, les monoplans, les avions sans queue, les avions en configuration canard, les ailes delta, tout cela a commencé à devenir pour moi de plus en plus important. Les trois professeurs, tous des autorités dans leurs différents domaines, m'ont aidé à me former un savoir composite.

Ma troisième et dernière année au MIT était une année de transition et elle allait avoir plus tard un grand impact dans ma vie. A cette époque, un nouveau climat de politique éclairée et d'effort industriel étaient en train de se répandre dans le pays. J'ai dû mettre à l'épreuve ma croyance en Dieu et voir si elle pourrait s'insérer dans la matrice de la pensée scientifique. L'opinion commune était qu'une croyance en des méthodes scientifiques était la seule approche valide à la connaissance. Si oui, me demandais-je, la matière était-elle la seule réalité finale et les phénomènes spirituels n'étaient-ils pas qu'une manifestation de la matière ? Est-ce que toutes les valeurs morales n'étaient que relatives, et la perception sensorielle n'était-elle pas la seule source de connaissance et de vérité ? Je me suis interrogé sur ces questions, essayant de résoudre dans cette question gênante d'une « attitude scientifique » et de mes propres intérêts spirituels. Le système de valeurs dans lequel j'avais été nourri était profondément religieux. On m'avait enseigné que la réalité véritable se

trouvait au delà du monde matériel, dans le domaine spirituel, et que la connaissance ne pouvait être obtenue que par l'expérience intérieure.

En attendant, après que j'avais fini de travailler sur mes cours, on m'avait donné un projet de conception d'un avion d'attaque à basse altitude, à développer avec quatre autres condisciples. J'avais pris la responsabilité de préparer et de dessiner le concept aérodynamique. Mes compagnons d'équipe s'étaient répartis les tâches de concevoir la propulsion, la structure, les commandes et l'instrumentation de l'avion. Un jour, mon directeur de projet, le Professeur Srinivasan, qui à cette époque était le directeur du MIT, est venu regarder mes progrès et il les a trouvés médiocres et décevants. J'ai donné une douzaine de raisons pour excuser mon retard, mais aucune d'elles n'a impressionné le Professeur Srinivasan. J'ai finalement plaidé pour avoir un mois de délai pour terminer mon travail. Le professeur m'a regardé pendant un moment, puis il m'a dit : « Regardez, jeune homme, on est aujourd'hui vendredi après-midi. Je vous donne trois jours de délai. Si lundi matin je n'ai pas les plans de configuration, votre bourse sera coupée. » J'étais abasourdi. La bourse était ma bouée de sauvetage et ma situation aurait été désespérée si elle devait m'être retirée. Je ne pouvais voir aucune autre issue que de terminer mon travail comme cela m'avait été demandé. Cette nuit-là, je suis resté sur ma planche à dessin, sans même aller dîner. Le lendemain matin, j'ai pris juste une pause d'une heure pour me rafraîchir et manger un peu. Le dimanche matin, j'avais presque terminé, quand soudain j'ai senti la présence de quelqu'un d'autre dans la pièce. Le Professeur Srinivasan m'observait de loin. Venant directement du gymnase, il était encore en tenue de tennis et il était passé pour voir mes progrès. Après avoir examiné mon travail, le Professeur Srinivasan m'a étreint affectueusement et m'a tapoté dans le dos pour manifester sa satisfaction. Il a dit : « Je savais que je vous mettais sous pression et que je vous demandais des délais impossibles. Je n'aurais jamais pensé que vous arriveriez à faire quelque chose d'aussi bien. »

Pendant le reste de la durée du projet, j'ai participé à un concours d'écriture organisé par le *MIT Tamil Sangam* (une société littéraire). Le Tamoul est ma langue maternelle et je suis fier de ses origines, dont les traces remontent au Sage Agastya dans la période du pré-*Ramayana* ; ses textes remontent jusqu'au 5ème siècle avant J.C. . On dit que ce serait une langue qui a été forgée par des avocats et des grammairiens et elle est acclamée dans le monde entier pour la clarté de sa logique. Je m'efforçais avec enthousiasme de m'assurer que la science ne reste pas étrangère à cette langue merveilleuse. J'ai écrit un article intitulé « Faisons Nos Propres Avions », en Tamoul. L'article a suscité beaucoup d'intérêt, j'ai remporté le concours, et j'ai reçu le premier prix de « Devan », le rédacteur de l'hebdomadaire populaire en langue tamoule, le *Ananda Vikatan*.

Mon souvenir le plus émouvant du MIT est lié au Professeur Sponder. Nous étions en train de poser pour une photographie de groupe à l'occasion d'une cérémonie de départ. Tous les étudiants qui avaient reçu leur diplôme étaient alignés sur trois rangées, avec les professeurs assis devant. Soudainement, le Professeur Sponder s'est levé pour me chercher. Je me tenais au troisième rang. « Venez et asseyez-vous avec moi, devant, » a-t-il dit. J'étais étonné et surpris de l'invitation du Professeur Sponder. « Vous êtes mon meilleur étudiant et par votre travail je suis certain que dans l'avenir vous serez à l'origine d'un grand renom pour vos professeurs. » Embarrassé par l'éloge mais honoré par cette reconnaissance, je me suis assis auprès du Professeur Sponder pour la photographie. « Que Dieu soit votre espoir et votre but, et qu'il soit la lumière qui guidera vos pas dans votre voyage vers le futur. » a dit ce génie caché, en me souhaitant adieu.

Du MIT, je suis passé chez Hindustan Aeronautics Limited (HAL) à Bangalore en tant que stagiaire. Là j'ai travaillé à la révision des moteurs au sein d'une équipe.

Le travail pratique sur la révision des moteurs d'avion était très instructif. Quand un principe appris dans la salle de cours est confirmé par l'expérience pratique, cela crée une sensation étrange d'excitation – comme si par le plus grand des hasards, on tombait sur un vieil ami au milieu d'une foule d'étrangers. Chez HAL, j'ai travaillé à la révision aussi bien des moteurs à piston que des turbines. Les concepts brumeux de la dynamique des gaz et des processus de diffusion qui sont en jeu dans le principe de fonctionnement de la *post-combustion* se sont précisés dans mon esprit. J'ai également été formé sur le fonctionnement du moteur radial « cum-drum ».

J'ai appris à examiner un vilebrequin pour y déceler l'usure et la fatigue, et à y voir les torsions ainsi que dans les bielles. J'ai fait des calibrages de turbines à pas constant adaptées sur des moteurs super-chargés. J'ai ouvert des systèmes de régulation de pression et d'accélération-vitesse, et des circuits d'alimentation de démarreur d'air sur des turbo-moteurs. Arriver à comprendre la mise en drapeau, la remise en pas variable et l'inversion de pas des moteurs à hélices était très intéressant. La démonstration de l'art délicat du *beta* ( la commande d'angle de pale ) par les techniciens du HAL reste fixée dans ma mémoire. Ils n'avaient pas fait d'études dans les grandes universités, et ils ne mettaient pas non plus simplement en application ce que leur ingénieur en chef leur disait de faire. Ils avaient mis la main à la pâte pendant des années et cela leur avait donné une sorte de sens intuitif de ce qu'ils faisaient.

Deux opportunités d'emploi, toutes les deux proches de mon vieux rêve de voler, se sont présentées à moi quand je suis sorti de HAL avec mon diplôme d'ingénieur aéronautique. L'une était une carrière dans l'Armée de l'Air et l'autre était un travail à la Direction Technique du Développement et de la Production DTD&P-Air au Ministère de la Défense. J'ai posé ma candidature aux deux. Les convocations pour les entretiens d'embauche sont arrivées des deux endroits presque simultanément. J'étais invité à me rendre à Dehra Dun par les autorités de recrutement de l'Armée de l'Air et à Delhi par la DTD&P-Air. Le jeune homme de la Côte de Coromandel a pris un train vers le nord. La destination était à plus de 2 000 kilomètres. C'était ma première rencontre avec l'immensité de ma mère patrie.

\* \* \*

### 3

Par la fenêtre du compartiment, j'observais la campagne qui défilait. De loin, les hommes dans les champs avec leurs turbans et leurs *dhotis* blancs, et les paysannes comme des taches colorées et lumineuses sur le fond de verdure des champs de riz, semblaient composer une sorte de tableau magnifique. J'étais collé à la fenêtre. Presque partout, les gens étaient engagés dans des activités diverses d'où se dégageaient à la fois un rythme et un sentiment de tranquillité - des hommes conduisaient le bétail, des femmes allaient chercher de l'eau à la rivière. De temps en temps, un enfant apparaissait, et il faisait des signes de la main vers le train.

C'est étonnant de voir comment le paysage change quand on va vers le nord. Les plaines riches et fertiles du Gange et de ses nombreux affluents ont été des invitations à l'invasion, à l'agitation, et au changement. Environ 1 500 ans avant J.C., des Aryens à la peau claire ont déferlé par les cols des montagnes du lointain nord-ouest. Au 10<sup>ème</sup> siècle, les musulmans sont arrivés, et plus tard ils se sont mélangés avec les populations locales pour devenir une partie intégrante de ce pays. Un empire a fait place à un autre. Les conquêtes religieuses ont continué. Durant toute cette période, la partie de l'Inde au sud du Tropique du Cancer est restée en grande partie à l'écart de ces évolutions, en sécurité derrière le rempart des chaînes de montagne de Vindhya et de Satpura. Les fleuves du Narmada, du Tapti, du Mahanadi, du Godavari, et de Krishna avaient tissé un filet de protection presque inattaquable pour la pointe de la péninsule indienne. Pour m'amener à Delhi, mon train avait franchi toutes ces barrières géographiques grâce à la puissance du progrès scientifique.

Je me suis arrêté pendant une semaine à Delhi, la ville du grand saint *soufi* Hazrat Nizamuddin, et je me suis présenté pour l'entretien à la DTD&P-Air. Je m'en suis bien sorti. Les questions étaient d'ordre courant, et n'ont pas mis à l'épreuve mes connaissances du sujet. Ensuite j'ai continué jusqu'à Dehra Dun pour mon entretien avec le jury de l'Armée de l'Air. Avec ce jury de sélection, l'emphase était plutôt sur la « personnalité » que sur l'intelligence. Peut-être recherchaient-ils la santé physique et une certaine prestance. J'éprouvais de l'excitation mais je me sentais nerveux, j'étais déterminé mais anxieux, confiant mais tendu. Je n'ai pu finir que neuvième sur les 25 candidats pour les huit places offertes pour devenir officier dans l'Armée de l'Air. J'étais profondément déçu. Cela m'a pris un moment pour me rendre compte que l'occasion d'entrer dans l'Armée de l'Air venait de me filer entre les doigts. J'ai quitté le jury quasiment en me traînant puis je suis allé jusqu'en haut d'une falaise. En bas, dans le lointain, il y avait un lac. J'ai su que les jours à venir seraient difficiles. Il y avait des questions auxquelles je devais répondre et un plan d'action à préparer. Je suis redescendu en marchant jusqu'à Rishikesh.

Je me suis baigné dans le Gange et j'ai éprouvé avec plaisir la pureté de ses eaux. Puis, j'ai marché jusqu'à l'Ashram de Sivananda situé un peu plus loin en montant sur la colline. En entrant, j'ai ressenti des vibrations intenses. J'ai vu un grand nombre de *sadhus* qui étaient assis un peu partout dans un état de transe. J'avais lu que les *sadhus* étaient les personnes de nature psychique - qui savent les choses intuitivement et, dans l'état d'affliction où j'étais, j'ai cherché des réponses aux doutes qui me préoccupaient.

J'ai rencontré le Swami Sivananda - un homme qui ressemblait à un Bouddha. Il portait un *dhoti* blanc comme neige et des sandales de bois. Il avait un teint olive et des yeux noirs, un regard perçant. J'ai été frappé par son sourire irrésistible, presque enfantin, et ses manières aimables. Je me suis présenté au Swamiji. Mon nom musulman n'a suscité chez lui aucune réaction. Avant que je ne lui dise quoi que ce soit de plus, il s'est enquis des raisons de mon chagrin. Il n'a donné aucune explication sur la façon dont il avait su que j'étais triste et je ne lui ai pas demandé.

Je lui ai parlé de l'échec de ma tentative pour entrer dans l'Armée de l'Air indienne et du désir de voler que je caressais depuis si longtemps. Il a souri, ce qui en un instant a dissipé toute mon inquiétude. Puis il a dit d'une voix faible, mais très profonde :

« Le désir, quand il vient du cœur et de l'esprit, quand il est pur et intense, possède une énergie électromagnétique impressionnante. Cette énergie est libérée dans l'éther chaque nuit, quand l'esprit s'enfonce dans l'état de sommeil. Chaque matin elle revient avec l'état de conscience, renforcée par les courants cosmiques. Ce que l'on s'est représenté se manifestera sûrement et certainement. Jeune homme, vous pouvez compter sur cette promesse sans âge sûrement aussi bien que vous pouvez compter sur les promesses éternelles et jamais rompues du retour de l'aube ... et du printemps. »

*Quand l'étudiant est prêt, le professeur apparaît* – Comme c'est vrai ! Le maître était là pour montrer la voie à un étudiant qui avait failli s'égarer ! « Acceptez votre destin et avancez dans votre vie. Vous n'êtes pas destiné à devenir un pilote de l'Armée de l'Air. Ce à quoi vous êtes destiné ne vous est pas encore révélé, mais est déjà prédéterminé. Oubliez cet échec, car il était essentiel pour vous conduire sur la voie de votre destin. Recherchez plutôt quel est le véritable but de votre existence. Soyez un avec vous-même, mon fils ! Abandonnez-vous à la volonté de Dieu, » a dit le Swamiji.

Je suis revenu à Delhi et j'ai demandé à la DTD&P-Air quel était le résultat de mon entretien. En réponse, on m'a donné ma lettre d'engagement. Je suis entré le lendemain en tant qu'Attaché Scientifique Principal avec un salaire de base de 250 roupies par mois. Si cela doit être mon destin, me suis-je dit, qu'il en soit ainsi. Finalement j'ai retrouvé la paix de mon esprit. Je n'ai plus éprouvé amertume ni ressentiment du fait de mon échec pour entrer dans l'Armée de l'Air. Tout cela se passait en 1958.

À la Direction Technique du Ministère de la Défense, j'ai eu un poste au Centre Technique de l'Aviation Civile. Si je ne volais pas aux commandes des avions, j'aidais du moins à les mettre en état de vol. Pendant ma première année à la Direction, j'ai eu à conduire un projet d'avion-cible supersonique avec l'aide de l'officier responsable, R. Varadharajan, et cela m'a valu un mot d'éloge du directeur, le Dr. Neelakantan. Afin d'acquérir une expérience pratique de l'entretien des avions, j'ai été envoyé à l'Unité d'Essai des Avions et de l'Armement (A&ATU) à Kanpur. À cette époque, ils étaient impliqués dans une évaluation tropicale de l'avion Gnat-Mk-1. J'ai participé à l'évaluation des performances de ses systèmes opérationnels.

Déjà, à cette époque, Kanpur était une ville très peuplée. C'était ma première expérience dans une ville industrielle. Le froid, la foule, le bruit et la fumée étaient en contraste total avec ce que j'avais vécu à Rameswaram. J'étais particulièrement intrigué par l'omniprésence des pommes de terre dans tous les repas, depuis le petit déjeuner jusqu'au dîner. Il me semblait qu'un sentiment de solitude imprégnait la ville.

Toutes les personnes que l'on voyait dans les rues étaient venues de leurs villages à la recherche d'un travail dans les usines, laissant derrière elles la senteur de leur terre et la protection de leurs familles.

En rentrant à Delhi, on m'a appris que le projet d'une cible DART avait été engagé à la DTD&P-Air et que je ferais partie de l'équipe de projet. J'ai accompli cette tâche avec les autres membres de l'équipe. Puis j'ai entrepris une étude de projet préliminaire pour une Centrifugeuse Humaine. Plus tard j'ai fait la conception et le développement d'une Plate-Forme à Décollage et Atterrissage Vertical. J'ai également été associé au développement et à la construction du Hot Cockpit. Trois années se sont passées. C'est alors que l'Etablissement de Développement Aéronautique (ADE) a été créé à Bangalore et on m'a donné un poste dans ce nouvel établissement.

La ville de Bangalore était à l'opposé de celle de Kanpur. En fait, j'ai le sentiment que notre pays a une manière tout à fait spéciale de mettre les extrêmes en évidence dans ses populations. Je suppose que c'est parce que les Indiens ont été à la fois affligés et enrichis par les siècles de migrations. Notre loyauté à une diversité de régimes a atténué notre capacité pour des allégeances exclusives. Au lieu de cela, nous avons développé un extraordinaire potentiel d'être tout à la fois compatissants et cruels, sensibles et durs, profonds et inconsistants. Sous un regard non prévenu, nous pouvons apparaître hauts en couleurs et pittoresques ; pour un œil critique, nous ne sommes que de pâles imitations de nos différents maîtres. À Kanpur, j'ai vu des imitations de Wajid Ali Shah en train de mâcher du *paan*, et à Bangalore ils étaient remplacés par des sahibs qui promenaient leurs chiens. Ici aussi, j'avais la nostalgie de la profondeur et du calme de Rameswaram. Les liens entre le cœur et la tête des Indiens du terroir ont été érodés par la division des sensibilités qui prévaut dans nos villes. Je passais mes soirées à explorer les jardins et les centres commerciaux de Bangalore.

Pendant la première année qui a suivi sa création, la charge de travail à ADE est restée tout à fait légère. En fait, au début, j'ai dû m'inventer moi-même une activité, jusqu'à ce qu'un rythme se mette graduellement en place. Se basant sur mes études préliminaires pour un équipement d'assistance au sol, une équipe de projet s'est formée pour concevoir et développer un prototype indigène d'aéroglesseur en tant que machine d'équipement sol (GEM). L'équipe constituait un petit groupe de travail, avec quatre personnes du niveau Attachés Scientifiques. Le Dr. OP Mediratta, Directeur de l'ADE, m'a demandé de piloter l'équipe. On nous a donné trois ans pour lancer le modèle d'ingénierie.

Le projet, de quelque manière qu'on le prenne, dépassait nos possibilités collectives. Aucun d'entre nous n'avait d'expérience de la construction d'une machine, et encore moins d'une machine volante. Il n'y avait pas de concepts ou de composants standards disponibles par où commencer. Tout ce que nous savions, c'est que nous devions réussir à faire un engin volant plus lourd que l'air. Nous avons essayé de lire tout ce que nous avons pu trouver comme littérature sur des aéroglesseurs, mais il n'y avait pas grand-chose de disponible. Nous avons essayé de consulter des personnes compétentes dans ce domaine, mais nous n'avons pu en trouver aucune. Et un jour, j'ai simplement pris la décision d'y aller avec les informations et les ressources limitées dont nous disposions.

Cet effort pour produire une machine sans ailes, légère et agile, a ouvert les fenêtres de mon esprit. J'ai rapidement vu au moins un lien métaphorique entre un aéroglesseur et un avion. Après tout, les Frères Wright avaient fait le premier avion après avoir été pendant sept ans des réparateurs de bicyclettes ! J'ai vu dans le projet GEM de

grandes opportunités d'ingéniosité et de croissance. Nous sommes passés directement au développement d'un matériel concret après avoir passé quelques mois seulement sur nos planches à dessin.

Il y a toujours des risques que quelqu'un ayant mon genre d'antécédents – venant de la campagne ou d'un petit village, de la classe moyenne, dont les parents ont eu une éducation limitée – se retire dans son coin et y reste à lutter pour sa simple existence, à moins qu'un concours de circonstances ne le propulse dans un environnement plus favorable. Je savais que je devais me créer mes propres occasions.

Pièce par pièce, sous-système par sous-système, étape par étape, les choses ont commencé à bouger. En travaillant sur ce projet, j'ai appris qu'une fois que votre esprit s'est ouvert à un nouveau niveau, il ne revient jamais en arrière aux étapes précédentes.

À cette époque-là, VK Krishna Menon était Ministre de la Défense. Il était sérieusement intéressé par les progrès de notre petit projet, qu'il envisageait comme le début d'un développement indigène d'équipements de défense pour l'Inde. Chaque fois qu'il était à Bangalore, il trouvait toujours un moment pour venir voir les progrès de notre projet. Sa confiance dans nos capacités a enflammé notre enthousiasme. Quand j'entrais dans l'atelier de montage, je laissais mes autres problèmes à la porte, un peu comme mon père qui laissait ses chaussures dehors quand il entrait dans la mosquée pour prier.

Mais les opinions de Krishna Menon à propos du GEM n'étaient pas forcément acceptées de tout le monde. Nos expériences avec les pièces et les composants disponibles n'enchantaient pas spécialement mes collègues plus âgés. Beaucoup nous considéraient même comme un groupe d'inventeurs excentriques à la poursuite d'un rêve impossible. En tant que chef des « bricoleurs », j'étais une cible particulièrement désignée. J'étais considéré comme si j'étais encore l'un de ces rustres à peine sorti de sa campagne et qui croyait que la conquête du ciel était son domaine. Le poids de l'opinion qui se dressait contre moi ne faisait que renforcer l'optimisme indéfectible de mon esprit. Les commentaires de certains des scientifiques chevronnés de l'ADE me rappelaient le célèbre poème satirique de John Trowbridge à propos des Frères Wright, publié en 1896 :

*... avec un dé et du fil  
Et de la cire et un marteau, et des boucles et des vis,  
Et toutes ces sortes de choses que les génies utilisent ; -  
Deux chauves-souris comme modèles, drôles de camarades !  
Un fourneau à bois et une paire de soufflets.*

Il y avait à peu près un an que le projet était en route quand le Ministre de la Défense Krishna Menon a fait l'une de ses visites de routine à l'ADE. Je l'ai escorté dans notre atelier de montage. A l'intérieur, sur une table, il y avait le modèle du GEM démonté en sous-ensembles. Ce modèle représentait l'aboutissement d'un an d'efforts incessants pour développer concrètement un aéroglisseur pour des applications sur un champ de bataille. Le ministre me posait des questions les unes après les autres, déterminé à s'assurer que le prototype commencerait bien ses vols d'essai dans l'année à venir. Il a dit au Dr. Mediratta, « Un vol du GEM est possible avec les gadgets que Kalam possède maintenant ».

L'aéroglesseur a été baptisé *Nandi*, d'après le nom du taureau que chevauchait le Seigneur Shiva. Pour un prototype, ses formes, son état et son fini dépassaient toutes nos espérances, étant donné les infrastructures rudimentaires dont nous disposions. J'ai dit à mes collègues : « Voici une machine volante, qui n'a pas été construite par un groupe de dingues, mais par des ingénieurs très compétents. Ne la regardez pas - elle n'est pas faite pour être regardée, elle est faite pour voler. »

Le Ministre de la Défense Krishna Menon a volé sur le *Nandi*, faisant fi des craintes que son escorte officielle avait pour sa sécurité. Un Group Captain de la suite du ministre qui avait à son actif des milliers d'heures de vol a même offert de piloter la machine pour épargner au ministre le danger potentiel de voler avec un pilote civil inexpérimenté comme moi et m'a fait signe de sortir de la machine. J'étais certain de mes compétences pour piloter la machine que j'avais construite, et ai donc secoué la tête en dénégation. Observant cette communication non verbale, Krishna Menon a écarté la suggestion insultante du Group Captain en riant, et il m'a donné le signal de mettre la machine en marche. Il était très heureux. « Vous avez démontré que les problèmes de base du développement d'un aéroglesseur sont résolus. Prenez un moteur plus puissant et rappelez-moi pour un deuxième tour, » m'a dit Krishna Menon. Le Group Captain Golay (maintenant Maréchal de l'Air) qui s'était montré sceptique est plus tard devenu un bon ami.

Nous avons terminé le projet en avance sur notre calendrier. Nous avons un aéroglesseur en état de marche qui se déplaçait sur un coussin d'air à environ 40mm du sol avec une charge de 550 kg, y compris le poids à vide. Le Dr. Mediratta était visiblement satisfait de ce résultat. Mais à cette époque-là Krishna Menon avait quitté son ministère et n'a pas pu faire le second vol que nous lui avions promis. Dans la nouvelle organisation, il n'y avait pas beaucoup de personnes qui partageaient son rêve d'applications militaires pour un aéroglesseur indigène. En fait, même aujourd'hui, nous importons les aéroglesseurs. Le projet s'est enlisé dans des polémiques et il a été finalement mis de côté. C'était une nouvelle expérience pour moi. Jusque-là, j'avais cru que le ciel était la limite, mais maintenant il s'avérait que les limites étaient beaucoup plus proches. Il y a des barrières qui dictent ce que nous pouvons faire dans la vie : vous pouvez seulement soulever tel poids ; vous pouvez seulement apprendre à tel rythme ; vous pouvez seulement faire tant de travail ; vous pouvez seulement aller jusque-là !

J'étais peu disposé à faire face à la réalité. J'avais mis mon cœur et mon âme dans le *Nandi*. Le fait qu'il ne servirait pas était quelque chose qui dépassait mon entendement. J'étais déçu et désillusionné. Dans cette période de confusion et d'incertitude, les souvenirs de mon enfance resurgissaient en moi et je leur ai découvert de nouvelles significations.

Pakshi Sastry disait, « Cherchez la vérité, et la vérité vous rendra libres. » Comme la Bible l'indique, « Demandez et vous recevrez. » Cela ne s'est pas produit immédiatement, mais c'est néanmoins arrivé. Un jour, le Dr. Mediratta m'a appelé. Il s'est enquis de l'état de notre aéroglesseur. Quand nous lui avons dit qu'il était en parfait état pour voler, il m'a demandé d'organiser une démonstration le lendemain pour un visiteur important. Pour autant que je sache, aucune visite de VIP au laboratoire n'était programmée pour la semaine à venir. Toutefois, j'ai communiqué les instructions du Dr. Mediratta à mes collègues et nous avons senti une poussée d'espoir.

Le jour suivant, le Dr. Mediratta a amené un visiteur voir notre aéroglesseur - un homme grand, belle allure, barbu. Il m'a posé plusieurs questions sur la machine. J'ai été frappé par l'objectivité et la clarté de sa pensée. Il a demandé « Pouvez-vous me

faire faire un tour sur la machine ? » Sa demande m'a rempli de joie. Finalement, il y avait là quelqu'un qui était intéressé par mon travail.

Nous avons fait un tour de dix minutes avec l'aéroglesseur, à quelques centimètres au-dessus du sol. Nous ne volions pas, mais il est certain que nous flottions en l'air. Le visiteur m'a posé quelques questions sur moi-même et m'a remercié pour la promenade. Il n'est pas parti sans se présenter : c'était le Professeur MGK Menon, directeur de l'Institut Tata pour la Recherche Fondamentale (TIFR). Une semaine plus tard, j'ai reçu un appel du Comité Indien pour la Recherche Spatiale (INCOSPAR), m'invitant à venir pour un entretien concernant un poste d'Ingénieur des Fusées. Tout que je savais d'INCOSPAR à l'époque, c'est que ce comité avait été créé en puisant dans les compétences du TIFR à Bombay (aujourd'hui Mumbai) pour organiser la recherche spatiale en Inde.

Je suis allé à Bombay pour passer l'entretien. Je ne savais pas trop à quel type de questions je devrais y faire face. Je n'avais pas vraiment le temps de lire quelque chose ou de parler avec des personnes connaissant le sujet. La voix de Lakshmana Sastry citant la *Bhagavad Gita* résonnait dans des mes oreilles :

*Tous les êtres sont nés dans l'illusion... surmonter les dualités qui résultent du vouloir et de la haine.... Mais ces hommes aux actes vertueux chez qui le péché a pris fin, libérés de l'illusion des dualités, m'adorent immuablement dans leurs vœux.*

Je me suis rappelé que la meilleure manière de gagner était de ne pas avoir besoin de gagner. Les performances se produisent le mieux quand on est détendu et libéré des doutes. J'ai décidé de prendre les choses comme elles venaient. Puisque je n'étais pour rien ni dans la visite du Professeur MGK Menon ni dans l'appel pour l'entretien, j'ai décidé que c'était la meilleure attitude à prendre.

J'ai été interrogé par le Dr. Vikram Sarabhai, avec le Professeur MGK Menon, ainsi que M. Saraf, qui était alors Deuxième Secrétaire de la Commission à l'Energie Atomique. Quand je suis entré dans la salle, j'ai ressenti leur amitié chaleureuse. A l'instant même, j'ai été frappé par chaleur du Dr. Sarabhai. Il n'y avait rien de l'arrogance ni des attitudes paternalistes exprimées habituellement lorsque l'on parle à un candidat jeune et vulnérable . Les questions du Dr. Sarabhai's n'ont pas cherché à sonder mes connaissances ou mes qualifications existantes ; c'était plutôt une exploration des possibilités que je pouvais avoir en moi. Il me regardait comme s'il faisait référence à quelque chose de plus vaste. La rencontre entière m'a semblé une heure de vérité totale, où mon rêve était enveloppé par le rêve encore plus grandiose d'une personne éminente. On m'a demandé d'attendre pendant un jour ou deux. Mais c'est le soir même que j'ai été informé de ma sélection. J'étais intégré à INCOSPAR en tant qu'ingénieur de fusées. C'était une percée telle qu'un jeune homme comme moi pouvait en rêver.

Mon travail à INCOSPAR a débuté par un cours de familiarisation au centre de calcul de TIFR. L'atmosphère ici était remarquablement différente comparée à celle de la DTD&P-Air. Les étiquettes avaient peu d'importance. Personne n'avait besoin de justifier sa position ni de subir l'hostilité des autres.

C'est dans la deuxième moitié de 1962 qu'INCOSPAR a pris la décision d'installer une Base de Lancement Spatiale Equatoriale à Thumba, un village de pêche somnolent près de Trivandrum (aujourd'hui Thiruvananthapuram) au Kérala. Le Dr. Chitnis, du

Laboratoire de Recherche de Physique à Ahmedabad avait repéré que c'était un endroit approprié car il est très proche de l'équateur terrestre. C'était un commencement en douceur pour l'utilisation moderne des fusées dans la recherche indienne. L'emplacement retenu à Thumba s'étendait entre la ligne de chemin de fer et le littoral, sur une distance d'environ deux kilomètres et demi pour une superficie d'environ 240 hectares. Dans ce secteur se dressait une grande église, dont nous avons acquis la propriété. L'acquisition de terrains appartenant à des particuliers est toujours un processus long et difficile, particulièrement dans les endroits où la population est dense comme au Kérala. En outre, il est toujours délicat d'acquérir un site à caractère religieux. Le Percepteur de Trivandrum de l'époque, K Madhavan Nair, a exécuté cette tâche avec beaucoup de tact, d'une manière à la fois paisible et expéditive, avec la bénédiction et la coopération du Très Révérend Dr. Dereira, qui était l'évêque de Trivandrum en 1962. Rapidement, RD John, l'ingénieur en chef du Département Central des Travaux Publics (CPWD), a transformé tout le secteur. L'église de Sainte Marie Madeleine a hébergé le premier bureau du Centre Spatial de Thumba. La salle de prière a été mon premier laboratoire, et la chambre de l'évêque mon bureau d'études et mon atelier de dessin. Aujourd'hui encore, l'église est toujours entretenue dans toute sa splendeur, et elle abrite le Musée de l'Espace Indien.

Peu de temps après, on m'a demandé de partir en Amérique pour un programme de formation de six mois sur les techniques de lancement de fusées-sonde, dans des centres opérationnels de la National Aeronautics and Space Administration (NASA). J'ai pris un peu de congés avant de partir à l'étranger et je suis allé à Rameswaram. Ayant appris la nouvelle, mon père était très heureux de cette opportunité qui s'offrait à moi. Il m'a emmené à la mosquée et a organisé un *namaz* spécial pour rendre grâce. Je pouvais sentir la puissance divine circuler vers moi et retourner vers Dieu au travers de mon père; nous étions tous sous l'enchantement de la prière.

L'une des fonctions importantes de la prière est, je crois, d'agir en tant que stimulus pour les idées créatives. Dans notre esprit se trouvent toutes les ressources nécessaires pour une vie réussie. Il y a des idées présentes dans notre conscience, qui une fois qu'elles sont libérées et qu'elles ont l'ouverture nécessaire pour se développer et prendre forme, peuvent mener à des réussites concrètes. Dieu, notre créateur, a déposé dans notre esprit et notre personnalité un grand potentiel de force et de capacité. La prière nous aide à trouver et développer ces pouvoirs.

Ahmed Jallaluddin et Samsuddin sont venus à Bombay pour me dire au revoir à l'aéroport. C'était la première fois qu'ils venaient dans une aussi grande ville que Bombay, tout comme moi-même j'étais sur le point d'avoir mon premier contact avec une mégapole comme New York. Jallaluddin et Samsuddin étaient des hommes autonomes, positifs, optimistes qui faisaient leur travail avec l'assurance du succès. C'est de ces deux hommes que j'ai tiré l'essentiel de la puissance créative de mon esprit. Je ne pouvais pas contenir mes sentiments, et je pouvais sentir la buée des larmes dans mes yeux. Et puis Jallaluddin a dit : « Azad, nous t'avons toujours aimé, et nous croyons en toi. Nous serons toujours fiers de toi ». L'intensité et la pureté de leur foi dans mes capacités ont brisé mes dernières défenses, et les larmes me sont montées aux yeux.

\* \* \*



**II**

# **CRÉATION**

[1963 - 1980]

## 4

J'ai commencé mon travail à la NASA au Centre de Recherches de Langley (LRC) à Hampton en Virginie. C'est principalement un centre de R&D pour la technologie aérospatiale avancée. L'un de mes souvenirs les plus vifs du LRC est une sculpture représentant le conducteur d'un char tiré par deux chevaux, l'un symbolisant la recherche scientifique et l'autre le développement technologique, traduisant ainsi de manière métaphorique le lien entre la recherche et le développement.

Du LRC je suis allé au Centre des Vols Spatiaux de Goddard (GSFC) à Greenbelt, dans le Maryland. C'est dans ce centre que la NASA développe et contrôle la plupart de ses satellites scientifiques et de ses applications orbitales. La NASA y gère les réseaux de poursuite de toutes les missions spatiales. Vers la fin de ma visite, je suis allé au Centre des Vols de Wallops sur Wallops Island, sur la côte est de la Virginie. Cet endroit servait de base à la NASA pour son programme de fusées-sondes. Et là, j'ai vu un tableau exposé bien en évidence dans le hall d'accueil. Il montrait une scène de bataille avec quelques fusées volant à l'arrière-plan. Un tableau sur ce thème aurait pu être ce qu'il y a de plus banal dans un Centre des Vols, mais ce qui avait attiré mon attention c'est que les soldats qui lançaient les fusées n'étaient pas blancs. Ils avaient la peau foncée et des traits caractéristiques des personnes originaires du Sud de l'Asie. Un jour, ma curiosité a pris le dessus, et je suis allé voir le tableau de près. Il s'est avéré qu'il représentait l'armée du Sultan de Tipu combattant les Anglais. Ce tableau décrivait un fait aujourd'hui oublié dans le propre pays de Tipu mais commémoré ici, de l'autre côté de la planète. J'étais heureux de voir un Indien glorifié par la NASA comme un héros des fusées militaires.

L'impression que m'ont laissée les Américains peut être résumée par une citation de Benjamin Franklin : « Les choses qui nous blessent nous instruisent ! ». Je me suis rendu compte que les gens de cette partie du monde font face à leurs problèmes bille en tête. Ils font tout pour en sortir plutôt que de les subir.

Ma mère m'avait un jour raconté une histoire tirée du Livre Sacré - après que Dieu eut créé l'homme, il demanda aux anges de se prosterner devant Adam. Tous s'exécutèrent, à l'exception d'Iblis, appelé aussi Satan, qui refusa. « Pourquoi ne t'es-tu pas prosterné ? » demanda Allah. « Vous m'avez créé à partir du feu et lui à partir d'argile. Est-ce que cela ne me rend pas plus noble qu'Adam ? » protesta Satan. Et Dieu avait dit, « Sois banni du paradis ! Ce n'est pas un endroit pour ta fierté méprisante. » Satan obéit, mais non sans maudire Adam et lui prédire le même destin. Par la suite, Adam, ayant péché en mangeant le fruit défendu, fut à son tour chassé du Paradis. Allah ordonna : « Pars d'ici et que tes descendants mènent une vie de doute et de méfiance. »

Ce qui rend la vie difficile dans les organisations indiennes, c'est cette prédominance trop répandue d'une fierté méprisante. Elle nous empêche d'écouter nos jeunes, nos subalternes et les personnes de bas rang. On ne peut attendre d'une personne qu'elle fournisse de bons résultats si on l'humilie, et on ne peut pas non plus s'attendre à ce qu'elle soit créative si on la maltraite ou si on la traite avec dédain. La ligne de séparation entre la fermeté et la dureté, entre l'expression d'un leadership et l'intimidation, entre la discipline et le harcèlement est très mince, mais elle doit être tracée. Malheureusement, la seule ligne clairement marquée aujourd'hui dans notre pays est celle entre les « héros » et les

« zéros ». D'un côté il y a quelques centaines de « héros », et ils écrasent les neuf cent cinquante millions de personnes situées de l'autre côté. Cette situation doit être changée.

Etant donné que le processus de confrontation et de résolution des problèmes exige souvent beaucoup de travail et qu'il est complexe, nous le remettons sans cesse à plus tard. En fait, les problèmes peuvent être la cause de la coupure déterminante entre le succès et l'échec. Ils font ressortir le courage et la sagesse présents en chacun de nous.

Dès que je suis rentré de la NASA, nous avons procédé au premier lancement d'une fusée indienne, le 21 novembre 1963. C'était une fusée-sonde, de type Nike-Apache, fabriquée par la NASA. La fusée a été assemblée dans le bâtiment de l'église que j'ai déjà mentionné. Les seuls équipements disponibles pour transporter la fusée étaient un camion et une grue hydraulique manuelle. La fusée assemblée devait être déplacée en camion depuis l'église jusqu'à la plate-forme de lancement. Au moment où nous avons soulevé la fusée avec la grue et où nous étions sur le point de la placer sur la rampe, elle a commencé à s'incliner, suite à une fuite dans le circuit hydraulique de la grue. Comme nous approchions rapidement de l'heure du lancement, prévu pour 18 heures, il n'était pas question de la réparer. Heureusement la fuite n'était pas importante, nous sommes parvenus à soulever la fusée à la main, en utilisant la force collective de nos muscles et nous avons pu finalement la placer sur la rampe.

Pour ce premier lancement de Nike-Apache, j'étais responsable de l'intégration et de la sécurité de la fusée. Deux de mes collègues ont joué très activement un rôle crucial dans ce lancement, c'étaient D. Easwardas et R. Aravamudan. Easwardas était chargé de l'assemblage de la fusée et de l'organisation du lancement. Aravamudan, que nous appelions Dan, était responsable du radar, de la télémétrie et du segment sol. Le lancement s'est fait en douceur et sans problèmes. Nous avons obtenu d'excellentes mesures de vol et nous sommes repartis avec un sentiment de fierté et de réussite.

Dans la soirée qui a suivi, pendant que nous nous détendions autour de la table du dîner, nous avons appris la nouvelle de l'assassinat du Président John F. Kennedy à Dallas, au Texas. Nous étions consternés. Les années Kennedy ont été une époque significative en Amérique, où des hommes jeunes étaient aux commandes des affaires. J'avais suivi avec intérêt les manœuvres de Kennedy dans la crise des missiles à la fin de l'année 1962. L'Union Soviétique avait construit des sites de missiles à Cuba, à partir desquels il aurait été possible de lancer des attaques sur des villes américaines. Kennedy a imposé un blocus, une « quarantaine », pour empêcher l'introduction à Cuba de missiles offensifs. L'Amérique avait également menacé de répondre à n'importe quelle attaque nucléaire soviétique à partir de Cuba sur tout pays du bloc occidental par des représailles contre l'URSS. Après quatorze jours de drame intense, la crise a été résolue quand le Président Soviétique Kroutchev a ordonné que les bases cubaines soient démantelées et que les missiles soient ramenés en Russie.

Le jour d'après, le Professeur Sarabhai a eu une discussion approfondie avec nous pour fixer de nouveaux objectifs. Il ouvrait une nouvelle frontière dans le domaine des sciences et des technologies en Inde. Une nouvelle génération, des scientifiques et des ingénieurs âgés de trente à quarante ans, était mise à l'œuvre avec un dynamisme sans précédent. Nos plus grandes qualifications à l'INCOSPAR n'étaient pas nos diplômes ou notre formation, mais la foi du professeur Sarabhai dans nos

possibilités. Après la réussite du lancement du Nike-Apache, il avait choisi de partager avec nous son rêve d'un Véhicule Lanceur de Satellites indien.

L'optimisme du Professeur Sarabhai était fortement contagieux. La simple annonce de sa venue à Thumba électrifiait tout le monde, et tous les laboratoires, tous les ateliers et tous les bureaux d'études se mettaient à ronronner d'une activité ininterrompue. Les gens se mettaient à travailler pratiquement vingt-quatre heures sur vingt-quatre en raison de l'enthousiasme qu'ils avaient de montrer au Professeur Sarabhai quelque chose de nouveau, quelque chose qui n'avait jamais encore été fait dans notre pays - que ce soit un nouveau concept ou une nouvelle méthode de fabrication ou même une procédure administrative qui sortait des sentiers battus. Le Professeur Sarabhai donnait souvent une multiplicité de tâches à une seule personne ou à un groupe. Même si certaines de ces tâches semblaient au début totalement indépendantes, il apparaissait ultérieurement qu'elles étaient en fait profondément reliées. Pendant que le Professeur Sarabhai nous parlait du Véhicule Lanceur de Satellites (SLV), il m'a demandé, pratiquement dans le même souffle, de prendre en charge des études sur un système d'assistance au décollage par fusée (RATO), pour des avions militaires. Les deux choses n'avaient aucun rapport apparent si ce n'est dans l'esprit de ce grand visionnaire. Je savais que tout ce que j'avais à faire était de rester en alerte et de me concentrer sur mon objectif, et que tôt ou tard, une occasion de réaliser un travail stimulant arriverait dans mon laboratoire.

Le Professeur Sarabhai était toujours disposé à essayer des approches originales et il aimait impliquer les jeunes. Il avait la sagesse et le jugement qui lui permettaient non seulement de s'en rendre compte quand quelque chose était bien fait, mais également de savoir quand il était temps de s'arrêter. À mon avis, c'était aussi bien un expérimentateur qu'un innovateur de génie. Quand nous étions devant des choix de conduite à adopter dont il était difficile de prévoir les résultats, ou lorsqu'il fallait réconcilier des perspectives divergentes, le Professeur Sarabhai avait recours à l'expérimentation pour résoudre le problème. C'était précisément la situation à l'INCOSPAR en 1963. Un groupe de jeunes personnes inexpérimentées, mais néanmoins pleines d'énergie et d'enthousiasme s'était vu confier la tâche de décortiquer ce que signifiait l'esprit d'indépendance dans le domaine de la science et de la technologie de manière générale et dans celui de la recherche spatiale en particulier. C'était un bel exemple de leadership basé sur la confiance.

Par la suite, le site de lancement des fusées s'est épanoui pour devenir la Station Equatoriale de Lancement de Fusées de Thumba (TERLS). Cette station a été mise en place grâce à des collaborations actives avec la France, les Etats-Unis et l'URSS. Le chef du programme spatial indien – le Professeur Vikram Sarabhai – avait parfaitement compris ce qu'impliquait un tel défi et il n'avait pas hésité à le relever. Depuis le premier jour de la création d'INCOSPAR, il était conscient de la nécessité d'organiser un programme spatial national intégré, avec un développement et une production purement indiens des équipements de fabrication des fusées et des moyens de lancement.

C'est dans cet esprit qu'un vaste programme a été lancé au Centre des Sciences et des Technologies Spatiales et au Laboratoire de Recherches de Physique à Ahmedabad. Il concernait le développement scientifique et technologique des ergols pour les fusées, des systèmes de propulsion, des systèmes aéronautiques, des matériaux aérospatiaux, des techniques avancées de fabrication, des systèmes d'instrumentation pour les moteurs de fusée, des systèmes de commande et de contrôle, des systèmes de poursuite et de télémétrie, et des instruments scientifiques pour l'expérimentation dans l'espace. Incidemment, ce laboratoire a formé au cours des années un grand nombre de scientifiques spatiaux indiens de très très haut niveau.

La véritable épopée du programme aérospatial indien, avait cependant commencé avec le programme de Fusées-Sondes Rohini (RSR). Qu'est-ce qui distingue une fusée-sonde d'un Véhicule Lanceur de Satellites (SLV) et d'un missile ? En fait, ce sont trois genres différents de fusées. Les fusées-sondes sont normalement utilisées pour sonder l'environnement proche de la terre, y compris les régions supérieures de l'atmosphère. Elles peuvent emporter toutes sortes de charges utiles scientifiques à des altitudes variées, mais elles ne peuvent pas donner la vitesse finale requise pour satelliser une charge utile. Quant aux lanceurs, ils sont conçus pour injecter sur orbite une charge utile technologique ou un satellite. Le dernier étage d'un lanceur fournit la vitesse nécessaire pour qu'un satellite se mette en orbite. C'est une opération complexe qui demande un système de contrôle intégré. Les missiles, bien qu'ils appartiennent à la même famille, sont des systèmes encore plus complexes. En plus de la grande vitesse finale et des systèmes de contrôle intégrés, ils doivent avoir la possibilité de s'autoguides vers des cibles. Quand les cibles sont rapides et capables de manœuvrer, les missiles ont besoin aussi d'effectuer des opérations de poursuite des cibles.

Le programme RSR était responsable du développement et de la fabrication des fusées-sondes et des systèmes de bord associés pour des investigations scientifiques en Inde. Dans le cadre de ce programme, une famille de fusées-sondes opérationnelles a été développée. Ces fusées avaient un spectre étendu de possibilités, et à ce jour plusieurs centaines de ces fusées ont été lancées pour différentes études scientifiques et technologiques.

Je me rappelle encore que la première fusée Rohini consistait en un simple moteur à poudre qui ne pesait que 32 kilogrammes, et qu'elle emportait une charge utile nominale de 7 kilogrammes à une altitude d'environ 10 kilomètres. Elle a été bientôt suivie par une autre, à laquelle on avait ajouté un étage à poudre supplémentaire pour envoyer des charges utiles expérimentales multiples pesant près de 100 kilogrammes à des altitudes de plus de 350 kilomètres.

Le développement de ces fusées avait eu comme résultat une capacité autonome complète de production de fusées-sondes y compris les propulseurs. Ce programme avait apporté au pays la technologie de production de propergols solides très performants, comme ceux à base de polyuréthane et de polybutane polymère. Plus tard, on a également mis en place un Complexe de Carburants pour Propulseurs (PFC) pour fabriquer les produits chimiques stratégiques nécessaires aux moteurs-fusées et une Usine de Propergols pour Fusées (RPP) pour fabriquer les ergols.

On peut voir le développement des fusées indiennes au 20<sup>ème</sup> siècle comme une renaissance du rêve du Sultan de Tipu au 18<sup>ème</sup> siècle. Quand le Sultan de Tipu a été tué à la bataille de Turukhanahally en 1799, les Anglais ont mis la main sur plus de 700 fusées complètes et les sous-systèmes de 900 autres. Son armée avait 27 brigades, appelées les Kushoons, et chaque brigade avait une compagnie d'artificiers, appelés les Jourks. Ces fusées avaient été emportées en Angleterre par William Congreve et elles avaient été soumises par les Anglais à ce que nous appellerions aujourd'hui un « désossage ». Il n'y avait, évidemment, pas de GATT, d'IRP Act, ou de régime de brevets. Avec la mort du Sultan de Tipu, les fusées indiennes ont aussi connu un coup d'arrêt – pour plus de 150 ans.

Pendant ce temps, la technologie des fusées avait fait de grands pas à l'étranger. Konstantin Tsiolkovsky en Russie (1903), Robert Goddard aux Etats-Unis (1914) et Hermann Oberth en Allemagne (1923) ont donné aux fusées de nouvelles dimensions. Dans l'Allemagne nazie, le groupe de Wernher von Braun avait produit les missiles balistiques à courte portée V-2 et fait tomber une pluie de feu sur les

Forces Alliées. Après la guerre, les Etats-Unis et l'URSS se sont chacun emparés, chez les Allemands, de leur lot de spécialistes et de technologie en matière de fusées. Avec ce butin, ils ont commencé une course mortelle aux armements avec missiles et ogives.

Les fusées ont repris vie en Inde grâce à la vision technologique du Premier Ministre Jawaharlal Nehru. Le Professeur Sarabhai a relevé le défi de donner une réalité physique à ce rêve. Un grand nombre d'individus à la vision myope ont mis en cause la pertinence des activités spatiales dans une nation nouvellement indépendante qui avait du mal à alimenter sa population. Mais ni le Premier Ministre Nehru ni le Professeur Sarabhai n'ont eu la moindre ambiguïté sur les objectifs. Leur vision était très claire : si les Indiens devaient jouer un rôle significatif dans la communauté des nations, ils ne devaient avoir de retard sur personne dans l'application des technologies de pointe aux problèmes de la vie réelle. Le Premier Ministre Nehru et le Professeur Sarabhai n'avaient pas l'intention de les employer uniquement en tant que démonstrations de notre force.

\* \* \*

## 5

Lors de ses fréquentes visites à Thumba, le Professeur Sarabhai examinait l'avancement des travaux de manière ouverte avec l'équipe tout entière. Il ne donnait pas d'ordres. C'est plutôt par un échange libre de points de vue qu'il nous conduisait sur un nouveau terrain, qui souvent révélait une solution imprévue. Peut-être qu'il se rendait compte que même si un objectif particulier lui semblait clair, et que même si il avait donné des ordres appropriés pour sa réalisation, les membres de son équipe auraient des réticences à travailler vers un objectif dont ils ne comprenaient pas eux-mêmes le sens. Il considérait que la compréhension collective du problème était la caractéristique première d'un leadership efficace. Une fois, il m'a dit : « regardez, mon travail est de prendre des décisions; mais il est tout aussi important de veiller à ce que ces décisions soient acceptées par les membres de mon équipe. »

En effet, le Professeur Sarabhai a pris une série de décisions qui allaient devenir pour beaucoup les objectifs d'une vie entière. Nous ferions nos propres fusées, nos propres Véhicules Lanceurs de Satellites (SLVs) et nos propres satellites. Et nous ne le ferions pas petit à petit mais tout à la fois, de manière multidimensionnelle. Concernant le développement des charges utiles pour les fusées-sondes, au lieu de préparer une certaine charge utile et ensuite de l'adapter pour l'intégrer dans la fusée, nous la discutons dans le détail dès le départ avec les spécialistes de charge utile travaillant dans différents organismes et à différents endroits. Je peux même dire que la réussite la plus significative du programme de fusées-sondes a été d'établir et d'entretenir une confiance mutuelle dans tout le pays.

Peut-être s'est-il rendu compte qu'au lieu d'employer mon autorité légitime, je préférerais persuader les gens de faire comme on leur avait dit, et c'est ainsi que le Professeur Sarabhai m'a confié la tâche d'être le point de liaison entre les spécialistes de charges utiles. Presque tous les laboratoires de physique de l'Inde ont été impliqués dans le programme de fusées-sondes, chacun ayant sa propre mission, son propre objectif et sa propre charge utile. Ces charges utiles devaient obligatoirement être intégrées à la structure de la fusée afin d'assurer leur bon fonctionnement et une résistance appropriés aux conditions de vol. Nous avons eu des charges utiles rayons-X pour regarder les étoiles; celles équipées de spectromètres de masse dans les bandes de fréquences radio pour analyser la composition des gaz de la haute atmosphère; et d'autres avec du sodium pour voir le comportement des vents, leur direction et leur vitesse. Nous avons également eu des charges utiles ionosphériques pour explorer les différentes couches de l'atmosphère. Je devais interagir non seulement avec des scientifiques de TIFR, du Laboratoire National de Physique (NPL), et du Laboratoire de Recherches de Physique (PRL), mais également avec des spécialistes de charge utile des Etats-Unis, de l'URSS, de France, d'Allemagne et du Japon.

Je lis souvent Khalil Gibran, et je trouve toujours que ses mots sont pleins de sagesse. « Le pain cuit sans amour est un pain amer qui ne nourrit que la moitié de la faim des hommes, » - ceux qui ne savent pas travailler avec leurs cœurs n'obtiennent que des succès creux, dépourvus d'enthousiasme et qui multiplient l'amertume tout autour d'eux. Si vous êtes un auteur qui au fond de lui-même aurait préféré être un avocat ou un docteur, les mots que vous écrierez ne satisferont qu'à moitié la faim de vos lecteurs; si vous êtes un professeur qui aurait préféré être un homme d'affaires, votre enseignement ne comblera que la moitié des besoins de connaissance de vos

étudiants; si vous êtes un scientifique qui déteste la science, vos résultats ne répondront qu'à moitié aux besoins de votre mission. L'absence de plaisir personnel et le manque de résultats qui sont la conséquence de cette impression d'être une cheville ronde dans un trou carré ne sont en aucun cas quelque chose de nouveau. Mais il y a des exceptions à cela, comme les Professeurs Oda et Sudhakar, qui apportent à leur travail une touche personnelle de magie basée sur leur caractère individuel, leur personnalité, leurs motivations profondes, et peut-être même des rêves cristallisés au fond de leurs cœurs. Ils s'impliquent avec tellement d'émotion dans leur travail que n'importe quelle petite ombre au succès de leurs efforts les remplit d'un grand chagrin.

Le Professeur Oda était un spécialiste de charge utile rayons-X de l'Institut des Sciences Aéronautiques et Spatiales (ISAS) au Japon. Je me souviens de lui comme d'un petit homme avec une très grande personnalité et des yeux qui rayonnaient d'intelligence. Sa volonté de travail était exemplaire. Il apportait les charges utiles rayons-X de l'ISAS, et avec les autres charges utiles rayons-X réalisées par le Professeur UR Rao, elles étaient retravaillées par mon équipe pour les insérer dans l'ogive de la fusée Rohini. À une altitude de 150 kilomètres, l'ogive était séparée par l'explosion d'un système pyrotechnique déclenché par un temporisateur électronique. Ainsi, les capteurs de rayons-X étaient exposés à l'espace et pouvaient capter l'information recherchée sur les émissions en provenance des étoiles. Ensemble, le Professeur Oda et le Professeur Rao formaient un mélange unique d'intelligence et de volonté de travail comme on en voit rarement. Un jour, alors que je travaillais à l'intégration de la charge utile du Professeur Oda avec mes dispositifs de temporisation, il a insisté pour utiliser les temporisateurs qu'il avait apportés du Japon... À mes yeux, ils semblaient fragiles, mais le Professeur Oda s'en est tenu à son idée de remplacer les temporisateurs indiens par les équipements japonais. J'ai suivi sa suggestion et j'ai remplacé les temporisateurs. La fusée a décollé d'une manière élégante et a atteint l'altitude prévue. Mais la télémétrie a signalé un échec de la mission à cause d'un défaut de fonctionnement du temporisateur. Le Professeur Oda en était si consterné que des flots de larmes ont coulé de ses yeux. J'ai été stupéfié par l'intensité de la réponse émotionnelle du Professeur Oda. Il avait très visiblement mis tout son cœur et toute son âme dans son travail.

Sadhakar était mon collègue dans le laboratoire de préparation des charges utiles. Dans le cadre de la chronologie préparatoire au lancement, nous étions en train de remplir et de presser à distance le dangereux mélange de sodium et de thermite. Comme d'habitude, c'était un jour où il faisait chaud et humide à Thumba. Après avoir fait notre sixième opération de ce style, Sudhakar et moi-même sommes entrés dans la salle de préparation de la charge utile pour confirmer le bon remplissage du mélange. Soudainement, une goutte de sueur est tombée de son front sur le sodium, et avant que nous ayons compris ce qui se produisait, une explosion violente a secoué la salle. Pendant quelques secondes paralysantes, je n'ai pas su quoi faire. Le feu se répandait, et on ne pouvait pas éteindre le sodium enflammé avec de l'eau. Emprisonné dans cet enfer, Sudhakar n'a cependant pas perdu sa présence d'esprit. Il a brisé la vitre de la fenêtre avec ses mains nues et il m'a littéralement jeté dehors pour me mettre en sécurité avant de sauter lui-même. J'ai touché les mains pleines de sang de Sudhakar pour lui exprimer ma gratitude, et il souriait malgré sa douleur. Sudhakar a passé de nombreuses semaines à l'hôpital pour se remettre des graves brûlures qu'il avait reçues.

Au TERLS, j'ai été impliqué dans des activités de préparation des fusées, d'assemblage de la charge utile, d'essai et d'évaluation, sans compter la construction de sous-systèmes comme des caissons pour les charges utiles ou des coiffes éjectables. Le travail avec les coiffes m'a mené tout naturellement vers le domaine des matériaux composites.

Il est intéressant de savoir que les arcs trouvés au cours de fouilles archéologiques à différents endroits du pays révèlent que les Indiens ont utilisé des arcs composites faits de bois, de tendons et de corne dès le onzième siècle, au moins cinq cents ans avant que de tels arcs n'aient été fabriqués en Europe médiévale. La polyvalence des composites m'a fasciné, dans le sens où ils possèdent des propriétés structurales, thermiques, électriques, chimiques et mécaniques tout à fait désirables. J'ai tellement été enthousiasmé par ces matériaux synthétiques que j'étais pressé de tout savoir sur eux sans attendre un seul jour. Je crois que j'ai lu tout ce qu'il pouvait y avoir de disponible sur le sujet. J'étais particulièrement intéressé par les composites de Plastique Renforcé par des Fibres de verre et de carbone (FRP).

Un composite FRP se compose de fibres inorganiques tissées dans une matrice qui l'enserme et donne sa forme globale au composant. En février 1969, le Premier Ministre Indira Gandhi a visité Thumba pour dédier le TERLS à la Communauté Internationale des Sciences Spatiales. À cette occasion, elle a inauguré dans notre Laboratoire la première machine à filament bobiné du pays. Cet événement a apporté une grande satisfaction à mon équipe, qui comprenait CR Satya, PN Subramanian et MN Satyanarayana. Nous avons fabriqué des stratifiés de haute résistance en tissu de verre pour construire des caissons non-magnétiques pour les charges utiles et les avons fait voler sur des fusées-sondes à deux étages. Nous avons aussi bobiné et testé en vol des enveloppes de moteurs de fusées jusqu'à des diamètres de 360 mm.

Lentement, mais sûrement, deux fusées indiennes sont nées à Thumba. Elles ont été baptisées Rohini et Menaka, d'après les noms des deux danseurs mythologiques de la cour du roi Indra, le roi du ciel. Les charges utiles indiennes n'avaient plus à être lancées par des fusées françaises. Est-ce que cela aurait pu se faire sans l'atmosphère de confiance et d'engagement que le Professeur Sarabhai avait créée à INCOSPAR ? Il avait permis la pleine utilisation des connaissances et des qualifications de chaque personne. Il a incité chacun à se sentir directement impliqué dans la résolution des problèmes. Par le fait même de la participation des membres de l'équipe, les solutions avaient un caractère d'authenticité qui leur garantissait la confiance de l'équipe tout entière avec comme résultat un engagement total dans la mise en œuvre.

Le Professeur Sarabhai était quelqu'un de direct et quand il éprouvait du désappointement, il n'essayait jamais de le cacher. Il parlait avec nous d'une façon honnête et objective. Parfois je l'ai vu faire apparaître les choses plus positives qu'elles ne l'étaient réellement, ensuite il nous charmait avec un pouvoir de persuasion presque magique, et quand nous étions sur nos planches à dessin, il nous amenait quelqu'un du monde que l'on dit développé pour collaborer techniquement avec nous. C'était sa manière subtile de pousser chacun de nous à aller jusqu'au bout de nos possibilités.

Dans le même temps, même si nous manquions certains objectifs, il célébrait ce que nous avions accompli. Quand il voyait que l'un d'entre nous perdait la tête et qu'il essayait de réaliser une tâche pour laquelle il n'avait pas les moyens ou les capacités, le Professeur Sarabhai redéfinissait l'activité de manière à faire baisser la pression et permettre de réaliser un travail de meilleure qualité. Au moment où la première fusée Rohini-75 a été lancée du TERLS le 20 novembre 1967, pratiquement chacun de nous avait trouvé sa place et sa voie.

Au début de l'année suivante, le Professeur Sarabhai a voulu me voir d'urgence à Delhi. J'avais eu le temps de m'accoutumer à ses méthodes de travail. Il était toujours plein d'enthousiasme et d'optimisme. Dans un tel état d'esprit, les éclairs soudains d'inspiration étaient presque quelque chose de naturel. En arrivant à Delhi, j'ai contacté son secrétaire pour un rendez-vous et il m'a demandé de venir le

rencontrer à 3h30 du matin à l'hôtel Ashoka. Delhi étant un endroit que je connaissais mal, avec un climat qui n'était pas vraiment fait pour moi, j'ai décidé d'attendre dans le salon de l'hôtel après avoir fini mon dîner.

J'ai toujours été quelqu'un de religieux dans le sens où j'entretiens une association fonctionnelle avec Dieu. Je me rendais compte que le travail demandé exigeait de plus grandes capacités que je n'en possédais et donc j'avais besoin d'une aide que seul Dieu pourrait me donner. Je faisais une évaluation sincère de mes propres capacités, puis je la relevais de 50 pour cent et je m'en remettais aux mains de Dieu. Dans cette association, j'ai toujours reçu toute l'énergie dont j'avais besoin, et en fait je la sentais réellement couler en moi. Aujourd'hui, je peux affirmer que le royaume de Dieu est en nous sous la forme de cette énergie, pour nous aider à atteindre nos buts et réaliser nos rêves.

Il y a beaucoup de types et de niveaux d'expérience différents qui déclenchent de manière critique cette énergie interne. Parfois, quand nous sommes prêts, le moindre des petits contacts avec Lui nous remplit de perspicacité et de sagesse. Cela peut venir d'une rencontre avec une autre personne, d'un mot, d'une question, d'un geste ou même d'un regard. Plus d'une fois, cela peut arriver par le biais d'un livre, d'une conversation, d'une expression particulière, ou même d'une ligne d'un poème ou de la seule vue d'une image. Sans le moindre avertissement, quelque chose de nouveau entre dans notre vie sans crier gare et une décision secrète est prise, décision dont nous ne pouvons avoir conscience au début.

Je regardais tout autour de l'élégant salon. Quelqu'un avait laissé un livre sur un sofa d'à côté. Histoire de remplir les petites heures de cette nuit froide avec la chaleur de quelques bonnes pensées, j'ai pris le livre et j'ai commencé à le feuilleter. Je dois n'avoir tourné que quelques pages de ce livre, dont je me souviens à peine aujourd'hui.

C'était une sorte de livre de vulgarisation au sujet de la gestion des entreprises. Je ne le lisais pas vraiment, je survolais seulement les paragraphes en tournant les pages. Soudain, mes yeux sont tombés sur un passage du livre, c'était une citation de George Bernard Shaw. L'essentiel de la citation était que tous les hommes raisonnables s'adaptent au monde tel qu'il est. Il n'y en a que quelques-uns qui ne sont pas raisonnables et qui persistent à essayer d'adapter le monde à leur vision. Tous les progrès du monde dépendent de ces hommes peu raisonnables et de leurs actions qui sont innovantes et souvent non conformistes.

J'ai continué à lire le livre à partir du passage de Bernard Shaw. L'auteur décrivait certains mythes bâtis autour des concepts et des processus de l'innovation dans l'industrie et les affaires. J'ai lu ce qu'il disait du mythe de la planification stratégique. On croit généralement qu'une bonne dose de planification stratégique et technologique augmente considérablement les chances de résultats « sans surprises ». L'opinion de l'auteur était qu'il est essentiel qu'un chef de projet apprenne à vivre avec l'incertitude et l'ambiguïté. Il estimait que c'était un mythe de croire que la clef du succès économique tient dans la solidité des comptes. Il opposait à ce mythe une citation du Général George Patton, qui disait qu'un bon plan exécuté immédiatement avec vigueur est bien meilleur qu'un plan parfait exécuté la semaine suivante. L'auteur avait le sentiment que c'est aussi un mythe de croire que pour gagner gros on doit s'efforcer d'optimiser. Le livre disait que l'optimisation est gagnante seulement sur le papier, mais qu'invariablement, dans le monde réel, elle perdait dans le long terme.

Attendre dans l'entrée d'un hôtel à une heure du matin pour un rendez-vous deux heures plus tard n'était certainement pas une proposition raisonnable, ni pour moi ni pour le Professeur Sarabhai. Mais il faut dire que le Professeur Sarabhai avait toujours montré une nette absence d'orthodoxie dans son caractère. Et néanmoins il menait avec succès la barque de la recherche spatiale dans notre pays – avec un personnel en nombre insuffisant et surchargé de travail.

Tout d'un coup, je me suis rendu compte qu'un autre homme venait d'arriver et de s'asseoir sur le sofa en face du mien. C'était une personne à l'air distingué, avec un regard intelligent et des allures raffinées. Contrairement à moi, qui suis toujours débraillé dans ma tenue, cet homme portait des vêtements élégants. Malgré l'heure tardive, il était alerte et plein de vivacité.

Il émanait de cet homme un magnétisme étrange qui faisait dérailler le train de mes pensées embarquées dans l'innovation. Et avant que je puisse revenir au livre, on m'a informé que le Professeur Sarabhai était prêt à me recevoir. J'ai reposé le livre sur le sofa voisin d'où je l'avais pris. J'ai été étonné quand on a invité l'homme assis sur le sofa opposé à venir aussi à l'intérieur. Qui était-il ? Ma question ne tarda pas à trouver une réponse. Avant même de nous faire asseoir, le Professeur Sarabhai nous a présentés l'un à l'autre. C'était le Group Captain VS Narayanan, de l'Etat-Major de l'Armée de l'Air.

Le Professeur Sarabhai nous a commandé du café pour tous les deux, et il nous a dévoilé ses plans pour développer un système de fusée d'assistance au décollage RATO (pour Rocket Assisted Take-Off) pour les avions militaires. Cela aiderait nos avions de guerre à décoller de pistes courtes dans l'Himalaya. Pendant que le café chaud était servi, nous avons eu une conversation très banale. C'était tout à fait inhabituel de la part du Professeur Sarabhai. Mais dès que nous avons eu fini le café, le Professeur Sarabhai s'est levé et il nous a demandé de l'accompagner jusqu'au champ de tir de Tilpat non loin de Delhi. Pendant que nous passions dans l'entrée de l'hôtel, j'ai jeté un coup d'œil rapide vers le sofa où j'avais laissé le livre. Le livre n'était plus là.

Il y avait environ une heure de route jusqu'aux Monts Tilpat. Le Professeur Sarabhai nous a montré un système RATO d'origine russe. Le Professeur Sarabhai nous a demandé « Si je vous donne les moteurs de ce système russe, pourriez-vous refaire le système dans un délai de dix-huit mois ? ». Le Group Captain VS Narayanan et moi-même avons répondu presque simultanément « Oui, nous pouvons ! ». Le visage du Professeur Sarabhai s'est mis à rayonner, reflétant notre fascination. Je me suis souvenu de ce que j'avais lu « Il fera venir sur vous une lumière pour éclairer votre chemin. »

Après nous avoir ramenés à l'Hôtel Ashoka, le Professeur Sarabhai est allé à la résidence du Premier Ministre pour un petit déjeuner de travail. Le soir même, la nouvelle a été rendue publique que l'Inde entreprenait de développer elle-même un dispositif pour aider le décollage court des avions militaires à hautes performances, et que j'allais diriger le projet. J'étais rempli de différentes émotions - le bonheur, la gratitude, un sentiment de satisfaction et ces lignes d'un poète peu connu du 19<sup>ème</sup> siècle me sont venues à l'esprit :

*Jour après jour préparez-vous,  
Et prenez les jours l'un après l'autre :  
Quand vous êtes l'enclume, supportez,  
Quand vous êtes le marteau, frappez..*

Des moteurs d'appoint RATO ont été montés sur des avions pour fournir la poussée additionnelle nécessaire pendant le décollage lors de certaines conditions opérationnelles défavorables comme des pistes partiellement détruites par des bombardements, des terrains d'aviation en haute altitude, des chargements hors des limites de masse prescrites, ou des températures ambiantes très élevées. L'Armée de l'Air avait un grand besoin d'un grand nombre de moteurs RATO pour ses avions S-22 et HF-24.

Le moteur russe RATO que nous avions vu à Tilpat était capable de produire une poussée de 3 000 kilogrammes avec une impulsion totale de 24 500 kilogramme-secondes. Il pesait 220 kilogrammes et il utilisait une poudre propulsive à double base dans une enveloppe en acier. Le travail de développement devait être effectué au Centre des Science et Technologie Spatiales avec l'aide de l'Organisation de Recherche et de Développement de la Défense (DRDO), du HAL, de la DTD&P-Air et de l'Etat-Major de l'Armée de l'Air.

Après une analyse détaillée des options disponibles, j'ai choisi une enveloppe du moteur en fibre de verre. Nous avons décidé en faveur d'un propergol composite qui donne une impulsion spécifique plus élevée avec un temps de combustion plus long pour l'utiliser complètement. J'ai également décidé de prendre des mesures de sécurité additionnelles en incorporant un diaphragme qui se romprait si pour une raison quelconque la pression dans la chambre de combustion venait à dépasser le double de la pression nominale de fonctionnement.

Deux développements significatifs se sont produits pendant le travail sur le RATO. Le premier a été la publication d'un profil à dix ans pour la recherche spatiale indienne, préparé par le Professeur Sarabhai. Ce profil n'était pas simplement un plan d'action établi par un grand patron pour que ses équipes l'exécutent, c'était un document thématique ouvert à des discussions pour être plus tard transformé en un programme. En fait, j'ai trouvé que c'était l'expression romantique d'une personne profondément amoureuse du programme de recherches spatiales dans son pays.

Le plan tournait principalement autour des premières idées qui avaient vu le jour à INCOSPAR; il comprenait l'utilisation des satellites pour la télévision et l'éducation fondamentale, l'observation météorologique et la télé-détection pour la gestion des ressources naturelles. À cela avaient été ajoutés le développement et le lancement des véhicules lanceurs de satellites.

La coopération internationale active qui avait joué un rôle dominant pendant les premières années avait été pratiquement éliminée de ce plan et le discours insistait sur l'indépendance et les technologies indigènes. Le plan parlait de la réalisation d'un SLV pour l'injection de petits satellites en orbite basse autour de la Terre, de l'évolution des satellites indiens depuis les modèles de laboratoire jusqu'à des engins évoluant dans l'espace et du développement de toute une panoplie de sous-systèmes pour les engins spatiaux, comme les moteurs d'apogée et les propulseurs d'appoint, les volants d'inertie, et les mécanismes de déploiement de panneaux solaires. Il envisageait aussi un éventail de retombées technologiques comme les gyroscopes, de divers types de transpondeurs, des systèmes de télémétrie, des adhésifs, et des polymères pour des applications non spatiales. Au delà et par-dessus tout cela, il y avait le rêve d'une infrastructure adaptable qui serait capable de soutenir la R&D dans toute une diversité de technologies et de domaines scientifiques.

Le deuxième développement a été la formation d'un Bureau des Missiles au Ministère de la Défense. Narayanan et moi-même avons été tous les deux invités à

en faire partie. L'idée de fabriquer des missiles dans notre propre pays était stimulante, et nous avons passé des heures pour étudier à fond les missiles de divers pays avancés.

La distinction entre un missile tactique et un missile stratégique est souvent très mince. Généralement, par « stratégique », on entend que le missile volera à des milliers de kilomètres. Cependant, dans le domaine de la guerre, ce terme est employé pour dénoter le type de la cible plutôt que sa distance du site de lancement du missile. Les missiles stratégiques sont ceux qui frappent l'ennemi au cœur de son propre pays, dans des attaques de contre-force sur leurs forces stratégiques ou dans des attaques de contre-valeur sur la société, ce qui veut dire essentiellement ses villes. Les armes tactiques sont celles qui influencent une bataille, et la bataille peut être sur terre, sur mer ou dans les airs, ou les trois ensemble. Cette catégorisation semble maintenant absurde, depuis que le Tomahawk de l'Armée de l'Air américaine, lancé depuis une base terrestre, est employé dans un rôle tactique, malgré sa portée d'environ 3 000 kilomètres. A cette époque, cependant, les missiles stratégiques étaient synonymes de missiles balistiques à portée intermédiaire (IRBMs) avec des portées de l'ordre de 1 500 milles marins soit 2 780 kilomètres et de missiles balistiques intercontinentaux (ICBMs) avec des possibilités d'aller encore plus loin.

Le Group Captain Narayanan avait un enthousiasme inexprimable pour les missiles indigènes. Il était un grand admirateur de l'approche « musclée » du Programme de Développement de Missiles de la Russie. Narayanan me piquait en me disant « Si cela peut se faire là-bas, pourquoi pas ici, où la recherche spatiale a déjà formidablement préparé le terrain pour la technologie des missiles ? ».

Les leçons amères des deux guerres en 1962 et 1965 avaient laissé aux dirigeants indiens peu de choix en ce qui concernait l'accès à l'indépendance en matière de matériel militaire et de systèmes d'armes. Un grand nombre de Missiles Sol-Air (SAMs) avaient été fournis par l'URSS pour garder des endroits stratégiques. Le Group Captain Narayanan avait passionnément préconisé le développement de ces missiles dans notre propre pays.

Tout en travaillant ensemble sur les moteurs RATO et au Bureau des Missiles, Narayanan et moi avons joué alternativement l'un pour l'autre les rôles d'étudiant et de professeur selon les besoins. Il était très désireux de découvrir les fusées et j'étais très curieux de connaître les systèmes d'armement aéroportés. La profondeur des convictions de Narayanan et la force qu'il déployait dans leur application m'inspiraient. Depuis le jour de notre visite juste avant l'aube à Tilpat avec le Professeur Sarabhai, Narayanan s'occupait sans cesse de son moteur RATO. Il avait préparé tout ce qu'il fallait avant même qu'on le lui demande. Il avait obtenu un financement de 7 millions et demi de roupies avec une promesse de soutien complémentaire pour tous les coûts imprévus. Il m'a dit : « Vous dites ce qu'il vous faut et je l'obtiendrai pour vous, mais ne demandez jamais de délais ». De temps en temps, souvent, je riais de son impatience, et je lui lisais ces lignes des « *Hommes creux* » de T.S. Eliot :

*Entre la conception  
Et la création  
Entre l'émotion  
Et la réponse  
Tombe l'ombre.*

[ Traduction de Pierre Leyris - Editions du Seuil ]

La R&D de la Défense dépendait à ce moment-là fortement d'équipements importés. Il n'y avait pratiquement rien de disponible localement. Ensemble, nous avons établi une longue liste d'achats et nous avons élaboré un programme d'importation. Mais cela m'a

laissé insatisfait - n'y avait-il aucun remède, aucune alternative ? Cette nation était-elle condamnée à vivre avec la technologie du tournevis ? Un pays pauvre comme l'Inde pouvait-il se permettre ce genre de développement ?

Un jour, alors que je travaillais tard au bureau, ce qui était devenu ma routine après avoir pris les projets RATO, j'ai vu un jeune collègue, Jaya Chandra Babu, qui se préparait à rentrer chez lui. Babu nous avait rejoints quelques mois plus tôt et la seule chose que je savais de lui était qu'il avait une attitude très positive et qu'il s'exprimait bien. Je l'ai appelé dans mon bureau et pendant un moment je me suis mis à penser tout haut. Et puis je lui ai demandé « Avez-vous des suggestions à faire ? ». Babu est resté silencieux pendant un instant, et puis il m'a demandé un délai jusqu'au soir du jour suivant pour travailler un peu avant de répondre à ma question.

La soirée suivante, Babu est venu me voir en avance de l'heure prévue. Son visage rayonnait de promesse. « Nous pouvons le faire, monsieur ! Le système RATO peut être réalisé sans rien importer. Le seul obstacle est le manque de souplesse inhérent à l'approche des organisations pour les fournitures et la sous-traitance, qui seraient les deux domaines principaux à travailler pour éviter les importations ». Il m'a indiqué sept points, ou, plutôt, il m'a demandé sept libertés de manœuvre - l'approbation financière par une seule personne au lieu d'une hiérarchie tout entière, des voyages en avion pour toutes les missions indépendamment du sujet, des comptes-rendus à une seule personne, le transport du matériel par air-cargo, une sous-traitance dans le secteur privé, l'attribution des commandes sur la base de la comparaison technique, et des procédures comptables expéditives.

On n'avait jamais entendu parler de telles demandes dans des établissements gouvernementaux, plutôt conservateurs, et pourtant je pouvais voir le bien-fondé de ses propositions. Le projet RATO était un nouveau jeu et il n'y avait rien de mal à le jouer avec de nouvelles règles. J'ai pesé le pour et le contre des suggestions de Babu pendant toute une nuit et j'ai finalement décidé de les présenter au Professeur Sarabhai. Après avoir écouté mon intervention en faveur d'une libéralisation des procédures administratives et en voyant les avantages qui pouvaient s'ensuivre, le Professeur Sarabhai a approuvé ces propositions sans la moindre hésitation.

Par ses suggestions, Babu avait mis l'accent sur l'importance du côté administratif dans les activités de développement comportant des enjeux majeurs. Pour faire bouger les choses plus vite avec les paramètres de travail existants, il faut mettre en jeu plus de monde, plus de matériel et plus d'argent. Si ce n'est pas possible, alors, changez de paramètres ! L'homme d'affaires intuitif qu'était Babu n'est pas resté longtemps avec nous et il a quitté l'ISRO pour des pâturages plus verts du côté du Nigéria. Mais je ne pourrai jamais oublier le bon sens de Babu dans les affaires de finances.

Pour l'enveloppe du moteur RATO nous avons opté pour une structure composite utilisant des filaments en fibre de verre/époxyde. Nous avons aussi pris un propergol composite à haute énergie et un système d'allumage et de largage basé sur les événements en temps réel. Une tuyère déportée a été conçue pour guider les gaz d'éjection à l'écart des avions. Nous avons effectué le premier essai statique du RATO au cours du douzième mois suivant le démarrage du projet. Dans les quatre mois qui ont suivi, nous avons effectué 64 essais statiques. Nous n'étions qu'une vingtaine d'ingénieurs à avoir travaillé sur le projet.

\* \* \*

## 6

C'est aussi à cette époque que nous avons conçu le futur Véhicule Lanceur de Satellite (SLV). Le Professeur Sarabhai était conscient des immenses avantages socio-économiques que pouvait apporter la technologie spatiale, et en 1969, il avait décidé d'y aller à fond dans la tâche d'instaurer une capacité nationale de construction et de lancement de nos propres satellites. Il a personnellement participé à un relevé aérien de la Côte Est pour trouver un emplacement possible pour y lancer de grosses fusées et des véhicules lanceurs de satellites.

Le Professeur Sarabhai se concentrait sur la Côte Est afin de permettre au lanceur de profiter pleinement de la rotation de la Terre de l'Ouest vers l'Est. Il avait finalement choisi l'île de Sriharikota, à 100 kilomètres au nord de Madras (aujourd'hui Chennai), et c'est ainsi qu'est né le Centre de Lancement de Fusées SHAR. L'île en forme de croissant a une largeur maximale de 8 kilomètres et elle longe la côte. Elle est aussi grande que la ville de Madras. Elle est limitée vers l'Ouest par le canal de Buckingham et le lac Pulicat.

En 1968, nous avons formé la Société Indienne des Fusées. Peu après, INCOSPAR a été reconstitué en tant qu'organisme consultatif dépendant de l'Académie Nationale des Sciences de l'Inde (INSA) et l'Organisation Indienne pour la Recherche Spatiale (ISRO) a été créée sous la tutelle du Département de l'Energie Atomique (DAE) pour diriger la recherche spatiale dans notre pays.

À ce moment-là, le Professeur Sarabhai avait déjà sélectionné une équipe pour donner forme à son rêve d'un SLV indien. Je considère comme un bonheur d'avoir été choisi pour être le chef de ce projet. Le Professeur Sarabhai m'a donné en plus la responsabilité de concevoir le quatrième étage du SLV. Le Dr. VR Gowarikar, MR Kurup et le AE Muthunayagam avaient la responsabilité de concevoir les trois premiers étages.

Qu'est-ce qui a incité le Professeur Sarabhai à nous choisir pour cette grande mission ? L'une des raisons semble être notre expérience professionnelle. Le Dr. Gowarikar faisait un travail exceptionnel dans le domaine des propergols composites. MR Kurup avait mis sur pied un excellent laboratoire pour des propergols, la propulsion et la pyrotechnie. Muthunayagam avait fait ses preuves dans le domaine des propergols à haute énergie. Le quatrième étage devait avoir une structure composite et il demandait un grand nombre d'innovations concernant les technologies de fabrication; c'est peut-être pour cela que j'ai été pris.

J'ai posé les fondations du quatrième étage sur deux piliers – l'approximation raisonnable et l'audace. J'ai toujours considéré que le prix de la perfection était prohibitif et que les erreurs étaient permises comme faisant partie d'un processus d'apprentissage. Je préfère à la perfection les élans audacieux et la persévérance. J'ai toujours soutenu les membres de mon équipe dans leur apprentissage en prêtant une attention vigilante à chacune de leurs tentatives, qu'elles soient réussies ou non.

Dans mon groupe, le plus petit des progrès était reconnu et renforcé à la moindre étape. Je donnais à mes collègues du quatrième étage toute l'information nécessaire, mais je pensais que je ne pourrais pas trouver assez de temps pour être un facilitateur utile et une source de soutien. Je me suis demandé s'il y avait quelque

chose qui n'allait pas dans la manière dont je gérais mon temps. C'est à ce moment-là que le Professeur Sarabhai a amené un visiteur français dans notre centre de travail pour me mettre le doigt sur le problème. Ce monsieur était le Professeur Curien, Président du CNES (Centre National d'Etudes Spatiales), notre équivalent en France. A l'époque, il développait les lanceurs Diamant. Le Professeur Curien était un professionnel accompli. Ensemble, le Professeur Sarabhai et le Professeur Curien m'ont aidé à me fixer un objectif. Tandis qu'ils discutaient des moyens par lesquels je pourrais l'atteindre, ils m'ont également prévenu des possibilités d'échec. Pendant que je parvenais à une meilleure conscience des problèmes du quatrième étage grâce aux conseils et au soutien du Professeur Curien, l'intervention catalytique du Professeur Sarabhai a conduit le Professeur Curien à réinterpréter sa propre progression dans le programme Diamant.

Le Professeur Curien a conseillé au Professeur Sarabhai de me soulager de tous les travaux mineurs qui ne posaient pas de problèmes et de me donner plus d'occasions de réalisation. Il était si impressionné par la bonne organisation de nos efforts qu'il a posé la question de savoir si nous pourrions réaliser le quatrième étage du Diamant. Je me souviens que cela avait amené un sourire subtil sur le visage du Professeur Sarabhai.

En fait, les structures du Diamant et du SLV n'étaient pas compatibles. Les diamètres étaient très différents et obtenir une interchangeabilité exigeait quelques innovations radicales. Je me suis demandé par où je devais commencer. J'ai décidé de regarder autour de moi pour trouver des solutions avec mes propres collègues. Je les observais soigneusement pour voir si leur routine quotidienne reflétait bien un désir d'expérimenter constamment. J'ai également commencé à poser des questions et à écouter tous ceux en qui je voyais le plus léger espoir. Certains de mes amis m'ont mis en garde sur ce qu'ils appelaient ma naïveté. J'ai pris une habitude sans faille de faire des notes sur les différentes suggestions et je donnais ces notes manuscrites à mes collègues de la technologie et des études, en leur demandant un suivi et une action concrète dans les cinq à dix jours.

Cette méthode a marché merveilleusement bien. Le Professeur Curien a témoigné, pendant qu'il passait nos progrès en revue, que nous avions réalisé en un an ce que nos homologues européens arrivaient à peine à maîtriser en trois ans. Notre point positif, notait-il, était que chacun de nous travaillait avec ceux qui étaient au-dessous et au-dessus de lui dans la hiérarchie. J'ai pris pour règle de rassembler l'équipe au moins une fois par semaine. Bien que cela prenne du temps et de l'énergie, je considérais que c'était essentiel.

Que vaut un chef ? Autant que ses troupes avec leur engagement et leur participation au projet en tant qu'associés à part entière ! Le fait que je les ai tous amenés à partager ensemble tous les progrès réalisés, même les plus petits - les résultats, les expériences, les petits succès, et tout le reste – me semblait valoir toute l'énergie et le temps que j'y mettais. C'était un très petit prix à payer, cet engagement et ce sens du travail en équipe, qui pourrait en fait s'appeler la confiance. Dans mon propre petit groupe j'ai trouvé des chefs, et j'ai compris que des chefs existent à tous les niveaux. C'est un autre aspect important de la gestion que j'ai ainsi appris.

Nous avons modifié la conception existante du quatrième étage du SLV pour l'adapter à la structure du Diamant. L'étage a été reconfiguré et amélioré pour passer de 250 kilogrammes et 400 millimètres de diamètre à 600 kilogrammes et 650 millimètres de diamètre. Après deux ans de travail, quand nous étions sur le point de le livrer au CNES, les Français ont soudainement annulé leur programme Diamant BC et ils nous ont dit qu'ils n'avaient plus eu besoin de notre quatrième étage. Ce fut

un grand choc, qui m'a fait revivre les déceptions que j'avais connues plus tôt à Dehra Dun, quand j'ai raté mon entrée dans l'Armée de l'Air, et à Bangalore, quand le projet *Nandi* a été avorté à ADE.

J'avais investi de grands espoirs et de grands efforts dans ce quatrième étage pour qu'il puisse voler sur une fusée Diamant. Les trois autres étages du SLV, qui comportaient une part de travail énorme dans le domaine de la propulsion des fusées en avaient pour au moins encore cinq ans. Cependant, cela ne m'a pas pris longtemps pour enterrer ma déception avec le quatrième étage du Diamant BC. Après tout, j'avais bien apprécié de travailler sur ce projet. Avec le temps, RATO a rempli le vide que m'avait laissé l'étage du Diamant BC.

Pendant que le projet RATO suivait son cours, le projet SLV commençait doucement à prendre forme. La compétence dans tous les systèmes importants d'un lanceur avait maintenant été assurée à Thumba. Par leurs efforts exceptionnels, Vasant Gowariker, MR Kurup et Muthunayagam préparaient le TERLS pour un grand bond en matière de fusées.

Le Professeur Sarabhai était exemplaire dans l'art de monter une équipe. Un jour, il devait identifier une personne qui pourrait prendre la responsabilité de développer un système de télécommande pour le SLV. Deux hommes étaient compétents pour effectuer cette tâche - l'un était UR Rao, à la fois chevronné et sophistiqué, et l'autre était un expérimentateur relativement inconnu, G Madhavan Nair. Bien que j'aie été profondément impressionné par la volonté et les capacités de Madhavan Nair, je ne pensais pas que ses chances étaient très bonnes. Au cours d'une visite de routine du Professeur Sarabhai, Madhavan Nair a hardiment démontré un système de télécommande improvisé mais très fiable qu'il avait réalisé. Cela n'a pas pris beaucoup de temps au Professeur Sarabhai pour qu'il soutienne le jeune expérimentateur de préférence à l'expert reconnu. Madhavan Nair a non seulement tenu les espoirs de son chef mais il les a même dépassés. Il devait devenir plus tard le chef de projet du Véhicule Lanceur de Satellites Polaire (PSLV).

On peut dire des SLV et des missiles qu'ils sont cousins : ils sont différents dans le concept et dans les buts, mais ils viennent des mêmes familles de fusées. Un projet de développement massif de missiles avait été entrepris par la DRDO au Laboratoire de Recherche et de Développement de la Défense (DRDL) à Hyderabad. À mesure que le rythme de ce projet de développement de missile mer-air s'accélérait, la fréquence des réunions du Bureau des Missiles et mon interaction avec le Group Captain Narayanan augmentaient aussi.

En 1968, le Professeur Sarabhai est venu à Thumba pour une visite de routine. On lui a montré le fonctionnement du mécanisme de largage de l'ogive. Comme toujours, nous étions tous impatients de partager les résultats de notre travail avec lui. Nous avons invité le Professeur Sarabhai à activer officiellement le système pyrotechnique par l'intermédiaire d'un circuit temporisateur. Le Professeur Sarabhai a souri, et a appuyé sur le bouton. À notre plus grande horreur, rien ne s'est produit. Nous étions stupéfaits. J'ai regardé Pramod Kale, qui avait conçu et assemblé le circuit temporisateur. En un éclair, chacun d'entre nous a fait mentalement une analyse de l'échec. Nous avons demandé au Professeur Sarabhai d'attendre quelques minutes, et puis nous avons détaché le dispositif temporisateur, établissant un lien direct avec les systèmes pyro. Le Professeur Sarabhai a appuyé une nouvelle fois sur le bouton. La pyro a fonctionné et l'ogive a été larguée. Le Professeur Sarabhai nous a félicités, Kale et moi-même; mais son expression suggérait que ses pensées étaient ailleurs. Nous ne pouvions pas deviner ce qui était dans son esprit. Le suspense n'a pas duré

longtemps et j'ai reçu un appel du secrétaire du Professeur Sarabhai pour le rencontrer après le dîner pour une discussion importante.

Le Professeur Sarabhai logeait à l'hôtel Kovalam Palace, sa résidence habituelle quand il venait à Trivandrum. Cette convocation m'avait rendu légèrement perplexe. Le Professeur Sarabhai m'a salué avec sa chaleur habituelle. Il a parlé du centre de lancement de fusées, envisageant des équipements comme les plates-formes de lancement, les blockhaus, les radars, la télémétrie, etc... - des choses courantes dans le monde de la recherche spatiale indienne d'aujourd'hui. Et puis il a évoqué l'incident qui s'était produit le matin. C'était exactement ce que je craignais. Mes peurs de reproches de la part de mon chef n'étaient cependant pas fondées. Le Professeur Sarabhai n'avait pas conclu que l'échec du circuit temporisateur de la pyro était le résultat d'un manque de connaissances et de compétences insuffisantes de la part du personnel technique ou d'une défaillance de compréhension au niveau de la direction. Au lieu de cela, il m'a demandé si nous manquions d'intérêt pour un travail qui n'aurait pas été suffisamment stimulant. Il m'a également demandé de regarder si il était possible que mon travail soit affecté par des problèmes dont je n'étais pas conscient jusqu'alors. Il a finalement mis le doigt sur la question clé. Il nous manquait d'avoir un toit unique pour effectuer l'intégration de tous les systèmes et des étages de nos fusées. Le travail d'intégration avait des déphasages importants entre les systèmes électriques et les systèmes mécaniques - dans le temps et dans l'espace. Il y avait peu d'efforts pour réunir les travaux disparates des intégrations électrique et mécanique. Le Professeur Sarabhai a passé l'heure suivante à redéfinir nos tâches; et, aux petites heures du matin, la décision a été prise d'instaurer une Section Technologique des Fusées.

Les erreurs peuvent retarder ou empêcher le bon accomplissement des objectifs des individus et des organismes, mais un visionnaire comme Le Professeur Sarabhai peut se servir des erreurs comme autant d'occasions pour favoriser l'innovation et le développement de nouvelles idées. Il ne s'était pas particulièrement inquiété de l'erreur dans le circuit temporisateur, et encore moins de chercher un coupable. L'approche du Professeur Sarabhai vis-à-vis des erreurs était de dire qu'elles étaient inévitables mais généralement réparables. C'était souvent dans la gestion des crises qui en résultaient que se révélaient les talents. Plus tard j'ai compris que le meilleur moyen d'éviter les erreurs était de les anticiper. Mais cette fois-là, par un étrange détour du destin, l'échec d'un circuit temporisateur a conduit à la naissance d'un laboratoire de technologie des fusées.

C'était dans mes habitudes de rendre compte au Professeur Sarabhai après chaque réunion du Bureau des Missiles. Après avoir assisté à l'une de ces réunions à Delhi le 30 décembre 1971, je rentrais à Trivandrum. Le Professeur Sarabhai visitait Thumba ce jour-là pour une revue des études du SLV. Je lui ai parlé au téléphone depuis les salons de l'aéroport à propos des points marquants qui avaient émergé lors de la réunion du Bureau. Il m'a demandé de l'attendre à l'aéroport de Trivandrum après le débarquement de mon vol de Delhi, et de le rencontrer avant son propre départ pour Bombay dans la même soirée.

Quand je suis arrivé à Trivandrum, j'ai perçu dans l'air un sentiment de tristesse. Kutty, l'opérateur de la passerelle de l'avion, m'a dit d'une voix brisée que le Professeur Sarabhai n'était plus des nôtres. Il s'était éteint quelques heures plus tôt, suite à un arrêt cardiaque. J'ai été choqué au plus profond de moi-même; cela s'était produit dans l'heure qui avait suivi notre conversation. C'était un grand coup pour moi et une perte immense pour la science indienne. Nous avons passé cette nuit-là à préparer le transport en avion du corps du Professeur Sarabhai pour son incinération à Ahmedabad.

Pendant cinq ans, de 1966 à 1971, environ 22 scientifiques et ingénieurs avaient travaillé en étroite collaboration avec le Professeur Sarabhai. Tous allaient plus tard être responsables de projets scientifiques importants. Non seulement le Professeur Sarabhai était un grand scientifique, mais c'était également un grand leader. Je me souviens encore de lui lors de la revue bimensuelle des études du projet SLV-3 en juin 1970. Des présentations des différents étages étaient prévues, du premier au quatrième. Les trois premières présentations se sont faites sans problème. La mienne était la dernière. J'ai présenté cinq des membres de mon équipe qui avaient contribué aux études d'une manière ou d'une autre. Chacun a montré sa partie du travail avec une autorité et une confiance qui ont surpris tout le monde. Les présentations ont été discutées longuement et la conclusion était que des progrès satisfaisants avaient été accomplis.

Soudain, un scientifique confirmé qui avait travaillé en collaboration étroite avec le Professeur Sarabhai s'est tourné vers moi et m'a posé une question : « Bien, les présentations de votre projet ont été faites par les membres de votre équipe, qui ont expliqué leur travail. Mais vous-même, qu'avez-vous fait pour le projet ? » C'était la première fois que j'ai vu le Professeur Sarabhai vraiment contrarié. Il a dit à son collègue, « Vous devriez bien savoir ce que c'est que la gestion des projets. Nous venons juste d'être témoins d'un excellent exemple. C'était une démonstration exceptionnelle d'un travail d'équipe. J'ai toujours vu un chef de projet comme un intégrateur de personnes et c'est précisément ce qu'a fait Kalam ». Je considère le Professeur Sarabhai comme le Mahatma Gandhi de la science indienne – suscitant des qualités de leadership chez les membres de son équipe et les inspirant à la fois par les idées et par l'exemple.

Après un intérim avec le Professeur MGK Menon aux commandes, le Professeur Satish Dhawan a reçu la responsabilité de diriger l'ISRO. La totalité du complexe de Thumba, comprenant le TERLS, le Centre des Sciences et des Technologies Spatiales (SSTC), le RPP, le Service de Fabrication des Fusées (RFF), et le Complexe des Carburants de Propulsion (PFC) a été fusionnée pour former un centre spatial intégré qui a reçu le nom de Centre Spatial Vikram Sarabhai (VSSC) en hommage à l'homme auquel il devait son existence. C'est un métallurgiste réputé, le Dr. Brahm Prakash, qui a pris le poste de premier Directeur du VSSC.

Le système RATO a été testé avec succès le 8 octobre 1972 sur la base de l'Armée de l'Air de Bareilly dans l'Uttar Pradesh, quand un avion à réaction à haute performance Sukhoi-16 a décollé sur seulement 1200 m de piste, à comparer à la distance habituelle de 2 kilomètres. Nous avons utilisé le soixante-sixième moteur RATO pour ce test. La démonstration a été suivie par le Maréchal de l'Air Shivdev Singh et par le Dr. BD Nag Chaudhury, qui était alors le Conseiller Scientifique du Ministre de la Défense. On a dit que notre travail avait économisé environ 40 millions de roupies en devises étrangères. La vision du scientifique industriel avait finalement porté ses fruits.

Avant de prendre la responsabilité d'organiser la recherche spatiale en Inde et de devenir le Président d'INCOSPAR, le Professeur Sarabhai avait mis sur pied avec succès un certain nombre d'entreprises industrielles. Il se rendait compte que la recherche scientifique ne pouvait pas survivre de manière isolée, séparée de l'industrie. Le Professeur Sarabhai avait créé les entreprises Sarabhai Chemicals, Sarabhai Glass, Sarabhai Geigy Limited, Sarabhai Merck Limited, et le Sarabhai Engineering Group. Ses Swastik Oil Mills avaient fait un travail précurseur dans l'extraction d'huile des graines oléagineuses, dans la fabrication des détergents synthétiques et dans les produits de beauté. Il avait organisé Standard

Pharmaceuticals Limited pour une fabrication à grande échelle de la pénicilline, qui avant était importée de l'étranger à des coûts astronomiques. Maintenant avec la fabrication indigène du RATO, sa mission était entrée dans une nouvelle dimension - l'indépendance dans la fabrication du matériel militaire et l'économie potentielle de dizaines de millions de roupies en devises étrangères. J'ai rappelé tout cela le jour de l'essai réussi du système RATO. Y compris en comptant les dépenses des essais, nous avons dépensé moins de deux millions et demi de Roupies pour la totalité du projet. Le RATO indien pouvait être produit pour 17 000 Roupies l'unité, et il remplaçait un RATO importé au coût de 33 000 Roupies l'unité.

Au Centre Spatial Vikram Sarabhai, l'activité sur le SLV continuait à battre son plein. Tous les sous-systèmes avaient été conçus, les technologies identifiées, les processus établis, les centres de travail sélectionnés, la main-d'œuvre affectée et les calendriers programmés. Le seul point qui posait problème était le manque d'une structure de gestion pour gérer effectivement ce méga-projet et coordonner des activités qui étaient réparties dans un grand nombre de centres de travail avec chacun leur propre manière de s'organiser et de travailler.

Le Professeur Dhawan, après en avoir discuté avec le Dr. Brahm Prakash, m'a sélectionné pour ce travail. J'ai été nommé Chef du Projet SLV, et je dépendais directement du Directeur du VSSC. Ma première tâche était d'établir un plan de gestion pour le projet. Je me suis demandé pourquoi j'avais été choisi pour cette tâche alors qu'il y avait des piliers fidèles comme Gowarikar, Muthunayagam, et Kurup qui auraient pu le faire. Que pouvais-je faire de mieux que des organisateurs comme Easwardas, Aravamudan, et SC Gupta qui étaient aussi disponibles ? J'ai exprimé mes doutes au Dr. Brahm Prakash. Il m'a dit de ne pas me concentrer sur ce que je voyais comme des points forts d'autres personnes par rapport à moi, mais plutôt d'essayer d'augmenter encore leurs capacités.

Le Dr. Brahm Prakash m'a conseillé de faire attention à tout ce qui risquait d'éroder les performances et m'a mis en garde contre une recherche prématurée de performances optimales de la part des centres de travail participants. Il m'a dit « Chacun va travailler pour créer son petit morceau du SLV; votre problème ce sera votre dépendance des autres pour réaliser le SLV dans sa totalité. La mission SLV sera accomplie avec, et par un grand nombre de personnes. Vous aurez besoin d'énormément de tolérance et de patience. » Cela m'a rappelé mon père quand il me lisait le Saint Coran à propos de la distinction entre le bien et le mal : « Nous ne vous avons envoyé aucun apôtre qui n'ait mangé ou marché sur la place du marché. C'est au travers les uns des autres que nous vous testons. N'aurez-vous donc pas la patience ? »

Je me rendais bien compte de la contradiction qui se produit souvent dans de telles situations. Les gens qui dirigent des équipes ont souvent l'une des deux orientations suivantes : pour certains, c'est le travail qui est la motivation la plus importante; pour d'autres, ce sont les travailleurs qui sont au centre de leur intérêt. Il y a beaucoup d'autres qui se placent soit entre ces deux positions soit franchement ailleurs. Mon travail allait être d'éviter qu'il y ait des personnes qui ne soient intéressées ni par le travail ni par les travailleurs. J'étais déterminé à empêcher l'un ou l'autre extrême, et à favoriser des conditions où le travail et les travailleurs pourraient avancer ensemble. Je visualisais mon équipe comme un groupe dans lequel chaque membre travaillerait pour enrichir les autres dans son équipe et éprouverait le plaisir de travailler ensemble.

Les objectifs principaux du Projet SLV étaient la conception, le développement et la mise en œuvre d'un système SLV standard, le SLV-3, capable de remplir rapidement et de manière fiable la mission spécifique de lancer un satellite de 40 kilogrammes sur une orbite circulaire à 400 kilomètres autour de la Terre.

Dans un premier temps, j'ai traduit les objectifs essentiels du projet en un certain nombre de tâches principales. L'une de ces tâches était le développement d'un système de moteur de fusée pour les quatre étages du véhicule. Les problèmes critiques pour l'accomplissement de cette tâche étaient : fabriquer un bloc de poudre de 8,6 tonnes et un moteur d'apogée avec un rapport de masse élevé utilisant des propergols à haute énergie. Une autre tâche était le contrôle et le pilotage du véhicule. Trois types de systèmes de contrôle étaient impliqués dans cette tâche – des surfaces de contrôle aérodynamiques, un contrôle par poussée vectorielle et un contrôle par réaction pour les premier, deuxième et troisième étages et le mécanisme de mise en rotation pour le quatrième étage. Un autre impératif était une centrale inertielle de référence pour les systèmes de contrôle et de pilotage. Une autre tâche essentielle était également l'agrandissement des moyens sol du SHAR avec des équipements d'intégration et de vérification, et le développement des systèmes de lancement tels que les aires de lancement et les bâtiments d'assemblage des véhicules. Un objectif d'essai complet « de A à Z » et de vol inaugural à une échéance de 64 mois a été fixé en mars 1973.

J'ai pris la responsabilité exécutive de mettre en application le projet dans le cadre des décisions stratégiques qui avaient été prises, du plan de gestion approuvé, et du rapport de projet ; et également dans des limites de budget et avec les pouvoirs qui m'avaient été délégués par le Directeur du VSSC. Le Dr. Brahm Prakash a formé quatre Comités Consultatifs du Projet pour me conseiller dans des secteurs spécialisés comme les moteurs des fusées, les matériaux et la fabrication, le contrôle et le pilotage, l'électronique, la mission et le lancement. J'étais assuré des conseils de scientifiques exceptionnels comme DS Rane, Muthunayagam, TS Prahlad, AR Acharya, SC Gupta, et CL Amba Rao, pour en citer quelques-uns.

Le Saint Coran dit : « Nous vous avons envoyé des révélations vous montrant ce qu'ont fait ceux qui vous ont précédés, et nous vous avons exhortés à être des hommes justes. » J'ai cherché à partager la sagesse de ces personnes extrêmement brillantes. « Lumière sur la lumière. Allah guide vers Sa lumière ceux qu'Il veut. Il a la connaissance de toutes les choses. »

Nous avons formé trois groupes pour mener à bien les activités du projet - un Groupe de Gestion de Programme, un Groupe d'Intégration et d'Essais en Vol et un Groupe de Développement des Sous-Systèmes. Le premier groupe avait la responsabilité de s'occuper des aspects exécutifs globaux de la gestion du projet SLV-3, y compris l'administration, la planification et l'évaluation, les spécifications des sous-systèmes, les matériaux, la fabrication, l'assurance et le contrôle de qualité. Le Groupe d'Intégration et d'Essais en Vol avait reçu la responsabilité des tâches de création des équipements exigés pour l'intégration et les essais en vol du SLV-3. Ils devaient également effectuer l'analyse du véhicule, y compris les problèmes mécaniques et aérodynamiques d'interface. Le Groupe de Développement des Sous-Systèmes avait été chargé du travail de l'interaction avec les différentes divisions du VSSC et il avait la responsabilité d'assurer que tous les problèmes technologiques du développement des divers sous-systèmes étaient surmontés en créant une synergie parmi les talents disponibles dans ces divisions.

J'avais prévu le recrutement de 275 ingénieurs et scientifiques pour le SLV-3 mais je n'ai pu en obtenir qu'une cinquantaine. S'il n'avait pas eu la synergie des efforts, le projet tout entier serait resté sur la case départ. Quelques jeunes ingénieurs comme MSR Dev, G Madhavan Nair, S Srinivasan, US Singh, Sunderrajan, Abdul Majeed, Ved Prakash Sandlas, Namboodiri, Sasi Kumar, et Sivathanu Pillai ont développé leurs propres règles de base conçues pour les aider à fonctionner efficacement en équipe de projet, et ils ont produit des résultats exceptionnels à titre individuel et en

tant qu'équipe. Ces hommes avaient l'habitude de célébrer leurs succès ensemble - dans une sorte de club d'appréciation mutuelle. Cela leur montait le moral au plus haut, et les aidait beaucoup à accepter les revers et à se revitaliser après des périodes de travail intense.

Chaque membre de l'équipe du projet SLV-3 était un spécialiste dans son propre domaine. Il était donc normal que chacun aime avoir son indépendance. Pour gérer l'activité de tels spécialistes, le leader de l'équipe doit trouver un équilibre délicat entre l'intervention directe et la non-intervention. L'approche par intervention directe montre un intérêt actif et très régulier dans le travail des membres. L'approche de non-intervention montre une confiance dans les membres de l'équipe et reconnaît leur besoin d'autonomie pour jouer leur rôle comme ils l'entendent. Elle s'appuie sur leur auto-motivation. Quand le leader va trop loin dans l'approche par intervention directe, il est perçu comme quelqu'un d'anxieux et comme un gêneur. S'il va trop loin dans la non-intervention, il est vu comme quelqu'un qui abdique ses responsabilités ou qui n'est pas intéressé. Aujourd'hui, les membres de l'équipe SLV-3 sont devenus les leaders de certains des programmes les plus prestigieux du pays. MSR Dev dirige le projet de Véhicule Augmenté pour le Lancement de Satellites (ASLV), Madhavan Nair est le chef du projet de Véhicule Lanceur de Satellites Polaire (PSLV) et Sandlas et Sivathanu Pillai sont Contrôleurs en Chef au Siège du DRDO. Chacun de ces hommes s'est élevé jusqu'à sa position actuelle par un travail dur et sans répit associé à une volonté aussi ferme qu'un roc. C'était certainement une équipe aux talents exceptionnels.

\* \* \*

# 7

Après avoir pris le leadership de la réalisation du projet SLV-3, j'ai dû faire face à des demandes à la fois pressantes et contradictoires dans mon emploi du temps - le travail pour le comité, les fournitures de matériel, la correspondance, les revues, les briefings, et la nécessité d'être informé sur tout un éventail de sujets.

Ma journée commençait avec une petite marche d'environ 2 kilomètres autour de la pension où je vivais. Je préparais un programme général pendant cette promenade du matin, et je faisais ressortir deux ou trois choses que je voulais absolument accomplir au cours de la journée, y compris au moins une chose qui contribuerait à atteindre des objectifs à long terme.

Une fois dans le bureau, je nettoyais d'abord ma table. Pendant les dix minutes qui suivaient, je jetais un coup d'œil sur tous les papiers et je les séparais rapidement en différentes catégories : ceux qui demandaient une action immédiate, ceux de moindre priorité, ceux qui pouvaient être mis en attente, et les choses à lire. Ensuite je mettais les papiers prioritaires devant moi et tout le reste hors de ma vue.

Pour en revenir au SLV-3, environ 250 sous-ensembles et 44 sous-systèmes importants ont été conçus pendant la phase d'études. La liste du matériel a dépassé le million de composants. Une stratégie d'implémentation du projet était devenue essentielle pour permettre une viabilité durable de ce programme complexe qui était prévu pour durer entre sept et dix ans. De son côté, le Professeur Dhawan avait clairement déclaré que tout le personnel et tous les fonds du VSSC et du SHAR devaient passer par nous. En ce qui nous concerne, nous avons évolué vers une gestion matricielle pour arriver à un interfaçage productif avec plus de 300 industries. Le but était que notre interaction avec elles conduise à leur autonomie technologique. Il y a trois choses sur lesquelles j'ai insisté auprès de mes collègues - l'importance d'une capacité de conception, une définition des objectifs et un impératif de réalisation, et la force de surmonter les revers. Maintenant, avant que je n'en vienne à des aspects plus détaillés de la gestion du projet SLV-3, permettez-moi de vous parler du SLV-3 lui-même.

C'est intéressant de décrire un véhicule lanceur comme si c'était une personne. La structure mécanique principale peut être visualisée comme le corps d'un être humain, les systèmes de contrôle et de pilotage avec leur électronique associée constituent le cerveau. La musculature vient des propulseurs. Comment sont-ils faits ? Quels sont les matériaux et les techniques impliqués ?

Une grande variété de matériaux entrent dans la fabrication d'un véhicule de lancement – aussi bien métalliques que non-métalliques, ce qui inclut les composites et les céramiques. Dans les métaux, on se sert de différents types d'acier inoxydable, d'alliages d'aluminium, de magnésium, de titane, de cuivre, de béryllium, de tungstène et de molybdène. Les matériaux composites sont formés d'un mélange ou d'une combinaison de deux constituants ou plus qui diffèrent dans leurs formes et leur composition matérielle et qui sont fondamentalement insolubles les uns dans les autres. Les matériaux que l'on combine peuvent être métalliques, organiques ou inorganiques. Bien que la variété des matériaux que l'on peut combiner ensemble soit pratiquement illimitée, les composites les plus typiques dans les véhicules lanceurs sont faits de constituants structuraux incorporés dans une matrice. Nous avons employé une grande diversité de composites en plastique

renforcé par des fibres de verre et nous avons ouvert des portes pour l'arrivée du Kevlar, des polyamides et des composites carbone-carbone. Les céramiques sont des types particuliers d'argile cuite au four utilisés pour des enceintes transparentes pour les micro-ondes. Nous avons pensé utiliser les céramiques, mais avons dû rejeter cette idée en raison de limitations technologiques.

La construction mécanique transforme ces matériaux en matériel. En fait, de toutes les disciplines technologiques qui alimentent directement le développement des fusées, la construction mécanique est peut-être la plus intrinsèque. Que ce soit un système sophistiqué comme un moteur à propergols liquides ou une pièce d'équipement aussi simple qu'une fixation, sa fabrication finale réclame des ingénieurs mécaniciens experts et des machines-outils de précision. Nous avons décidé de développer des technologies importantes comme les techniques de soudure de l'acier inoxydable faiblement allié, les techniques d'électroformage, et outillage pour les processus ultra-précis. Nous avons également décidé de fabriquer quelques machines importantes en interne, comme le mélangeur vertical de 254 litres et l'atelier d'usinage des cannelures pour nos troisième et quatrième étages. Beaucoup de nos sous-systèmes étaient si massifs et si complexes qu'ils ont demandé des mises de fonds importantes. Sans hésiter, nous avons approché des industries du secteur privé et avons développé des plans de gestion des contrats qui plus tard sont devenus des modèles pour beaucoup d'organismes gouvernementaux qui font des affaires dans les domaines de la science et de la technologie.

Pour en venir aux parties vitales du SLV, il y a un ensemble complexe de circuits électriques qui mettent en mouvement la structure mécanique. Ce vaste éventail d'activités, qui va de simples blocs d'alimentation à de l'instrumentation sophistiquée en passant par les systèmes de contrôle et de pilotage, est désigné sous l'appellation « Avionique » dans le monde de la recherche aérospatiale. Des efforts de développement de systèmes avioniques avaient déjà été faits au VSSC dans les domaines de l'électronique numérique, des radars hyperfréquences et des transpondeurs radar, et des composants pour les systèmes inertiels. C'est très important de connaître l'état du SLV quand il est en vol. Le SLV a apporté une nouvelle montée d'activité dans le développement d'une série de capteurs pour la mesure de paramètres physiques comme la pression, la poussée, les vibrations, l'accélération, etc. Les capteurs convertissent les paramètres physiques du véhicule en signaux électriques. Un système de télémétrie embarqué met en forme ces signaux et les transmet sous forme de signaux radioélectriques vers les stations sol, où ils sont reçus et décodés pour restituer les informations originales collectées par les capteurs. Si les systèmes fonctionnent comme prévu, il n'y a pas lieu de s'inquiéter; mais au cas où quelque chose tourne mal, le véhicule doit être détruit pour l'empêcher de faire des manœuvres inattendues. Pour assurer la sécurité, un système spécial de télécommande a été mis en place pour détruire la fusée en cas de mauvais fonctionnement, et un système d'interférométrie a été développé pour déterminer la distance et la position du SLV, en complément du système radar. Le projet SLV a également permis le démarrage d'une production indigène de séquenceurs pour déclencher en temps voulu les divers événements tels que l'allumage, la séparation d'étage, les programmeurs de l'altitude du véhicule qui stockent l'information pour les manœuvres de la fusée, et l'électronique du pilote automatique qui prend des décisions appropriées pour piloter la fusée sur sa trajectoire prédéfinie.

Sans l'énergie pour propulser la totalité du système, un véhicule lanceur resterait au sol. Un propergol est habituellement une substance combustible qui produit de la chaleur et fournit des particules éjectables dans un moteur-fusée. C'est à la fois une source d'énergie et une masse de substance pour exprimer cette énergie. Puisque cette distinction est décisive dans les moteurs-fusées, c'est principalement le terme

de propergols qui est employé pour qualifier les produits chimiques emportés par les fusées dans le but de les propulser.

Il est usuel de classifier les propergols en tant que solides ou liquides. Nous nous sommes concentrés sur les propergols solides. Un propergol solide est fait essentiellement de trois composants : l'oxydant, le carburant et les additifs. Les propergols solides sont aussi classifiés selon deux types : les composites et les double base. Les premiers consistent en un oxydant ou un matériau inorganique (comme le perchlorate d'ammonium) dans une matrice de carburant organique (comme le caoutchouc synthétique). Les poudres propulsives à double base étaient des rêves éloignés à cette époque, mais néanmoins nous avons osé en rêver.

Toute cette fabrication indigène et cette autonomie sont venues graduellement, et quelquefois dans la douleur. Nous étions une équipe d'ingénieurs pratiquement autodidactes. Dans une vision rétrospective, je sens que notre mélange unique de talent innocent, de caractère et de volonté était ce qui convenait le mieux pour le développement du SLV. Des problèmes émergeaient régulièrement un peu partout. Mais les membres de mon équipe ne m'ont jamais poussé au bout de ma patience. Je me rappelle avoir écrit ceci après avoir terminé une veillée de travail tardive :

*Ce sont de belles mains celles qui font  
Un travail sérieux et courageux et vrai  
Minute après minute  
Tout au long du jour.*

Pratiquement en parallèle avec notre travail sur le SLV, le DRDO se préparait à développer un missile mer-air indigène. Le projet RATO avait été abandonné parce que les avions pour lesquels il était conçu étaient devenus obsolètes. Les nouveaux avions n'avaient pas besoin de RATO. Avec l'arrêt du projet, Narayanan était le choix logique du DRDO pour mener l'équipe chargée de réaliser le missile. À la différence de ce que nous faisons à l'ISRO, ils préféraient une philosophie de substitution directe plutôt que le développement technologique et l'amélioration des performances. Le missile Sol-Air SA-2 d'origine russe avait été choisi pour acquérir la connaissance détaillée de tous les paramètres de conception d'un missile ayant fait ses preuves et pour établir, de ce fait, les infrastructures nécessaires exigées dans l'organisation. Ils pensaient qu'une fois que l'appropriation indigène directe serait acquise, d'autres avancées dans le domaine sophistiqué des missiles seraient des retombées normales. Le projet a été approuvé en février 1972 avec le nom de code *Devil* et un financement d'environ 50 millions de Roupies a été dégagé pour les trois premières années. Presque la moitié était destinée à des paiements en devises étrangères.

C'est Narayanan, entre temps promu Air Commodore, qui a pris la Direction du DRDL. Il a mobilisé ce jeune laboratoire situé dans les banlieues du sud-est de Hyderabad pour mener à bien cette énorme tâche. Le paysage parsemé de tombeaux et de vieux bâtiments a commencé à rayonner d'une nouvelle vie. Narayanan était un homme débordant d'une énergie énorme - un homme toujours en phase d'accélération. Il a réuni autour de lui un groupe puissant de personnes enthousiastes, et il a fait venir dans ce laboratoire essentiellement civil beaucoup d'officiers des services de l'armée. J'étais totalement occupé par les affaires du SLV, et ma participation aux réunions du Bureau des Missile a graduellement diminué, avant de cesser complètement. Cependant, les histoires au sujet de

Narayanan et de son *Devil* commençaient à atteindre Trivandrum. Une transformation d'une échelle sans précédent était en train de s'y produire.

Pendant mon association avec Narayanan dans le projet RATO, j'avais découvert que c'était un bourreau de travail - quelqu'un qui se donnait à fond pour contrôler, maîtriser et dominer. Je me suis demandé si les directeurs comme lui, qui cherchent à obtenir des résultats à n'importe quel prix, pourraient faire face à une rébellion du silence et finalement de non-coopération.

Le jour du Nouvel An de 1975 m'a donné l'occasion d'une appréciation personnelle du travail qui se faisait sous la conduite de Narayanan. Le Professeur MGK Menon, qui travaillait alors en tant que Conseiller Scientifique auprès du Ministre de la Défense et qui était le chef du DRDO, a nommé un comité de revue sous la présidence du Dr. Brahm Prakash pour évaluer le travail effectué dans le projet *Devil*. J'ai été pris dans l'équipe en tant que spécialiste des fusées pour évaluer les progrès accomplis dans les secteurs de l'aérodynamique, de la structure et de la propulsion du missile. Sur les aspects de la propulsion, j'ai été assisté par BR Somasekhar et par le Wing Commander (Lieutenant-Colonel) P Kamaraju. Les membres du comité comprenaient le Dr. RP Shenoy et le Professeur IG Sarma qui devaient passer en revue le travail effectué sur les systèmes électroniques.

Nous nous sommes réunis au DRDL les 1 et 2 janvier 1975, et il y a eu une deuxième session environ six semaines plus tard. Nous avons visité les différents centres de développement et avons tenu des discussions avec les scientifiques qui y travaillaient. J'ai été considérablement impressionné par la vision de AV Ranga Rao, par le dynamisme du Wing Commander R Gopalaswami, par la perfection du travail du Dr. I Achyuta Rao, par l'activité de G Ganesan, par la clarté des idées de S Krishnan et par le regard critique de R Balakrishnan sur tous les détails. Le calme de JC Bhattacharya et du Lieutenant Colonel R Swaminathan face à l'immense complexité était frappant. L'ardeur et l'application du Lieutenant Colonel VJ Sundaram étaient remarquables. Ils constituaient un groupe de personnes brillant et pleinement impliqué - un mélange d'officiers des services de l'armée et de scientifiques civils - qui s'étaient formés eux-mêmes dans les secteurs où portaient leurs propres intérêts pour satisfaire leur désir intense de voir voler un missile indien.

Nous avons tenu notre réunion finale à la fin du mois de mars 1975 à Trivandrum. Nous avons estimé que les progrès dans l'exécution du projet étaient convenables en ce qui concerne la fabrication de matériel pour appliquer la philosophie de la substitution directe des sous-systèmes de missile excepté dans le secteur des fusées à propulsion liquide, où un peu plus de temps était nécessaire pour réussir. Le comité était de l'opinion unanime que le DRDL avait atteint les deux buts jumeaux qui lui avait été confiés, de maîtriser l'analyse fonctionnelle et de fabriquer du matériel pour la conception et le développement d'une électronique sol relativement complexe.

Nous avons observé que la philosophie de substitution directe avait eu la priorité sur la génération conceptuelle. En conséquence, beaucoup d'ingénieurs d'études n'avaient pas pu prêter une attention suffisante à l'indispensable analyse qui était la pratique que nous suivions au VSSC. Les études d'analyse fonctionnelle effectuées jusqu'alors avaient également été seulement de nature préliminaire. Pour résumer, les résultats accomplis étaient exceptionnels, mais nous avons toujours beaucoup de chemin à faire. Je me suis souvenu d'une poésie apprise à l'école :

*Ne vous inquiétez pas et de peur ne tremblez,  
Car tout juste vos chances viennent de commencer,  
Les meilleurs des travaux ne sont pas débutés,  
Le travail le meilleur n'est pas réalisé.*

Le comité a fortement recommandé au gouvernement de donner à *Devil* un autre feu vert. Notre recommandation a été acceptée et le projet a continué.

De notre côté, au VSSC, le SLV prenait forme. Contrairement à ce qui se passait au DRDL où les progrès étaient rapides, nous avançons lentement. Au lieu de suivre un chef, mon équipe marchait vers le succès en prenant des chemins individuels diversifiés. L'esprit de notre méthode de travail était dans une emphase sur la communication, particulièrement en direction transversale, au sein des équipes et entre les équipes. D'une certaine manière, la communication était ma *mantra* pour gérer ce projet gigantesque. Pour tirer le meilleur parti des membres de mon équipe, je leur parlais fréquemment des objectifs de l'organisation, soulignant l'importance de la contribution spécifique de chaque membre à la réalisation de ces buts. En même temps, j'essayais d'être réceptif à chaque idée constructive émanant de mes subalternes et de la relayer sous une forme appropriée pour la soumettre à un examen critique et pour la mettre en œuvre. Quelque part dans mes notes, j'avais écrit à cette époque :

*Pour laisser vos empreintes  
Sur les sables du temps  
Ne traînez pas des pieds.*

Le plus souvent, on confond communication et conversation. En fait, les deux sont distinctement différentes. J'étais (et je suis toujours) quelqu'un de très mauvais pour la conversation mais je pense que je suis un bon communicateur. Une conversation pleine de bons mots est le plus souvent vide d'informations utiles. La communication ne traite que de l'échange d'informations. Il est très important de se rendre compte que la communication est une affaire bipartite qui vise à transmettre ou à recevoir une information spécifique.

Quand je travaillais sur le SLV, j'avais l'habitude de communiquer pour favoriser la compréhension et pour parvenir à un accord avec des collègues en définissant les problèmes qui se posaient et en identifiant les actions nécessaires pour les résoudre. La communication authentique était l'un des outils pratiques utilisés pour gérer le projet. Comment est-ce que je faisais ? Pour commencer, j'essayais d'être factuel et de ne jamais enjoliver les faits. À l'une des revues du Conseil des Sciences Spatiales (SSC), frustré par les retards de fournitures, j'ai laissé exploser une plainte virulente contre l'indifférence et les tactiques bureaucratiques du contrôleur des comptes et du conseiller financier du VSSC. J'ai insisté sur le fait que les méthodes de travail pratiquées par le personnel comptable devaient changer et j'ai exigé la délégation de leurs fonctions à l'équipe responsable du projet. Le Dr. Brahm Prakash a été pris au dépourvu par la rudesse de ma proposition. Il a écrasé sa cigarette et il a quitté la réunion.

J'ai passé toute la nuit à regretter la douleur que mes mots durs avaient causé au Dr. Brahm Prakash. Cependant, j'étais déterminé à combattre l'inertie inhérente au système avant de me retrouver submergé. Je me suis posé une question concrète : était-il possible de vivre avec ces bureaucrates insensibles ? La réponse était non et non. Alors je me suis posé une question personnelle : qu'est-ce qui blesserait le plus le Dr. Brahm Prakash, l'apparente dureté de mes mots d'aujourd'hui, ou un enterrement du SLV dans un futur

plus éloigné ? Trouvant que ma tête et mon cœur étaient du même avis, j'ai prié Dieu pour qu'il m'aide. Heureusement pour moi, le lendemain matin, le Dr. Brahm Prakash a donné au projet la délégation financière.

Toute personne qui prend la responsabilité de mener une équipe ne peut réussir que si elle est suffisamment indépendante, puissante et influente de son propre droit pour devenir une personne avec laquelle il faut compter. C'est peut-être également la voie de la satisfaction individuelle dans la vie, parce que la liberté responsable est la seule base solide du bonheur personnel. Que peut-on faire pour renforcer sa liberté personnelle ? Je voudrais partager avec vous deux techniques que j'adopte à ce propos.

D'abord, élaborer votre propre éducation et vos propres qualifications. La connaissance est une valeur tangible, très souvent l'outil le plus important dans votre travail. Plus la connaissance que vous possédez est actualisée, et plus vous êtes libres. La connaissance ne peut pas être retirée de quiconque excepté par son obsolescence. Un leader ne peut être libre pour mener son équipe que s'il suit les progrès de tout ce qui se passe autour lui en temps réel. Diriger, d'une certaine manière, c'est s'engager dans une formation permanente. Dans beaucoup de pays, il est normal que les professionnels aillent à l'université plusieurs soirs chaque semaine. Pour réussir en tant que leader d'une équipe, on doit prendre un temps après l'agitation de la journée de travail pour émerger le lendemain encore mieux équipé et préparé à affronter une nouvelle journée.

La deuxième manière est de développer une passion pour la responsabilité personnelle. La voie royale vers la liberté personnelle est d'aider à déterminer les forces qui vous déterminent. Soyez actif ! Prenez des responsabilités ! Travaillez pour les choses dans lesquelles vous croyez. Si vous ne le faites pas, vous abandonnez votre destin aux autres. L'historienne Édith Hamilton a écrit de la Grèce antique, « quand la liberté qu'ils ont préférée a été la liberté à l'égard des responsabilités, alors les Athéniens ont cessé d'être libres et ils n'ont plus jamais retrouvé leur liberté ». La vérité c'est qu'il y a beaucoup de choses que la plupart d'entre nous peuvent faire individuellement pour augmenter leur liberté. Nous pouvons combattre les forces qui menacent de nous opprimer. Nous pouvons nous fortifier de qualités et de conditions qui favorisent la liberté individuelle. De cette manière, nous aidons à créer une organisation plus forte, capable d'atteindre des objectifs sans précédent.

Alors que le travail sur le SLV montait en puissance, le Professeur Dhawan a introduit le système de revue d'avancement avec la totalité de l'équipe impliquée dans le projet. Le Professeur Dhawan était un homme investi d'une mission. Il rassemblait sans effort tous les aspects les plus divers d'une activité pour la faire progresser en douceur. Au VSSC, les revues que présidait le Professeur Dhawan étaient considérées comme des événements majeurs. Il était véritablement le capitaine de la barque ISRO - un commandant, un navigateur, et un homme à tout faire, le tout à la fois. Cependant, il n'a jamais prétendu en savoir plus qu'il n'en savait. Au contraire, quand quelque chose lui semblait ambigu, il posait des questions et discutait franchement de ses doutes. Je me souviens de lui comme d'un leader pour qui mener d'une main ferme mais juste était comme une nécessité morale. Il était très ferme sur toutes les décisions qu'il avait prises. Mais avant de prendre une décision, il était comme l'argile, ouvert à toutes les pressions jusqu'au moulage final. Alors les décisions étaient passées au four du potier pour la couche finale de vernis, et elles ne manquaient jamais d'émerger dures et solides, résistantes et persistantes.

J'ai eu le privilège de passer beaucoup de temps avec le Professeur Dhawan. Il pouvait garder l'auditeur captivé en raison de la perspicacité logique et intellectuelle qu'il apportait

à son analyse sur n'importe quel sujet. Il possédait une combinaison de diplômes peu commune – une Licence de mathématiques et de physique, une Maîtrise en littérature anglaise, une Licence de Construction Mécanique, une Maîtrise de Construction Aéronautique suivie d'un Doctorat en Aéronautique et en Mathématiques de l'Institut de Technologie de la Californie (Caltech) aux Etats-Unis.

Les débats intellectuels avec lui étaient très stimulants et les membres de mon équipe comme moi-même y trouvions toujours une source d'énergie mentale. Je le trouvais plein d'optimisme et de compassion. Bien que souvent il se jugeât lui-même avec dureté, sans se chercher ni excuses ni dérogations, il était tolérant à l'égard des fautes qui venaient des autres. Le Professeur Dhawan énonçait froidement ses jugements et puis il pardonnait aux fautifs tout contrits.

En 1975, l'ISRO est devenu un organisme gouvernemental. Un conseil de l'ISRO a été formé avec les directeurs des différents centres de travail et les cadres supérieurs du Département de l'Espace (DoS). Cela a fourni un lien symbolique aussi bien qu'un forum pour la gestion participative entre le DoS qui avait le pouvoir gouvernemental et les centres qui exécutaient les tâches. Dans le jargon traditionnel des services gouvernementaux, les centres de l'ISRO auraient été des unités subalternes ou des bureaux rattachés, mais de tels mots n'ont jamais été utilisés à l'ISRO ou au DoS. La gestion participative, qui demande une interaction active entre ceux qui disposent des pouvoirs administratifs et les agences d'exécution, était une nouveauté particulière à l'ISRO en matière de gestion qui par la suite a fait son chemin dans des organismes indiens de R&D.

Cette nouvelle organisation m'a mis en contact avec TN Seshan, le Secrétaire Commun du DoS. Jusqu'alors j'avais des réserves latentes au sujet des bureaucrates, et je ne me suis pas senti très à l'aise la première fois où j'ai vu Seshan participer à une réunion du Conseil d'Administration du projet SLV-3. Mais rapidement, cela s'est changé en admiration pour Seshan, qui préparait toujours méticuleusement l'ordre du jour avant de venir aux réunions. Il savait éveiller l'esprit des scientifiques avec ses immenses capacités d'analyse.

Les trois premières années du projet SLV ont été une période de révélation de beaucoup de mystères fascinants de la science. Nous sommes humains, l'ignorance a toujours été notre part, et le sera toujours. Ce qu'il y avait de nouveau, c'était la conscience que j'en avais, mon éveil à ses insondables dimensions. J'avais toujours supposé que le rôle de la science était de tout expliquer, et que les phénomènes non expliqués étaient des domaines pour des personnes comme mon père ou comme Lakshmana Sastry, mais je voyais que c'était une erreur. Cependant, je me suis toujours abstenu d'en discuter avec mes collègues scientifiques, de peur que cela ne mette en péril l'hégémonie des visions qu'ils s'étaient méticuleusement construites.

Peu à peu, je me suis rendu compte de la différence qu'il y avait entre la science et la technologie, entre la recherche et le développement. La Science est fondamentalement ouverte et exploratoire. Le développement est une boucle fermée. Les erreurs sont inévitables dans le développement et nous en faisons chaque jour, mais chaque erreur sert pour des modifications, des rectifications ou des améliorations. Probablement, le Créateur a créé les ingénieurs pour qu'ils incitent les scientifiques à réaliser plus. Car chaque fois que les scientifiques arrivent avec une solution complètement travaillée et entièrement comprise, les ingénieurs leur montrent qu'une autre *idée lumineuse* est encore possible. J'ai prévenu mon équipe contre les risques de devenir des scientifiques. La Science est une passion - un voyage sans fin vers des promesses et des possibilités. Nous n'avons qu'un temps limité et des fonds limités. Faire le SLV dépendait de la conscience que nous avions

de nos propres limites. Je donnais la préférence aux solutions réalisables existantes comme étant les meilleures options. Rien de ce qui est nouveau n'entre dans les projets contraints par le temps sans apporter ses propres problèmes. À mon avis, un chef de projet devrait autant que possible toujours travailler avec des technologies prouvées dans la plupart des systèmes et expérimenter seulement quand il dispose de redondances.

\* \* \*

## 8

Le projet SLV-3 avait été formulé de telle manière que les centres technologiques principaux, au VSSC et au SHAR puissent s'occuper de la production des propergols, des essais des moteurs-fusées et du lancement des fusées de grand diamètre. En tant que participants au projet SLV-3, nous nous étions fixé trois étapes importantes : le développement et la qualification en vol sur des fusées-sondes de tous les sous-systèmes pour 1975 ; des vols suborbitaux pour 1976 ; et le vol orbital final en 1978. Le rythme de travail s'accélérait et l'atmosphère était pleine d'excitation. Partout où j'allais, nos équipes avaient quelque chose d'intéressant à me montrer. Il y a un grand nombre de choses qui se faisaient pour la première fois dans notre pays et les techniciens de base n'avaient eu aucune exposition antérieure à ce genre de travail. J'ai vu de nouvelles dimensions se développer dans les performances des membres de mes équipes.

Les dimensions de la performance sont les facteurs qui mènent à la création. Elles dépassent les compétences telles que les qualifications et les connaissances des individus. Les dimensions de la performance sont plus vastes et plus profondes que ce qu'une personne doit savoir et savoir faire afin de pouvoir bien exécuter son travail. Elles incluent des attitudes, des valeurs et des traits de caractère. Elles existent à divers niveaux de la personnalité humaine. Au niveau comportemental – le cercle extérieur de l'arborescence - nous pouvons observer des qualifications et mesurer des connaissances. Des dimensions de rôles sociaux et d'image de soi-même se trouvent à des niveaux intermédiaires. Les motivations et les traits de caractère existent au niveau le plus intérieur, au noyau même. Si nous pouvons identifier les dimensions de performance qui sont le plus fortement corrélées avec le succès au travail, nous pouvons les regrouper pour former un modèle pour des performances exceptionnelles aussi bien dans la pensée que dans l'action.

Bien que SLV-3 fût encore dans les choses à venir, ses sous-systèmes étaient en voie de réalisation. En juin 1974, nous avons eu un lancement de fusée-sonde Centaur pour tester certains de nos systèmes critiques. Un bouclier thermique de SLV de dimensions réduites, une Centrale Inertielle Gyroscopique, et le Programmeur d'Attitude du Véhicule ont été intégrés dans la fusée Centaur. Les trois systèmes ont impliqué une expertise dans de nombreux domaines - les matériaux composites, l'électronique et les logiciels de contrôle, qui n'avaient jamais été essayés auparavant dans notre pays. L'essai a été un succès complet. Jusque-là le programme spatial indien n'avait pas dépassé les fusées-sondes et même les personnes bien informées n'étaient pas prêtes à voir et reconnaître que nos efforts étaient sérieux et ne se limitaient pas à jouer avec des instruments météorologiques. Pour la première fois, nous avons inspiré confiance à la nation. Le Premier Ministre Indira Gandhi a déclaré au Parlement le 24 juillet 1974, « le développement et la fabrication des technologies, des sous-systèmes et du matériel appropriés pour faire le premier Véhicule Lanceur de Satellites indien progressent d'une manière satisfaisante. Un certain nombre d'industries sont engagées dans la fabrication des composants. Le premier vol orbital indien est programmé pour avoir lieu en 1978. »

Comme n'importe quel autre acte de création, la création du SLV-3 a également eu ses moments douloureux. Un jour, pendant que mon équipe et moi-même étions totalement occupés par la préparation de l'essai statique du moteur du premier étage, des nouvelles d'un décès dans la famille me sont parvenues. Mon beau-frère et mentor

Jenab Ahmed Jallaludin nous avait quittés. Pendant deux ou trois minutes, je suis resté immobile, je ne pouvais pas penser, je ne pouvais rien ressentir. Quand j'ai pu à nouveau me concentrer sur mon environnement pour essayer de participer au travail, je me suis mis à parler de manière incohérente - et alors je me suis rendu compte qu'avec Jallaluddin, c'était aussi une partie de moi qui avait disparu. Des visions de mon enfance me sont réapparues - les promenades du soir autour du temple de Rameswaram, le sable brillant et la danse des marées sous le clair de lune, le regard des étoiles dans le ciel noir de la nouvelle lune, Jallaluddin me montrant l'horizon plongeant dans la mer, se chargeant de l'argent pour mes livres, et me disant au revoir à l'aéroport de Santa Cruz. J'avais l'impression d'avoir été jeté dans un tourbillon de temps et d'espace. Mon père, qui alors avait passé ses cent ans, porteur du cercueil de son beau-fils, qui n'avait que la moitié de son âge, l'âme déchirée de ma sœur Zohara, avec ses blessures de la perte de son fils de quatre ans encore ouvertes - ces images me sont venues aux yeux dans un flou, trop terrible pour que je comprenne. Je me suis penché sur le gabarit d'assemblage, puis je me suis repris et j'ai laissé quelques instructions avec Dr. S Srinivasan, le Directeur-Adjoint du projet pour qu'il continue le travail en mon absence.

Après avoir voyagé toute la nuit dans une série de bus locaux, ce n'est que le lendemain que j'ai atteint Rameswaram. Pendant tout ce temps, j'ai fait de mon mieux pour me libérer de ce passé qui semblait s'être terminé avec la disparition de Jallaluddin. Mais au moment où je suis arrivé à ma maison, la peine m'a envahi à nouveau. Je n'ai rien pu dire à Zohara ou à ma nièce Mehboob, qui toutes les deux ne pouvaient contrôler leurs pleurs. Je n'ai pas pu verser de larmes. C'est remplis de douleur que nous avons mis le corps de Jallaluddin au repos pour toujours.

Mon père a tenu mes mains pendant un long moment. Il n'y avait aucune larme dans ses yeux non plus. « Ne voyez-vous pas, Abul, comment le Seigneur rallonge les ombres ? Si Il l'avait voulu, Il aurait pu faire qu'elles soient constantes. Mais Il fait que le soleil soit leur guide, et petit à petit Il les raccourcit. C'est Lui qui a fait que la nuit soit un manteau pour toi, et que le sommeil soit un repos. Jallaluddin est parti pour un long sommeil - un sommeil sans rêves, un repos complet de tout son être dans l'évanouissement de la conscience. Rien ne nous arrivera excepté ce qu'Allah a ordonné. Il est notre gardien. En Allah, mon fils, tu mettras ta confiance. ». Il a lentement fermé ses paupières froissées et est entré dans un état comme s'il était en transe.

La mort ne m'a jamais fait peur. Après tout, chacun doit partir un jour. Mais peut-être que Jallaluddin est parti un peu trop tôt, un peu trop vite. Je ne pouvais pas me résoudre à rester longtemps à la maison. J'ai eu l'impression que la totalité de mon être profond se noyait dans une sorte d'agitation anxieuse et dans des conflits intérieurs entre ma vie personnelle et ma vie professionnelle. Pendant de nombreux jours, de retour à Thumbā, j'ai ressenti une impression de futilité que je n'avais jamais connue avant - au sujet de tout ce que je faisais.

J'ai eu de longs entretiens avec le Professeur Dhawan. Il m'a dit que mes progrès sur le projet SLV m'apporteraient la consolation. Ma confusion commencerait par diminuer, avant finalement de disparaître tout à fait. Il a rappelé mon attention vers les merveilles de la technologie et de ses accomplissements.

Graduellement, le matériel a commencé à sortir des planches à dessin. Sasi Kumar a établi un réseau très efficace de centres de fabrication. Dans les jours qui suivaient le dessin d'une pièce, il s'embarquait dans la fabrication avec ce qui était disponible. Namboodiri et Pillai passaient leurs jours et leurs nuits au laboratoire de propulsion à développer simultanément quatre moteurs de fusées. MSR Dev et Sandlas ont élaboré

des plans méticuleux pour l'intégration mécanique et électrique du véhicule. Madhavan Nair et Murthy ont examiné les systèmes développés par les laboratoires d'électronique du VSSC et en ont fait des sous-systèmes de vol partout où c'était possible. US Singh a apporté le premier système sol pour les lancements, qui comportait la télémétrie, la télécommande, et les radars. Il a également défini un plan de travail détaillé avec le SHAR pour les essais en vol. Le Dr. Sundararajan suivait de près les objectifs de mission et faisait la mise à jour des systèmes. Le Dr. Srinivasan, un concepteur compétent en matière de véhicules lanceurs, m'a déchargé de toutes mes fonctions complémentaires et supplémentaires en tant que directeur adjoint du projet SLV. Il notait ce que je ne voyais pas, il entendait les questions que je n'avais pas écoutées, et proposait des possibilités que je n'avais pas vraiment visualisées.

Nous avons appris à la dure que le plus grand problème de la gestion des projets est de réaliser un interfaçage régulier et efficace entre les différents individus et entre les différents centres de travail. Un gros travail peut se retrouver anéanti en l'absence d'une coordination appropriée.

A cette époque-là, j'ai eu la bonne fortune d'avoir pour ami YS Rajan du siège social de l'ISRO. Rajan était (et est toujours) un ami universel. Son amitié se manifestait avec la même chaleur avec les tourneurs, les assembleurs, les électriciens et les conducteurs aussi bien qu'avec les scientifiques, les ingénieurs, les entrepreneurs et les bureaucrates. Aujourd'hui quand la presse m'appelle un « soudeur de personnes », j'attribue cela à Rajan. Son interaction étroite avec les différents centres de travail créait une telle harmonie dans les affaires du SLV que les petits fils des efforts individuels se retrouvaient tissés dans le tissu puissant d'une grande force.

En 1976, mon père a disparu. Il avait des problèmes de santé depuis quelque temps en raison de son âge avancé. La mort de Jallaluddin avait également eu un effet sur sa santé et sur son esprit. Il avait perdu son désir de vivre, comme si après avoir vu Jallaluddin revenir à Sa source divine, il avait eu aussi envie de retourner à la sienne.

Chaque fois que j'étais au courant de soucis de santé de mon père, je lui rendais une visite à Rameswaram accompagné d'un bon docteur. Et chaque fois que je faisais ainsi, il me réprimandait pour mon inquiétude excessive et me sermonnait pour les dépenses occasionnées par le docteur. Il me disait : « Ta visite suffit pour que je me porte bien, pourquoi amener un docteur et dépenser de l'argent pour ses honoraires ? ». Cette fois c'était allé au delà des possibilités de n'importe quel docteur, de n'importe quels soins ou de n'importe quelle somme d'argent. Mon père Jainulabdeen, qui avait vécu sur l'île de Rameswaram pendant 102 années, avait trépassé, laissant derrière lui quinze petits-enfants et un arrière-petit-fils. Il avait mené une vie exemplaire. La nuit après l'enterrement, assis dans ma solitude, je me suis souvenu d'un poème écrit par son ami Auden après la mort de Yeats, et il m'a semblé qu'il avait été écrit pour mon père :

*Terre, reçois un invité d'honneur ;  
William Yeats est étendu pour son repos...*

.....  
*Dans la prison de ses jours  
Enseignez à l'homme libre comment être heureux.*

Dit en termes simples, ce n'était que la mort d'un vieil homme. Aucune célébration publique n'a été organisée, aucun drapeau n'a été mis en berne, aucun journal n'a publié de nécrologie à son sujet. Il n'était pas un politicien, ni un universitaire, ni un

homme d'affaires. Il n'avait été qu'un homme simple et transparent. Mon père était à la poursuite de la valeur suprême, le Bien. Sa vie avait été nourrie de tout ce qui était bénin et angélique, sage et noble.

Mon père m'avait toujours rappelé le légendaire Abou Ben Adhem qui, se réveillant une nuit d'un rêve profond de paix, a vu un ange écrivant dans un livre d'or les noms de ceux qui aiment le Seigneur. Abou a demandé à l'Ange si son propre nom était sur la liste. L'Ange a répondu par la négative. Déçu mais toujours de bonne humeur, Abou a dit, « Ecrivez mon nom en tant que quelqu'un qui aime ses frères humains ». L'ange a écrit, et a disparu. La nuit suivante, il est venu encore au réveil dans une grande lumière, et il a montré les noms de ceux que l'amour de Dieu avait bénis. Et le nom d'Abou était le premier sur la liste.

Je suis resté assis pendant longtemps avec ma mère, mais je ne pouvais pas parler. Elle m'a béni d'une voix étouffée quand je l'ai quittée pour retourner à Thumba. Elle savait qu'elle ne devait pas quitter la maison de son mari, dont elle était la gardienne, et que je n'allais pas y vivre avec elle. Tous les deux nous avons à vivre nos propres destins. Est-ce que j'étais trop têtu ou est-ce que j'étais trop préoccupé par le SLV ? Est-ce que je n'aurais pas dû oublier pendant un moment mes propres affaires afin de l'écouter ? J'ai réalisé ceci avec regret seulement quand elle a disparu peu après.

La fusée SLV-3 Apogee, développée comme étage supérieur commun avec Diamant, programmée pour être testée en vol en France, était aux prises avec une série de problèmes épineux. Il fallait que j'aie d'urgence en France pour les résoudre. Avant que je ne parte, tard dans l'après-midi, on m'a informé que ma mère était décédée. J'ai pris le premier bus disponible pour Nagarcoil. De là, j'ai voyagé jusqu'à Rameswaram, en passant toute une nuit dans le train, et le lendemain matin nous avons exécuté les derniers rites. Les deux personnes qui m'avaient formé étaient parties pour leur demeure céleste. Elles avaient atteint la fin de leur voyage. Le reste d'entre nous devait continuer à endurer les fatigues de la route et la vie devait se poursuivre. J'ai prié dans la mosquée où autrefois mon père m'emmenait tous les soirs. Je Lui ai dit que ma mère n'aurait pas pu vivre plus longtemps dans le monde sans l'attention et l'amour de son mari, et qu'elle avait préféré le rejoindre. J'ai prié pour Sa rémission. « Ils ont effectué la tâche que j'avais conçue pour eux avec grand soin, attachement et honnêteté et ils sont revenus à moi. Pourquoi pleures-tu le jour de leur accomplissement ? Concentre-toi sur les tâches qui se trouvent devant toi, et proclame ma gloire par tes œuvres ! » Personne n'avait dit ces mots, mais je les ai entendus forts et clairs. Un aphorisme inspiré du Coran sur la disparition des âmes a rempli mon esprit : « Votre richesse et vos enfants ne sont que tentation tandis que Allah ! en Lui est une récompense éternelle. » Je suis sorti de la mosquée l'esprit en paix et je suis parti vers la gare. Je me souviens toujours que quand l'appel pour le *namaz* retentissait, notre maison se transformait en une petite mosquée. Mon père et ma mère menaient, et leurs enfants et leurs petits-enfants suivaient.

Le lendemain matin j'étais de retour à Thumba, physiquement épuisé, moralement éprouvé, mais déterminé à accomplir notre ambition de faire voler un moteur de fusée indien sur un sol étranger.

A mon retour de France, après avoir testé avec succès le moteur SLV-3 Apogee, le Dr. Brahm Prakash m'a informé un jour de l'arrivée de Wernher von Braun. Tous ceux qui travaillent dans le monde des fusées ont entendu parler de von Braun, qui avait fait les V-2, les missiles mortels qui ont dévasté Londres pendant la deuxième guerre mondiale. Dans la phase finale de la guerre, von Braun avait été capturé par les Forces Alliées. En hommage à son génie, von Braun a été placé à un poste de haut niveau dans le programme de fusées de la NASA. Travaillant pour l'armée

américaine, Von Braun avait produit le remarquable missile Jupiter, qui était le premier IRBM avec une portée de 3 000 km. Quand j'ai été invité par le Dr. Brahm Prakash à recevoir von Braun à Madras et à l'escorter à Thumba, j'étais naturellement enthousiasmé.

Le missile V-2 (une abréviation du mot allemand *Vergeltungswaffe*) a été de loin la plus marquante des réalisations dans l'histoire des fusées et des missiles. C'était la culmination des efforts faits par von Braun et son équipe dans le VFR (Société pour les Vols Spatiaux) pendant les années 20. Ce qui avait commencé comme un effort civil est rapidement devenu une activité militaire officielle, et von Braun est devenu le directeur technique du Laboratoire Allemand de Missiles à Kummersdorf. Le premier missile V-2 a été la première fois testé en juin 1942, sans succès. Il a basculé sur le côté et il a explosé. Mais le 16 août 1942, c'est devenu le premier missile à dépasser la vitesse du son. Sous la supervision de von Braun, plus de 10 000 missiles V-2 ont été produits entre avril et octobre 1944 à la colossale unité de production souterraine près de Nordhausen en Allemagne. J'allais voyager avec cet homme – tout à la fois scientifique, concepteur, ingénieur de production, administrateur, et directeur de technologie - qu'est-ce que je pouvais demander de plus ?

Nous avons volé sur un avion Avro qui a pris environ quatre-vingt-dix minutes de Madras à Trivandrum. Von Braun m'a interrogé au sujet de notre travail et il a écouté comme s'il n'était rien d'autre qu'un étudiant en fusées. Je ne m'étais pas attendu à ce que le père des fusées modernes soit aussi humble, réceptif et encourageant. Il m'a complètement mis à l'aise pendant toute la durée du vol. C'était difficile d'imaginer que j'étais en train de parler à un géant des systèmes de missiles, tellement il était modeste.

Il a observé que le rapport L/D de la longueur et du diamètre du SLV-3 qui a été conçu pour être de 22 était un peu élevé et il m'a averti des problèmes aérodynamiques qui devaient être évités pendant le vol.

Après avoir passé la plus grande partie de sa vie active en Allemagne, comment s'est-il senti en Amérique ? C'est ce que j'ai demandé à von Braun, qui était devenu un personnage culte aux Etats-Unis après avoir été le créateur de la fusée Saturne pour la mission Apollo qui a mis l'homme sur la Lune. Von Braun m'a donné un conseil : « L'Amérique est un pays aux grandes possibilités, mais ils considèrent tout ce qui n'est pas américain avec soupçon et mépris. Ils souffrent d'un complexe NIH – Not Invented Here - profondément enraciné et regardent de haut les technologies étrangères. Si vous voulez faire quoi que ce soit en matière de fusées, faites-le par vous-même ». Et il a commenté : « SLV-3 est véritablement un concept indien et il est possible que vous rencontriez des problèmes. Mais vous devrez toujours vous rappeler que nous ne construisons pas simplement sur des succès, nous construisons également sur les échecs. »

Au sujet du dur et inévitable labeur qui est lié au développement des fusées et au niveau d'engagement impliqué, il a souri et a dit avec un reflet de malice dans les yeux : « Dans le domaine des fusées, l'acharnement au travail ne suffit pas. Ce n'est pas un sport où le travail et la volonté acharnée de réussir peuvent vous rapporter des honneurs. Ici, non seulement vous devez avoir un but mais vous devez avoir aussi des vraies stratégies pour le réaliser aussi rapidement que possible. »

« L'engagement total n'est pas simplement un dur labeur, c'est une participation totale. La construction d'un mur de pierres est un travail épuisant. Il y a des gens qui construisent des murs de pierres toute leur vie. Et quand ils meurent, il y a des kilomètres de murs, témoins muets du dur travail qu'ils ont effectué. »

Et il a continué, « Mais il y a d'autres hommes qui tout en plaçant une pierre sur une autre ont une vision dans leur esprit, un but. Cela peut être une terrasse avec des roses s'élevant au-dessus des murs de pierre et des chaises préparées pour les jours d'été et la relaxation. Ou encore, le mur de pierres peut délimiter un verger de pommiers, ou marquer une frontière. Quand ils ont fini, ils ont plus qu'un mur. C'est le but qui fait la différence. Ne faites pas des fusées votre profession, votre gagne-pain – faites-en votre religion, votre mission ». Est-ce que je retrouvais quelque chose du Professeur Vikram Sarabhai chez von Braun ? Cela me rendait heureux de le penser.

Avec trois décès dans ma famille en trois années successives, j'avais besoin d'un engagement total dans mon travail afin de continuer à bien fonctionner. J'ai voulu me jeter de tout mon être dans la création du SLV. J'ai senti que j'avais découvert le chemin que j'étais censé suivre, la mission que Dieu avait pour moi, mon but sur Sa terre. Pendant cette période, c'est comme si j'avais appuyé sur une touche pause – pas de badminton le soir, plus de week-ends ni de vacances, pas de famille, pas de relations, pas même d'amis en dehors du cercle SLV.

Pour réussir dans votre mission, vous devez avoir une dévotion unique vers votre but. Des individus comme moi sont souvent appelés des « workaholics », pour utiliser le terme anglais, des intoxiqués du travail. Je remets en cause cette expression parce que cela implique un état pathologique ou une maladie. Si le travail que je fais est ce que je désire plus que toute autre chose au monde et que cela me rend heureux, cela ne peut pas être une aberration. Les mots du vingt-sixième psaume me viennent à l'esprit quand je travaille : « Examinez-moi, O Seigneur, et mettez-moi à l'épreuve. »

L'engagement total est une qualité cruciale pour ceux qui veulent atteindre les sommets de leur profession. Le désir de travailler à sa capacité optimale ne laisse pratiquement pas de place pour quoi que ce soit d'autre. J'ai eu avec moi des personnes qui se moquaient des 40 heures de travail par semaine pour lesquelles elles étaient payées. J'ai aussi connu d'autres qui travaillaient 60, 80 et même 100 heures par semaine parce qu'elles trouvaient leur travail passionnant et gratifiant. L'engagement total est le dénominateur commun chez tous les hommes et toutes les femmes qui réussissent. Est-ce que vous êtes capables de gérer le stress que vous rencontrez dans votre vie ? La différence entre une personne énergique et une personne confuse est la différence dans la manière dont leurs esprits traitent leurs expériences. Un homme a besoin de ses difficultés parce qu'elles lui sont nécessaires pour apprécier les succès. Tous, nous portons en nous une sorte de super-intelligence. Stimulons-la pour nous permettre d'aller chercher nos pensées, nos désirs, et nos croyances les plus profonds.

Une fois que vous avez fait cela – vous charger, pour ainsi dire, de votre engagement à votre travail – vous avez besoin également d'une bonne santé et d'une énergie illimitée. Monter au sommet demande de la force, que ce soit au sommet du Mont Everest ou au sommet de votre carrière. Les gens naissent avec différentes réserves d'énergie et ceux ou celles qui se fatiguent vite et qui décrochent facilement feront bien de réorganiser leur vie au plus tôt.

En 1979, une équipe de six membres préparait le modèle de vol d'un système de régulation complexe du second étage pour une évaluation en essai statique. L'équipe était à T-15 minutes dans le compte à rebours (15 minutes avant l'essai), et l'une des douze vannes n'a pas répondu pendant un contrôle. L'inquiétude a poussé les membres de l'équipe à se rendre sur le site de test pour regarder le problème. Soudainement le réservoir d'oxydant rempli d'acide nitrique fumant (RFNA) a éclaté, causant de graves brûlures d'acide aux membres de l'équipe. C'était une expérience

très traumatisante de voir la douleur des blessés. Kurup et moi-même nous sommes précipités à l'Hôpital de la Faculté de Médecine de Trivandrum et avons prié de faire admettre nos collègues, car il n'y avait pas six lits de disponibles dans l'hôpital à ce moment.

Sivaramakrishnan Nair était parmi les six personnes blessées. L'acide avait brûlé son corps à un certain nombre d'endroits. Le temps que nous obtenions un lit à l'hôpital, ses douleurs étaient devenues intenses. J'ai gardé la veille à son chevet. A environ 3 heures du matin, Sivaramakrishnan a repris conscience. Ses premiers mots ont été pour regretter l'accident et pour m'assurer qu'il rattraperait le retard que l'accident avait provoqué dans les programmes. Sa sincérité et son optimisme, même au milieu de douleurs si intenses, m'ont profondément impressionné.

Les hommes comme Sivaramakrishnan sont une race à part. Ce sont des fonceurs, allant chaque fois plus haut que l'étape précédente. Et avec leur vie sociale et leur vie familiale soudées à leur rêve, ils trouvent des récompenses à leur démarche au-delà de toute mesure - la joie inhérente d'être dans le flux. Cet événement a considérablement augmenté la confiance que j'avais dans mon équipe ; une équipe solide comme un roc, dans le succès comme dans l'échec.

J'ai employé le mot « flux » à beaucoup d'occasions sans vraiment en approfondir la signification. Quel est ce flux ? Et quelles sont ces joies ? Je pourrais les appeler des moments de magie. Je vois une analogie entre ces moments et les moments où vous planez quand vous jouez au badminton ou quand vous courez. Le flux est une sensation que nous éprouvons quand nous agissons avec une participation totale. Pendant le flux, l'action suit l'action selon une logique interne qui semble n'avoir besoin d'aucune intervention consciente de la part du travailleur. Il n'y a aucune hâte; il n'y a aucune distraction de l'attention. Le passé et le futur disparaissent. Il en est de même pour la distinction entre l'individu et son activité. Nous étions tous passés dans le courant du flux SLV. Tout en travaillant très dur nous étions très détendus, énergiques et frais. Comment est-ce que cela s'est produit ? Qui avait créé ce flux ?

Peut-être que c'était l'organisation signifiante des objectifs que nous cherchions à réaliser. Nous cherchions à identifier nos objectifs au niveau le plus général possible et puis nous nous efforcions de construire une solution objective réalisable à partir d'une diversité de solutions possibles. C'est ce travail vers l'amont pour développer des changements créatifs dans la solution des problèmes qui nous mettait dans le « flux ».

Quand le matériel du SLV-3 a commencé à sortir, notre capacité à nous concentrer a augmenté considérablement. J'ai ressenti une montée énorme de confiance; j'avais un contrôle total de moi-même et du projet SLV-3. Le flux est un sous-produit de la créativité contrôlée. La première condition est de travailler aussi dur que l'on peut à quelque chose qui présente un défi et à quoi on adhère du fond du cœur. Cela n'a pas besoin d'être un défi écrasant, mais quelque chose qui vous tire un peu, quelque chose qui fait vous rendre compte que vous effectuez une tâche mieux aujourd'hui que vous ne la faisiez hier, ou la dernière fois où vous avez essayé de la faire. Un autre préalable pour être dans le flux est de disposer d'une période significative de temps ininterrompu. De mon expérience, je sais qu'il m'est difficile de passer dans un état de flux en moins d'une demi-heure. Et c'est presque impossible si vous êtes perturbé par des interruptions.

Est-il possible de se mettre dans un état de flux en employant certains artifices de mise en condition de la même façon que nous pouvons nous mettre en condition d'apprendre efficacement ? La réponse est oui, et le secret est d'analyser des

occasions précédentes où vous vous êtes trouvés dans un état de flux, parce que chaque personne, homme ou femme, a sa résonance naturelle propre qui répond à un stimulus particulier. Vous seul pouvez identifier le dénominateur commun dans votre cas personnel. Une fois que vous avez isolé ce dénominateur commun, vous pouvez préparer le terrain pour le flux.

J'ai ressenti cet état de nombreuses fois, pratiquement chaque jour de la mission SLV. Il y a eu des jours dans le laboratoire où en levant les yeux, j'ai trouvé le laboratoire vide et où je me suis rendu compte que l'heure de partir était passée depuis bien longtemps. D'autres jours, les membres de mon équipe et moi-même étions si pris dans notre travail que l'heure du déjeuner passait sans même que nous soyons conscients que nous avions faim.

Quand j'analyse de tels moments en rétrospective, je leur trouve des similitudes dans le sens que nous avons fait l'expérience de ce flux quand le projet était en voie d'achèvement, ou quand le projet avait atteint cette phase où toutes les données nécessaires avaient été recueillies et où nous étions prêts à commencer à résumer le problème, à décrire les contraintes présentées par les critères contradictoires et par les diverses positions présentées par des intérêts qui s'opposaient, et à émettre nos recommandations pour l'action. Je me suis également rendu compte que cela avait tendance à se produire les jours où le bureau était relativement calme, sans crises et sans réunions. La fréquence de ces moments privilégiés s'est accrue régulièrement, et le rêve SLV-3 est finalement devenu une réalité au milieu de 1979.

Nous avons programmé de faire le premier essai en vol expérimental du SLV-3 le 10 août 1979. Les objectifs premiers de la mission étaient de réaliser un véhicule lanceur intégré dans sa totalité; d'évaluer les systèmes de bord comme les moteurs d'étage, les systèmes de pilotage et de contrôle et les sous-systèmes électroniques ; et d'évaluer les systèmes sol, comme le contrôle, la poursuite, la télémétrie et les équipements de données en temps réel pour les installations de lancement établies au complexe de lancement de Sriharikota. La fusée SLV avec ses quatre étages et ses 23 mètres de long, qui pesait 17 tonnes, a finalement décollé d'une manière élégante à 7h58 et a immédiatement commencé à suivre sa trajectoire programmée.

Le premier étage a marché à la perfection. Il y a eu une transition en douceur de cet étage vers le second étage. Nous étions fascinés de voir nos espoirs voler sous les formes du SLV-3. Soudainement, le charme s'est rompu. Nous avons perdu le contrôle du second étage. Le vol s'est terminé au bout de 317 secondes et les restes du véhicule, y compris mon favori, le quatrième étage avec sa charge utile, ont plongé dans la mer, à 560 kilomètres de Sriharikota.

L'incident nous a causé une déception profonde. J'ai ressenti un mélange étrange de colère et de frustration. Soudainement, j'ai senti mes jambes devenir si raides qu'elles m'en ont fait mal. Le problème n'était pas dans mon corps ; c'est quelque chose qui se produisait dans mon esprit.

La mort prématurée de mon aéroglisseur *Nandi*, l'abandon du RATO, l'avortement du quatrième étage SLV-Diamant – tout cela s'est réveillé en un instant, comme si un Phoenix enterré depuis longtemps renaissait de ses cendres. Au fil des années, j'avais appris à digérer ces efforts avortés, je les avais oubliés pour poursuivre de nouveaux rêves. Ce jour-là, j'ai revécu chacun de ces revers dans la profondeur de mon découragement.

« Qu'imaginez-vous qui puisse en être la cause ? » m'a demandé quelqu'un dans le Blockhaus. J'ai essayé de trouver une réponse, mais j'étais trop fatigué pour y

penser, et j'ai abandonné en me disant que c'était futile. Le lancement s'était fait au début de la matinée, précédé d'un compte à rebours qui avait duré toute la nuit. De plus, je n'avais guère dormi de toute la semaine passée. Complètement vidé - mentalement aussi bien que physiquement - je suis allé directement dans ma chambre et je me suis effondré sur le lit.

Un contact léger sur mon épaule m'a réveillé. C'était déjà tard dans l'après-midi, et la nuit approchait. J'ai vu le Dr. Brahm Prakash qui était assis à côté de mon lit. « Que diriez-vous d'aller déjeuner ? » a-t-il demandé. J'ai été profondément touché par sa gentillesse et son attention. J'ai découvert plus tard que Dr. Brahm Prakash était venu déjà deux fois dans ma chambre mais qu'il était reparti en me trouvant endormi. Il avait attendu tout ce temps pour que je me lève et aille déjeuner avec lui. J'étais triste, mais je n'étais pas seul. La compagnie du Dr. Brahm Prakash m'a rempli d'une nouvelle confiance. Il ma tenu une conversation sans conséquence pendant le repas, évitant soigneusement de parler du SLV-3, mais en me consolant gentiment.

\* \* \*

## 9

Le Dr. Brahm Prakash m'a aidé à supporter cette période difficile. Concrètement, le Dr. Brahm Prakash a utilisé les principes de contrôle des pertes sur la ligne de front : « Occupez-vous simplement de ramener le gars vivant. Il s'en remettra ». Il a tenu toute l'équipe du SLV bien unie, et il m'a montré que je n'étais pas seul à être peiné par l'échec du SLV-3. « Tous vos camarades se tiennent à vos côtés, » a-t-il dit. Cela m'a donné le support émotionnel, les encouragements, et les conseils pour survivre.

Plus de soixante-dix scientifiques ont participé à une revue après le vol du 11 août 1979. Une évaluation technique détaillée de l'échec a été faite. Ensuite, le comité d'analyse après le vol dirigé par SK Athithan a pointé les raisons du défaut de fonctionnement du véhicule. On a établi que l'accident s'était produit en raison d'une panne du système de contrôle du second étage. Aucune poussée de contrôle n'était disponible pendant le vol du second étage, ce qui a conduit à une instabilité aérodynamique véhicule, avec pour résultat la perte d'altitude et de vitesse. Cela a fait chuter le véhicule dans la mer avant même que les autres étages puissent être mis à feu.

D'autres analyses en profondeur de l'échec du deuxième étage ont identifié comme cause la fuite d'une assez grande quantité d'acide nitrique fumant (RFNA) employé comme oxydant pour le carburant qui fournit l'énergie de cet étage. En conséquence, quand des poussées de contrôle étaient demandées, seul le carburant était injecté, avec pour résultat une poussée nulle. La cause de la vidange du RFNA a été identifiée comme venant du blocage d'une vanne électromagnétique du réservoir d'oxydant restée ouverte après la première commande à T-8 minutes, en raison d'une contamination.

Les résultats ont été présentés au Professeur Dhawan lors d'une réunion des cadres scientifiques supérieurs de l'ISRO et ont été acceptés. Tout le monde avait été convaincu par la présentation de la séquence technique depuis la cause jusqu'à l'effet et il y avait un sentiment général de satisfaction concernant tout cet exercice de gestion de l'échec et les mesures prises. J'étais cependant encore un peu sceptique et je me sentais agité. Pour moi, le niveau de responsabilité se mesure à la capacité de se confronter au processus décisionnel sans le moindre délai, sans la moindre distraction.

Sous le coup d'une inspiration, je me suis levé et je me suis adressé au Professeur Dhawan : « Monsieur, bien que mes amis aient trouvé la raison technique de l'échec, je prends la responsabilité de dire que la fuite de RFNA détectée pendant la phase finale du compte à rebours était insignifiante. En tant que Directeur de Mission, j'aurais dû interrompre le lancement et peut-être que cela aurait sauvé le vol. Dans une situation semblable à l'étranger, le Directeur de Mission aurait perdu son emploi. Je prends donc la responsabilité de l'échec du SLV-3. » Pendant un instant, il y a eu un silence absolu dans le hall. Alors le Professeur Dhawan s'est levé et il a dit : « Je vais mettre Kalam en orbite ! », et il est parti, signalant ainsi que la réunion était terminée.

La vie scientifique est une combinaison de grandes exaltations et de grands désespoirs. J'ai connu dans ma tête beaucoup de tels épisodes. Johannes Kepler, dont les trois lois orbitales servent de base à la recherche spatiale, a pris presque 17

ans après la formulation des deux lois sur le mouvement des planètes autour du soleil, pour énoncer sa troisième loi qui donne la relation entre la taille de l'orbite elliptique et la durée que cela prend pour que la planète fasse le tour du soleil. Par combien d'échecs et de frustrations est-il passé ? L'idée que l'homme puisse débarquer sur la Lune, développée par le mathématicien russe Konstantin Tsiolkovsky, n'a été réalisée que près de quatre décennies plus tard - et par les Etats-Unis. Le Professeur Chandrasekhar a dû attendre presque 50 ans avant de recevoir le prix Nobel pour sa découverte de la « limite de Chandrasekhar », une découverte faite alors qu'il était étudiant de troisième cycle à Cambridge pendant les années 30. Si son travail avait été reconnu à ce moment-là, cela aurait pu conduire à la découverte des trous noirs des décennies plus tôt. Par combien d'échecs von Braun est-il passé avant que son véhicule lanceur Saturne ne mette l'homme sur la Lune ? Ces pensées ont servi à me donner la capacité de surmonter des revers apparemment irrécupérables.

Le Dr. Brahm Prakash a pris sa retraite au début de novembre 1979. Il avait toujours été mon meilleur point de repère dans les eaux tumultueuses du VSSC. La foi qu'il professait pour l'esprit d'équipe avait inspiré le modèle de gestion pour le projet SLV, un modèle qui plus tard est devenu la référence pour tous les projets scientifiques dans le pays. Le Dr. Brahm Prakash était un conseiller très sage qui m'a donné des conseils précieux toutes les fois où j'ai dévié de mes objectifs de mission.

Le Dr. Brahm Prakash a non seulement renforcé les traits de caractère que j'avais acquis avec le Professeur Sarabhai, mais il m'a également aidé à leur donner une nouvelle ampleur. Il m'a toujours mis en garde contre la hâte. Il me disait : « Les grands projets scientifiques sont comme des montagnes, qui doivent être escaladées avec aussi peu d'effort que possible et sans hâte. C'est la réalité de votre propre nature qui doit déterminer votre vitesse. Si vous devenez impatient, accélérez. Si vous devenez tendu et nerveux, ralentissez. Vous devrez escalader une montagne dans un état d'équilibre. Quand chaque tâche de votre projet n'est plus simplement un moyen de parvenir à un but mais devient un événement unique en soi, alors vous faites les choses comme il faut, ». On peut entendre l'écho des conseils du Dr. Brahm Prakash's dans le poème d'Emerson sur Brahma :

*Si le tueur rouge croit avoir tué  
Ou si la victime se croit assassinée,  
C'est qu'ils ignorent les voies subtiles  
Que je pratique pour passer et revenir.*

*[Traduction de Katharyn VanSpanckeren, Agence d'Information des Etats-Unis ]*

Il est superficiel de vivre seulement pour un futur inconnu. C'est comme escalader une montagne pour atteindre le sommet sans faire l'expérience de ses pentes. Ce sont les pentes de la montagne qui soutiennent la vie, pas le sommet. C'est là où les choses se développent, où l'expérience s'accumule, et où les technologies se maîtrisent. L'importance du sommet tient seulement au fait qu'il définit les pentes. Ainsi je n'ai cessé d'aller vers le sommet, mais toujours en faisant l'expérience des pentes. J'ai eu beaucoup de chemin à parcourir mais je n'étais nullement pressé. J'avançais par petites étapes – simplement étape après étape - mais chaque étape me conduisait vers le sommet.

À chaque étape, l'équipe SLV-3 a eu le bonheur d'accueillir quelques personnes extraordinairement courageuses. Aux côtés de Sudhakar et de Sivaramakrishnan, il y

avait également Sivakaminathan. Il était chargé d'apporter le transpondeur en bande C de Trivandrum au SHAR pour l'intégration sur le SLV-3. Le transpondeur est un dispositif installé dans les systèmes de la fusée pour renvoyer aux radars des signaux assez puissants pour permettre de suivre le véhicule depuis l'emplacement de décollage jusqu'au point d'impact final. Le calendrier du lancement du SLV-3 dépendait de l'arrivée et de l'intégration de cet équipement. En atterrissant à l'aéroport de Madras, l'avion sur lequel voyageait Sivakami a dérapé et il a dépassé le bout de la piste. Une fumée dense s'est répandue dans l'avion. Tout le monde a sauté de l'avion par les sorties de secours, et a couru désespérément pour se sauver - tous excepté Sivakami, qui est resté dans l'avion jusqu'à ce qu'il ait pu retirer le transpondeur de ses bagages. Il était parmi les dernières personnes, avec les membres de l'équipage de l'avion, à émerger de la fumée et il étreignait le transpondeur tout contre sa poitrine.

Un autre incident de ce temps-là dont je me souviens clairement se rapporte à la visite du Professeur Dhawan au bâtiment d'assemblage du SLV-3. Le Professeur. Dhawan, Madhavan Nair et moi-même discutons de quelques détails de l'intégration du SLV-3. Le véhicule était sur la rampe en position horizontale. Tandis que nous en faisons le tour pour examiner le degré d'intégration du matériel, j'ai noté la présence de grandes bouches d'incendie pour éteindre le feu en cas d'accident. Pour quelque raison, je ne me suis pas senti à l'aise à la vue de ces vanes qui faisaient face au SLV-3 installé sur la rampe. J'ai proposé à Madhavan Nair de tourner les vanes d'un demi-tour complet. Cela empêcherait l'éventualité peu plaisante de voir jaillir des flots d'eau qui pourraient endommager la fusée. À notre surprise, dans les minutes qui ont suivi le retournement des vanes à la demande de Madhavan Nair, des jets d'eau puissants en ont jailli. Le Responsable de la Sécurité du Véhicule était en train de vérifier le bon fonctionnement du système de lutte contre les incendies sans se rendre compte qu'il aurait pu détruire la fusée tout entière. C'était une bonne leçon de prévoyance. Ou bien avons-nous bénéficié de la protection divine ?

Le 17 juillet 1980, trente heures avant le lancement du deuxième SLV-3, les journaux étaient remplis de toutes sortes de pronostics. Un des journaux rapportait : « Le Directeur du Projet est absent et n'a pas pu être joint. » Beaucoup d'articles préféraient retracer l'histoire du premier vol SLV-3, et ont rappelé comment le troisième étage n'avait pas pu être mis à feu en raison du manque de carburant et que la fusée avait piqué du nez dans l'océan. Certains ont mis l'accent sur les possibles implications militaires du SLV-3 en termes d'acquisition de la possibilité de construire des missiles balistiques. Certains faisaient un diagnostic général de tout ce qui allait mal dans notre pays et l'attribuaient au SLV-3. Je savais que le lancement du lendemain allait décider du futur du programme spatial indien. En fait, pour le dire simplement, les yeux de toute la nation étaient tournés vers nous.

Dans les premières heures du lendemain, le 18 juillet 1980 - à 08h03 pour être précis, le premier Véhicule Lanceur de Satellites de l'Inde, le SLV-3, a décollé du SHAR. 600 secondes après le décollage, j'ai vu l'ordinateur afficher les données qui montraient que l'étage IV avait donné au satellite Rohini (la charge utile embarquée) la vitesse requise pour le mettre en orbite. Dans les deux minutes qui ont suivi, Rohini a commencé à tourner en orbite basse autour de la Terre. J'ai dit, au milieu d'un déchirement de décibels, les mots les plus importants que j'aie jamais prononcés dans ma vie : « Ici le Directeur de la Mission – Appel à tous les postes - Tenez-vous prêts pour une annonce importante. Toutes les étapes de la mission sont nominales . Le moteur d'apogée du quatrième étage a donné la vitesse requise pour mettre le satellite Rohini en orbite ». Il y a eu partout des cris de bonheur. Quand je suis sorti du blockhaus, j'ai été soulevé sur les épaules de mes collègues radieux qui m'ont porté en cortège.

Toute la nation était en état d'excitation. L'Inde avait fait son entrée dans le petit groupe de nations capables de lancer des satellites. Les journaux ont publié des nouvelles de l'événement en première page. Les stations de radio et de télévision ont diffusé des programmes spéciaux. Le Parlement a salué l'exploit en tapant des mains sur les tables. C'était à la fois la culmination d'un rêve national, et le début d'une nouvelle phase très importante de l'histoire de notre nation. Le Professeur Satish Dhawan, le Président de l'ISRO, est sorti de sa réserve habituelle et il a annoncé que l'exploration de l'espace était maintenant tout à fait dans nos capacités. Le premier ministre Indira Gandhi a télégraphié ses félicitations. Mais la réaction la plus importante a été celle de la communauté scientifique indienne - tout le monde était fier de ce résultat cent pour cent national.

J'ai ressenti des sentiments mitigés. J'étais heureux de parvenir à un succès qui m'avait échappé pendant les deux décennies passées, mais j'étais triste parce que les personnes qui m'avaient inspiré n'étaient plus là pour partager ma joie - mon père, mon beau-frère Jallaluddin, et le Professeur Sarabhai.

Les crédits pour la réussite du vol du SLV-3 vont, en premier, aux géants du programme spatial indien, le Professeur Sarabhai en particulier, qui étaient aux origines de cet effort ; et ensuite, aux centaines de personnes du VSSC qui par la seule puissance de leur volonté ont prouvé le courage de nos compatriotes et aussi, et non des moindres, au Professeur Dhawan et au Dr. Brahm Prakash, qui avaient mené le projet.

Ce soir-là, nous avons dîné tard. Graduellement, le vacarme et le cliquetis des célébrations se sont calmés. Quand je me suis mis au lit je n'avais presque plus d'énergie. Par la fenêtre ouverte, je pouvais voir la lune au milieu des nuages. La brise marine semblait le reflet de l'ambiance porteuse qui ce jour-là avait flotté sur l'île de Sriharikota.

Dans le mois qui a suivi le succès du SLV-3, j'ai visité pendant toute une journée le Centre Nehru pour les Sciences, à Bombay, en réponse à une invitation de partager mon expérience du SLV-3. Là, j'ai reçu un appel téléphonique du Professeur Dhawan, qui était à Delhi, me demandant de le rejoindre le lendemain matin. Nous devions rencontrer le Premier Ministre, Mme Indira Gandhi. Mes hôtes du Centre Nehru ont été assez aimables pour s'occuper de mon billet vers Delhi, mais j'avais un petit problème. C'était au sujet de mes vêtements. J'étais habillé de manière informelle, comme j'en ai l'habitude, je portais des sandales – ce qui, de toutes les normes de l'étiquette, n'est pas une tenue appropriée pour rencontrer le Premier Ministre ! Quand j'ai parlé de ce problème au Professeur Dhawan, il m'a dit de ne pas m'inquiéter de ma tenue et il a plaisanté en disant : « Vous êtes admirablement habillé par votre succès ! »..

Le lendemain matin, je suis arrivé avec le Professeur Dhawan à l'Annexe de la Chambre du Parlement. Une réunion du Groupe Parlementaire sur la Science et la Technologie était prévue, présidée par le Premier Ministre. Il y avait environ une trentaine de Membres du Lok Sabha et du Rajya Sabha dans la pièce, qui était éclairée par un lustre majestueux. Le Professeur MGK Menon et le Dr. Nag Chaudhuri étaient également présents. Shrimati Gandhi a parlé aux Membres du Parlement du succès du SLV-3 et elle a glorifié notre accomplissement. Le Professeur Dhawan a remercié l'assemblée pour l'encouragement qu'elle donnait à la recherche spatiale de notre pays et il a exprimé la gratitude des scientifiques et des ingénieurs de l'ISRO. Soudain, j'ai vu Shrinati Gandhi me sourire en disant : « Kalam ! Nous voudrions vous entendre parler. » J'ai été étonné par cette demande parce que le Professeur Dhawan s'était déjà adressé à l'assemblée.

En hésitant, je me suis levé et j'ai répondu : « Je suis en effet honoré d'être ici dans cette grande assemblée des bâtisseurs de la nation. Tout ce que je sais faire, c'est construire une fusée dans notre pays, qui peut mettre en orbite un satellite, construit dans notre pays, en lui donnant une vitesse de 25 000 kilomètres à l'heure. » Il y a eu un tonnerre d'applaudissements. J'ai remercié les membres du Parlement de nous avoir donné une occasion de travailler sur un projet comme le SLV-3 et de prouver la force scientifique de notre pays. La salle entière rayonnait de bonheur.

Maintenant que le projet SLV-3 avait débouché sur un succès, le VSSC a dû réorganiser ses ressources et redéfinir ses buts. Je souhaitais être déchargé des activités de projet, à la suite de quoi Ved Prakash Sandlas, de mon équipe, a été nommé Directeur de Projet pour le Projet de Développement du SLV-3, qui visait la fabrication de véhicules lanceurs de satellites opérationnels d'une classe similaire. En vue de l'amélioration du SLV-3 avec certaines innovations technologiques, le développement des Véhicules Lanceurs de Satellites Augmentés (ASLV) avait été sur le tapis pendant quelque temps. Le but était de renforcer la capacité de charge utile du SLV-3 de 40 kilogrammes à 150 kilogrammes. MSR Dev, un membre de mon équipe, a été nommé Directeur de Projet de l'ASLV. Puis, pour atteindre l'orbite polaire héliosynchrone (900 kilomètres), nous devions faire un PSLV. Le Véhicule Lanceur de Satellites Géostationnaire (GSLV) avait été également envisagé, même si c'était encore un rêve lointain. J'ai pris le poste de Directeur, du Groupe de Dynamique et de Conception Aérospatiale, afin de pouvoir donner forme aux prochains véhicules lanceurs et au développement des technologies.

Les infrastructures existantes du VSSC étaient insuffisantes pour traiter la taille et le poids des futurs systèmes de véhicules lanceurs et l'exécution de tous ces projets allait demander des installations hautement spécialisées. De nouveaux sites ont été identifiés pour les activités élargies du VSSC, à Vattiyoorkavu et à Valiamala. Le Dr. Srinivasan a élaboré un plan détaillé des installations. Pendant ce temps-là, j'ai effectué avec Sivathanu Pillai une analyse des applications du SLV-3 et de ses variantes, et je les ai comparées aux véhicules lanceurs existant dans le monde pour des applications aux missiles. Nous avons établi que les systèmes de fusée à poudre SLV-3 répondraient aux exigences nationales de véhicules de transport de charges utiles pour des portées courtes et intermédiaires (4 000 kilomètres). Nous avons affirmé que le développement d'un propulseur additionnel d'un diamètre de 1,8 m avec 36 tonnes de poudre et les sous-systèmes du SLV-3 satisferait aux demandes d'un ICBM (au-delà de 5 000 kilomètres avec une charge utile de 1 000 kilogrammes). Cette proposition, cependant, n'a jamais été retenue. Elle a néanmoins préparé le terrain pour la formulation de l'Expérience de Rentrée (REX) qui, bien plus tard, est devenue *Agni*.

Le vol suivant du SLV-3, le SLV3-D1, a décollé le 31 mai 1981. J'ai assisté à ce vol depuis la galerie des visiteurs. C'était la première fois que j'étais témoin d'un lancement depuis l'extérieur du Centre de Contrôle. La vérité désagréable à laquelle j'ai dû faire face, c'est qu'en devenant le centre de l'attention des médias, j'avais éveillé de l'envie parmi certains de plus anciens de mes collègues, qui tous avaient également contribué au succès du SLV-3. Est-ce que j'étais blessé par la froideur du nouvel environnement ? Peut-être que oui, mais j'étais prêt à accepter ce que je ne pouvais pas changer.

Je n'ai jamais vécu du bénéfice du travail intellectuel des autres. Ma vie, en accord avec ma nature, n'a jamais été celle d'un arriviste implacable.

Le SLV-3 n'a pas été réalisé par la force et la manipulation, mais au travers d'un effort collectif soutenu. Alors pourquoi ce sentiment d'amertume ? Était-il spécifique aux niveaux supérieurs du VSSC ou était-ce une réalité universelle ? En tant que scientifique, j'ai été formé pour donner raison à la réalité. Dans les sciences, la réalité c'est ce qui existe. Et parce que cette amertume était réelle, il fallait que je m'en fasse une raison. Mais est-il possible de se faire une raison de ces choses ?

Est-ce que mes expériences dans ce qui a suivi le SLV me conduisaient vers une situation critique ? Oui et non. Oui, parce que la gloire du SLV-3 n'était pas allée à tous ceux qui la méritaient - mais il n'y avait pas grand-chose que l'on puisse y faire. Non, parce qu'une situation ne peut être considérée comme critique pour quelqu'un seulement quand la réalisation des nécessités internes ne devient plus possible. Et ce n'était certainement pas le cas. En fait, le concept du conflit est établi sur cette idée fondamentale. Dans une vue rétrospective, je peux seulement dire que je me rendais entièrement compte d'un grand besoin d'actualisation et de renouvellement.

En janvier 1981, j'ai été invité par le Dr. Bhagiratha Rao du Laboratoire des Hautes Altitudes (maintenant Laboratoire des Applications Electroniques de Défense (DEAL), à Dehra Dun, pour y faire une conférence sur le SLV-3. Le Professeur Raja Ramanna, un scientifique nucléaire renommé, pour qui j'avais toujours eu beaucoup d'admiration, et qui était alors le Conseiller Scientifique du Ministre de la Défense, présidait la rencontre. Il a parlé des efforts de l'Inde pour produire de l'énergie nucléaire et des défis à relever pour effectuer les premiers essais nucléaires dans des buts pacifiques. Comme j'avais été impliqué de tellement près dans le SLV-3, il était normal que je me retrouve bientôt en plein dans ce sujet. Un peu plus tard, le Professeur Raja Ramanna m'a invité à une réunion privée autour d'une tasse de thé.

La première chose qui m'a frappé quand j'ai rencontré le Professeur Ramanna c'était le plaisir véritable qu'il avait de me rencontrer. Il y avait une ardeur dans son discours, un air d'amitié immédiate et sympathique, accompagné de mouvements rapides et aimables. La soirée m'a rappelé le souvenir de ma première rencontre avec le Professeur Sarabhai - comme si c'était hier. De l'intérieur, le monde du Professeur Sarabhai était simple et de l'extérieur, il était facile d'accès. En travaillant avec lui, chacun de nous était entraîné par un besoin sans équivoque de créer, et nous vivions dans des conditions qui rendaient l'objet de ce besoin directement accessible. Le monde de Sarabhai était fait sur mesure pour nos rêves. Il n'a eu ni trop ni trop peu de tout ce dont chacun d'entre nous pouvait avoir besoin. Nous pouvions le diviser entre nos besoins sans qu'il y ait rien de superflu.

Maintenant, il n'y avait plus de simplicité dans mon monde. C'était devenu un monde intérieurement complexe et extérieurement difficile. Mes efforts dans le domaine des fusées pour arriver au but de faire les fusées indigènes étaient maintenant bloqués par des obstacles externes et rendus compliqués par les hésitations internes. Je me rendais compte qu'il me fallait un effort spécial de volonté de maintenir ma trajectoire. La coordination de mon présent avec mon passé avait déjà été compromise. La coordination entre mon présent et mon avenir était au premier plan de mes pensées quand je suis parti pour aller prendre le thé avec le Professeur Ramanna.

Il n'a pas mis longtemps pour en venir au fait. Le programme de missile *Devil* avait été mis de côté en dépit des résultats brillants obtenus par Narayanan et son équipe au DRDL. Tout le programme de fusées militaires tournait dans une apathie persistante. Le DRDO avait besoin de quelqu'un pour prendre les commandes de ses programmes de missiles qui depuis un moment ne décollaient plus des

planches à dessin et des essais statiques au banc. Le Professeur Ramanna m'a demandé si je voudrais rejoindre le DRDL et assumer la responsabilité de mettre en forme leur Programme de Développement de Missile Guidés (GMDP). La proposition du Professeur Ramanna a éveillé en moi un mélange d'émotions.

Quand est-ce que je retrouverais une telle occasion de consolider toutes nos connaissances en matière de fusées et de les appliquer ?

Je me suis senti honoré par l'estime dans laquelle le Professeur Ramanna me tenait. Il avait été l'inspirateur du test nucléaire de Pokharan, et j'étais captivé par l'impact qu'il avait aidé à créer sur le monde extérieur au sujet de la compétence technique de l'Inde. Je savais que je ne pouvais pas refuser sa proposition. Le Professeur Ramanna m'a conseillé de parler de cette question au Professeur Dhawan en sorte qu'il puisse régler les modalités de mon transfert de l'ISRO vers le DRDL.

J'ai rencontré le Professeur Dhawan le 14 janvier 1981. Il m'a écouté avec patience, avec son penchant typique de tout peser soigneusement pour s'assurer qu'il ne manquait pas un point. Une nette expression de plaisir s'est affichée sur son visage, et il a dit : « Je suis satisfait de la manière dont ils apprécient le travail de mon homme ». Et puis il a souri. Je n'ai jamais rencontré quelqu'un d'autre avec un sourire comme celui du Professeur Dhawan - un doux nuage blanc – on pouvait se l'imaginer de la forme que l'on voulait.

Je me suis demandé comment je devais procéder. J'ai demandé au Professeur Dhawan : « Est-ce que je dois solliciter formellement le poste, en sorte que DRDL puisse envoyer l'ordre d'affectation ? ». Le Professeur Dhawan a dit : « Non, ne les pressez pas. Laissez-moi parler avec les grands décideurs lors de ma prochaine visite à New Delhi. Je sais que vous avez toujours eu un pied dans le DRDO, maintenant votre centre de gravité tout entier semble s'être déplacé vers eux. » Peut-être que dans ce que me disait le Professeur Dhawan, il y avait un élément de vérité, mais mon cœur avait toujours été à l'ISRO. Est-ce que vraiment il l'ignorait ?

Le « Jour de la République » de 1981 m'a apporté une agréable surprise. Le soir du 25 janvier, Mahadevan, le Secrétaire du Professeur UR Rao, a appelé depuis Delhi pour m'informer d'une déclaration du Ministère de l'Intérieur disant que la médaille du Padma Bhushan venait de m'être octroyée. L'appel important suivant était celui du Professeur Dhawan pour me féliciter. J'ai ressenti l'exaltation d'un bonheur comme si cela venait de mon gourou. Je me suis réjoui avec le Professeur Dhawan pour la décoration du Padma Vibhushan qu'il avait lui-même reçu et je l'ai félicité de tout mon cœur. J'ai alors appelé le Dr. Brahm Prakash et l'ai remercié. Le Dr. Brahm Prakash m'a grondé pour cette formalité et il a dit : « Je me sens comme si c'était mon propre fils qui venait de recevoir la récompense. » J'étais si profondément touché par cette affection que le Dr. Brahm Prakash me manifestait que je ne pouvais plus contenir mon émotion.

J'ai rempli ma chambre de la musique de shehnai de Bismillah Khan. Cette musique m'a ramené à un autre temps, un autre lieu. J'ai revu Rameswaram et j'ai étreint ma mère. Mon père a passé tendrement ses doigts dans mes cheveux. Mon mentor, Jallaluddin, a annoncé la nouvelle à la foule réunie dans la Rue de la Mosquée. Ma sœur, Zohara, a préparé des gâteaux spéciaux pour moi. Pakshi Lakshmana Sastry a marqué un tilak sur mon front. Le Frère Solomon m'a béni en tenant la sainte croix. J'ai vu le Professeur Sarabhai me sourire avec une expression de réalisation – le rameau qu'il avait planté il y a vingt ans avait finalement grandi pour devenir un arbre dont les fruits étaient appréciés par le peuple de l'Inde.

Mon Padma Bhushan a éveillé des réactions mitigées au VSSC. Tandis que certains partageaient mon bonheur, d'autres estimaient que j'étais excessivement récompensé à titre personnel. Certains de mes collaborateurs proches se sont sentis envieux. Pourquoi certains ne voient-ils pas les grandes valeurs de la vie en raison de tristes distorsions de leurs processus de pensée ? Le bonheur, la satisfaction, et le succès dans la vie dépendent des bons choix que l'on fait, des choix gagnants. Il y a des forces dans la vie qui travaillent pour vous et d'autres contre vous. On doit distinguer les forces bénéfiques et celles qui sont maléfiques et choisir correctement entre elles.

Une voix intérieure m'a indiqué que le moment était venu pour un besoin de renouvellement que je ressentais depuis longtemps mais que j'avais ignoré. Il fallait que j'efface mon ardoise et que j'y écrive de nouvelles opérations. Est-ce que les précédentes avaient été faites correctement ? L'évaluation de son propre progrès dans la vie n'est pas une tâche facile. C'est là où l'étudiant doit poser ses propres questions, chercher ses propres réponses et les évaluer pour sa propre satisfaction. Sans vouloir porter de jugement, dix-huit ans à l'ISRO représentaient un temps trop long pour pouvoir en sortir sans douleur. Quant à mes amis affligés, ces quelques lignes de Lewis Carroll me semblaient tout à fait appropriées :

*Vous pouvez m'accuser de meurtre  
Ou de manque d'esprit  
(Nous sommes tous faibles de temps en temps) :  
Mais la plus petite ombre de supercherie  
Ne fut jamais comptée parmi mes crimes !*

*[ Traduit de l'anglais par Florence Gilliam et Guy Levis Mano ]*

\* \* \*



III

# PROPITIATION

[1981 - 1991]

*Laissez le métier, l'ambition, le dépit,  
S'éteindre dans la nuit de la Raison,  
Jusqu'à ce que faiblesse devienne puissance,  
Jusqu'à ce que l'ombre soit la lumière,  
Jusqu'à ce que le faux devienne le juste !*

*Lewis Carroll*

# 10

Une petite chamaillerie s'est produite à cette époque intermédiaire à propos de mes services, entre l'ISRO, qui était un peu hésitant à me libérer, et le DRDO, qui voulait m'intégrer. Plusieurs mois se sont écoulés, et beaucoup de lettres ont été échangées entre l'ISRO et le DRDO, et des réunions ont eu lieu dans les secrétariats de l'établissement de R&D Défense et ceux du Département de l'Espace pour arriver à concrétiser une ligne de conduite mutuellement acceptable. Dans l'intervalle, le Professeur Ramanna est parti du poste de Conseiller Scientifique du Ministre de la Défense. Le Dr. VS Arunachalam, jusqu'alors Directeur du Laboratoire de Recherches Métallurgiques de la Défense (DMRL) à Hyderabad, a succédé au Professeur Ramanna. Le Dr. Arunachalam était connu pour faire preuve de confiance, et il se souciait peu des complications et des subtilités de la bureaucratie scientifique. En attendant, je crois comprendre que le Ministre de la Défense de l'époque, R Venkataraman, a discuté avec le Professeur Dhawan pour que je prenne en charge le laboratoire des missiles. Le Professeur Dhawan semblait également attendre qu'un pas décisif soit fait au plus haut niveau du Ministère de la Défense. Mettant un terme aux hésitations et aux doutes qui avaient entraîné des retards au cours de l'année précédente, la décision de me nommer Directeur du DRDL a finalement été prise en février 1982.

Le Professeur Dhawan avait l'habitude de venir chez moi au siège de l'ISRO et nous passions des heures pour faire évoluer les projets de véhicules lanceurs spatiaux. C'était un grand privilège de travailler avec un aussi grand scientifique. Avant que je ne quitte l'ISRO, le Professeur Dhawan m'a demandé de présenter un exposé sur les grandes lignes du Programme Spatial de l'Inde jusqu'en l'an 2000. A peu près toute la direction et tout le personnel de l'ISRO ont assisté à ma conférence, qui était une sorte de réunion d'adieu.

J'avais rencontré le Dr. VS Arunachalam en 1976, quand j'ai visité le DMRL en liaison avec le moulage de précision d'un alliage d'aluminium pour la plate-forme de navigation inertielle du SLV. Le prenant comme un défi personnel, le Dr. Arunachalam avait réalisé ce moulage de précision, le premier de la sorte dans notre pays, en une durée incroyablement courte de deux mois seulement. Son énergie et l'enthousiasme de sa jeunesse n'ont jamais manqué de me stupéfier. Ce jeune métallurgiste avait en un temps très court élevé la science de la fabrication des métaux à la technologie du formage des métaux, puis à l'art du développement des alliages. Avec son allure élancée et élégante, le Dr. Arunachalam était lui-même comme une dynamo chargée d'électricité. J'ai trouvé qu'il avait une personnalité exceptionnellement amicale avec des manières puissantes, en même temps qu'il savait être un excellent partenaire dans le travail.

J'ai visité le DRDL en avril 1982 pour me familiariser avec mon potentiel futur lieu de travail. SL Bansal, qui était alors le directeur du DRDL, m'a fait faire le tour et il m'a présenté aux principaux scientifiques du laboratoire. Le DRDL travaillait sur cinq projets opérationnels et seize projets de développement de compétences. Ils ont été également impliqués dans plusieurs activités à orientation technologique avec l'idée de gagner du temps pour le développement des systèmes de missiles indigènes du futur. J'ai été en particulier impressionné par leurs efforts sur le double moteur-fusée à propulsion liquide de 30 tonnes de poussée.

Entre temps, l'Université Anna, de Madras, m'a conféré le diplôme honorifique de Docteur ès Sciences. Cela faisait presque vingt ans que j'avais obtenu mon diplôme en Construction Aéronautique. J'étais content que l'Université Anna ait reconnu mes efforts dans le domaine des fusées, mais ce qui m'a rendu le plus heureux c'est la reconnaissance de la valeur de notre travail par les milieux académiques. À ma plus grande joie, le diplôme honorifique de Docteur m'a été attribué au cours d'une cérémonie présidée par le Professeur Raja Ramanna.

J'ai rejoint le DRDL le 1er juin 1982. Assez rapidement, je me suis rendu compte que ce laboratoire était encore hanté par le coup d'arrêt au projet de missile *Devil*. Beaucoup d'excellents professionnels ne s'étaient pas encore remis de cette déception. Les gens en dehors du monde scientifique peuvent avoir des difficultés à comprendre ce que ressent un scientifique quand le cordon ombilical à son travail est soudainement coupé, pour des raisons totalement étrangères à sa compréhension et à ses intérêts. L'ambiance générale et le rythme de travail au DRDL m'ont rappelé ce poème de Samuel Taylor Coleridge, **La Ballade du Vieux Marin** :

*Jour après jour, et jour après jour,  
Encalaminés, sans un souffle, sans mouvement ;  
Aussi immobiles qu'un bateau en peinture  
Sur la peinture d'un océan.*

J'ai trouvé que presque tous mes collègues installés vivaient avec la douleur d'un espoir perdu. Il y avait un sentiment général chez les scientifiques de ce laboratoire qu'ils avaient été trompés par les hauts fonctionnaires du Ministère de la Défense. Il était clair pour moi qu'un enterrement du *Devil* en bonne et due forme était essentiel pour que l'espoir et les visions puissent prendre à nouveau leur envol.

Quand environ un mois plus tard, l'Amiral OS Dawson, qui était à l'époque le chef du personnel naval, a visité le DRDL, je me suis servi de cette opportunité pour mettre les choses au clair avec mon équipe. Le projet de Véhicule Tactique de Base (TCV) était sur le tapis depuis déjà un certain temps. Il était conçu comme véhicule de base standard avec certains sous-systèmes communs pour répondre aux exigences militaires pour un missile surface-air de réaction rapide à décollage vertical, un missile air-surface anti-rayonnement qui pourrait être lancé depuis des hélicoptères ou des avions. J'ai souligné le rôle en vol rasant du véhicule de base à l'Amiral Dawson. Je n'ai pas mis l'accent sur sa complexité technique, mais sur ses possibilités sur le champ de bataille ; et j'ai mis en avant les plans de production. Le message était fort et clair pour mes nouveaux associés - ne faites rien que vous ne puissiez vendre ensuite et ne passez pas votre vie à faire une seule chose. Le développement de missile est une affaire multidimensionnelle - si vous restez dans une seule direction pendant longtemps, quelle qu'elle soit, vous vous enlisez.

Mes premiers mois au DRDL étaient en grande partie interactive. J'avais lu à St Joseph qu'un électron peut apparaître comme une particule ou comme une onde selon la façon dont on le regarde. Si vous posez une question de particules, vous aurez une réponse de particules; si vous posez une question d'ondes, vous aurez une réponse d'ondes. J'ai non seulement décrit et expliqué nos buts, mais j'en ai également fait un interface entre notre travail et nous-mêmes. Je me rappelle encore que j'ai cité Ronald Fischer à l'une des réunions : « La douceur que nous goûtons dans un morceau de sucre n'est ni une propriété du sucre ni une propriété qui nous appartient. Nous produisons l'expérience de la douceur dans le processus de notre interaction avec le sucre. »

Un très bon travail avait déjà été fait sur un missile surface-surface avec un virage pour une montée verticale en ligne droite sur une trajectoire balistique. J'étais étonné de voir la détermination du personnel du DRDL, qui, malgré l'abandon prématuré de leurs projets précédents, était désireux d'avancer. J'ai arrangé des revues pour les divers sous-systèmes, pour en arriver à des caractéristiques précises. Sous le regard horrifié de beaucoup d'anciens du DRDO, j'ai commencé à inviter des personnes qui venaient de l'Institut Indien des Sciences, des Instituts Indiens de Technologie, du Conseil pour la Recherche Scientifique et Industrielle, de l'Institut Tata pour la Recherche Fondamentale, et de beaucoup d'autres institutions éducatives où l'on pouvait trouver des experts du domaine. J'ai estimé que les centres de travail un peu étouffants du DRDL avaient besoin d'une bouffée d'air frais. Après avoir ainsi largement ouvert les fenêtres, la lumière du talent scientifique a commencé à entrer. Une fois de plus, *Le Vieux Marin* de Coleridge m'est venu à l'esprit : « *Vite, vite s'est envolé le vaisseau, \ Chevauchant doucement la marée arrivante.* »

Quelque part au début de 1983, le Professeur Dhawan est venu en visite au DRDL. Je lui ai rappelé son propre conseil qu'il m'avait donné presque une décennie auparavant : « Il vous faut rêver avant que vos rêves ne puissent se réaliser. Il y en a certains qui foncent vers ce qu'ils veulent dans la vie ; Il y en a d'autres qui se mélangent les pieds et ne démarrent jamais parce qu'ils ne savent pas ce qu'ils veulent - et ne savent pas non plus comment le savoir ». L'ISRO avait eu la chance d'avoir le Professeur Sarabhai et le Professeur Dhawan à la barre - des leaders qui avaient déterminé leurs buts, qui s'étaient donné des missions plus vastes que leurs vies, et qui dès lors pouvaient inspirer la totalité de leur personnel. Le DRDL n'avait pas eu cette chance. Cet excellent laboratoire jouait un rôle tronqué qui ne reflétait pas ses possibilités existantes ou potentielles ni même ne remplissait les attentes du Ministère de la Défense. J'ai parlé au Professeur Dhawan de l'équipe que j'avais, très professionnelle, mais un peu déconcertée. Le Professeur Dhawan a réagi avec son large sourire caractéristique qui pouvait être interprété de la manière que l'on voulait.

Afin d'accélérer le rythme des activités R&D du DRDL, il était impératif que des décisions sur les questions vitales scientifiques, techniques et technologiques soient prises rapidement. Pendant toute ma carrière j'avais poursuivi avec zèle une grande ouverture sur les sujets scientifiques. J'avais observé de très près les affaiblissements et les désintégrations qui allaient de pair avec la gestion par des consultations en comités fermés et des manipulations secrètes. J'avais toujours dédaigné et évité de telles manœuvres. Aussi la première décision importante que nous avons prise a été de créer un forum des scientifiques confirmés où les sujets essentiels pourraient être discutés et débattus dans une démarche collective. C'est ainsi qu'un organisme de haut niveau, appelé le Comité de Technologie des Missiles, a été formé au DRDL. Le concept d'une gestion par participation a été évoqué et des efforts sérieux ont été faits pour impliquer les scientifiques et les ingénieurs de niveau intermédiaire dans les activités de gestion du laboratoire.

Des jours de discussion et des semaines de réflexion ont finalement abouti sur un programme à long terme, le « Programme de Développement de Missile Guidé ». J'avais lu quelque part, « Sachez où vous allez. La chose importante dans ce monde n'est pas tellement de savoir où nous sommes, mais plutôt de savoir dans quelle direction nous allons. » Nous n'avions pas la puissance technologique des pays occidentaux, mais nous savions que nous devions accéder à cette puissance, et cette détermination était la force qui nous guidait. Pour élaborer un programme clairement défini de développement de missile en vue de la production de missiles nationaux, un comité a été constitué sous ma présidence. Les membres en étaient ZP Marshall, alors directeur de Bharat Dynamics Limited à Hyderabad, de NR Iyer, AK Kapoor et KS Venkataraman. Nous avons rédigé un papier à l'attention du Comité de Cabinet pour

les Affaires Politiques (CCPA). La forme finale du papier a été arrêtée après une consultation des représentants des trois services de la Défense. Nous avons estimé une dépense d'environ 3 900 milliards de roupies, répartie sur une période de douze ans.

Les programmes de développement s'enlisent souvent au moment où ils atteignent le stade de la production, principalement en raison du manque de financement. Nous avons voulu obtenir des fonds pour développer et produire deux missiles - un Vecteur Tactique de Base de réaction rapide de bas niveau et un Système d'Armes Surface-Surface de Moyenne Portée. Nous avons prévu de faire dans un deuxième temps un système d'armes surface-air de moyenne portée avec une capacité multi-cibles. Le DRDL était connu pour son travail pionnier dans le domaine des missiles antichar. Nous avons proposé de développer un missile antichar auto-guidé de troisième génération ayant des possibilités « Fire and Forget » de poursuite autonome. Tous mes collègues étaient satisfaits de cette proposition. Ils ont vu une occasion d'exercer à nouveau des activités démarrées il y a bien longtemps. Mais je n'étais pas entièrement satisfait. Je souhaitais faire revivre mon rêve oublié d'un Véhicule Lanceur pour des Expériences de Ré-entrée (REX). J'ai persuadé mes collègues d'entreprendre un projet de développement technologique pour produire des données qui serviraient à la conception de boucliers thermiques. Ces boucliers étaient nécessaires pour élaborer une capacité de faire à l'avenir des missiles à longue portée.

J'ai fait une présentation au Ministère de la Défense. La présentation a été présidée par le Ministre de la Défense de l'époque, R Venkataraman, et suivie par les trois Chefs des Services : le Général Krishna Rao, le Maréchal de l'Air en Chef Dilbagh Singh et l'Amiral Dawson. Le Secrétaire du Cabinet, Krishna Rao Sahib, le Secrétaire de la Défense, SM Ghosh et le Secrétaire aux Dépenses, R Ganapathy étaient présents. Chacun semblait avoir toutes sortes de doutes - au sujet de nos possibilités, au sujet de la faisabilité et de la disponibilité des infrastructures technologiques nécessaires, au sujet de la viabilité, du calendrier et des coûts. Le Dr. Arunachalam s'est tenu à mes côtés, solide comme un roc pendant toute la session des questions et des réponses. Les membres étaient sceptiques et appréhendaient une dérive - qu'ils ressentaient comme quelque chose d'habituel chez les scientifiques. Bien que certains aient pu remettre en cause notre ambitieuse proposition, chacun, même les Saint-Thomas du doute, étaient très excités à l'idée que l'Inde ait ses propres systèmes de missiles. En fin de compte, le Ministre de la Défense Venkataraman nous a invités à le rencontrer le soir même, environ trois heures plus tard.

En attendant, nous avons passé le temps à travailler à des permutations et des combinaisons. S'ils accordaient seulement un milliard de roupies, comment pourrions-nous les répartir ? Supposons qu'ils nous donnent deux milliards de Roupies, qu'en ferions-nous ? Quand nous avons rencontré le Ministre de la Défense ce soir-là, j'avais le sentiment que de toute manière nous allions obtenir un financement. Mais quand il a proposé que nous lancions un programme intégré de développement de missiles guidés, au lieu de faire des missiles phase par phase, nous ne pouvions pas en croire nos oreilles.

Nous étions tout à fait confondus par la suggestion du Ministre de la Défense. Après une longue pause, le Dr. Arunachalam a dit : « Monsieur, nous vous demandons un peu de temps pour y penser », et le Ministre de la Défense a répondu : « Revenez demain matin, s'il vous plaît. ». Cela me rappelait le Professeur Sarabhai, avec son acharnement dans sa vision. Cette nuit-là, le Dr. Arunachalam et moi-même, nous avons travaillé ensemble pour remanier nos plans.

Nous avons imaginé des améliorations à notre proposition et quelques prolongements très importants, en considérant tous les facteurs, tels que la conception, la fabrication, l'intégration des systèmes, la qualification, les vols expérimentaux, l'évaluation, les mises à jour, les essais utilisateurs, les questions de productique, la qualité, la fiabilité, et la viabilité financière. Nous les avons alors intégrés dans une fonction unique de responsabilité totale, afin de répondre aux besoins des forces armées du pays avec un effort autonome. Nous avons établi les concepts de la conception, du développement, de la production simultanée et nous avons proposé la participation d'agences d'utilisateurs et d'inspection dès les premières étapes de la planche à dessin. Nous avons également proposé une méthodologie pour réaliser des systèmes au mieux de l'état de l'art après toutes les années d'activités de développement. Nous voulions fournir à nos Armées des missiles contemporains et non pas un arsenal d'armes périmées. C'était un défi très passionnant qui nous était lancé.

Avant que nous n'ayons fini notre travail, c'était déjà le matin. Soudainement, à la table du petit déjeuner, je me suis rappelé que je devais assister au mariage de ma nièce Zameela à Rameswaram ce soir-là. J'ai pensé qu'il était déjà trop tard pour faire quoi que ce soit. Même si je pouvais attraper le vol de Madras un peu plus tard dans la journée, comment est-ce que je pourrais arriver à Rameswaram à partir de là ? Il n'y avait aucune connexion aérienne entre Madras et Madurai d'où je pourrais monter à bord du train du soir vers Rameswaram. Un douloureux sentiment de culpabilité a troublé mes esprits. Était-ce juste, me suis-je demandé, d'oublier mes obligations familiales et mes engagements ? Zameela était comme une fille pour moi. La pensée de manquer son mariage en raison de préoccupations professionnelles à Delhi me mettait dans le désespoir. J'ai fini le petit déjeuner et suis parti pour la réunion.

Quand nous avons rencontré le Ministre de la Défense Venkataraman et que nous lui avons montré notre proposition révisée, il était visiblement heureux. La proposition de projet de développement de missile s'était transformée au cours de la nuit en un plan de programme intégré avec des conséquences d'une grande portée. Il aurait tout un éventail de retombées technologiques, et c'était exactement ce que le Ministre de la Défense avait eu en tête la soirée précédente. Malgré le grand respect que j'avais pour le Ministre de la Défense, je n'étais pas vraiment sûr qu'il approuverait la totalité de notre proposition. Mais il l'a fait. J'en étais absolument enchanté !

Le Ministre de la Défense s'est levé, signifiant que la réunion était terminée. Se tournant vers moi, il a dit : « Depuis que je vous ai amené ici, j'attendais que vous arriviez à faire quelque chose comme cela. Je suis heureux de voir votre travail. ». En l'espace d'une seconde, le mystère entourant la décision de me nommer directeur du DRDL en 1982 venait de se lever. Ainsi donc, c'était Venkataraman, le Ministre de la Défense, qui m'avait fait rentrer ! Je suis me suis confondu en remerciements, et au moment où je me retournais pour sortir, j'ai entendu le Dr. Arunachalam parler au Ministre au sujet du mariage de Zameela qui était programmé pour le soir même à Rameswaram. Cela m'a stupéfié que le Dr. Arunachalam évoque une telle chose devant le Ministre. Pourquoi est-ce qu'une personne de sa stature, siégeant au tout-puissant Ministère de la Défense, se préoccuperait d'un mariage qui devait avoir lieu sur une île éloignée dans une petite maison de la Rue de la Mosquée ?

J'ai toujours eu une haute estime pour le Dr. Arunachalam. En plus d'une grande maîtrise du langage, comme il l'a montré à cette occasion, il avait une présence d'esprit exceptionnelle. Je me suis senti complètement dépassé quand le Ministre de la Défense a localisé un hélicoptère de l'Armée de l'Air qui faisait des sorties ce jour-là entre Madras et Madurai pour m'emmener à Madurai dès mon débarquement d'un vol régulier d'Indian Airlines qui quittait

Delhi pour Madras une heure plus tard. Le Dr. Arunachalam m'a dit : « Vous avez gagné cela par votre dur travail des six derniers mois. »

Pendant le vol vers Madras, j'ai griffonné ceci sur le dos de ma carte d'embarquement :

*Qui n'a jamais gravi les sommets difficiles  
Comment donc celui-là pourrait-il bien à pied  
S'en aller explorer les pourpres territoires  
Tout au long des rivages de mon Rameswaram ?*

L'hélicoptère de l'Armée de l'Air s'est posé à côté de l'avion d'Indian Airlines dès l'arrivée de celui-ci à Delhi. Dans les minutes qui ont suivi, j'étais en route vers Madurai. Là, le commandant de l'Armée de l'Air a été assez aimable pour me conduire à la gare, où le train pour Rameswaram était juste sur le point de partir. Je suis arrivé à Rameswaram bien à temps pour le mariage de Zameela. J'ai béni la fille de mon frère avec l'amour d'un père.

Le Ministre de la Défense a présenté notre proposition au Cabinet et il a poussé le dossier. Ses recommandations concernant notre proposition ont été acceptées et un budget d'un montant sans précédent de 3,88 milliards de Roupies a été affecté dans ce but. C'est ainsi que le prestigieux Programme Indien de Développement Intégré des Missiles Guidés est né, plus tard connu sous le sigle de IGMDP.

Quand j'ai présenté la lettre de la décision gouvernementale au Comité de Technologie des Missiles au DRDL, ils sont tout de suite entrés dans le feu de l'action. Les projets proposés ont reçu des noms en accord avec l'esprit d'indépendance de l'Inde. Ainsi le système d'armes surface-surface est devenu le *Prithvi* (la Terre) et le Véhicule Tactique de Base a été appelé *Trishul* (le Trident du Seigneur Shiva). Le système de défense surface-air de défense de zone a été nommé *Akash* (le Ciel) et le projet de missile antichar *Nag* (le Cobra). J'ai donné le nom *Agni* (le Feu) à mon rêve longtemps caressé du REX. Le Dr. Arunachalam est venu au DRDL et a formellement mis en route l'IGMDP le 27 juillet 1983. Ce fut un grand événement auquel tous les employés du DRDL sans exception ont participé. Tous ceux qui avaient un nom dans la Recherche Aérospatiale Indienne ont été invités. Un grand nombre de scientifiques d'autres laboratoires et d'autres organismes, des professeurs des institutions académiques, des représentants des forces armées, des centres de production, et des autorités d'inspection, qui étaient maintenant nos associés, étaient présents pour cette occasion. Un réseau de télévision en circuit fermé a dû être mis en service pour assurer une communication appropriée entre les participants parce qu'il était impossible de rassembler tous les invités en un seul endroit. Ce fut le deuxième plus grand jour de ma carrière, juste après le 18 juillet 1980, quand le SLV-3 avait lancé Rohini en orbite autour de la Terre.

\* \* \*

# 11

La mise en route de l'IGMDP a éclaté comme un flash de lumière sur le firmament scientifique indien. La technologie des missiles avait été considérée comme le domaine réservé de quelques nations dans le monde. Les gens étaient curieux de voir comment, avec ce que l'Inde possédait à ce moment-là, nous allions pouvoir réaliser tout ce qui avait été promis. L'ampleur de l'IGMDP était réellement sans précédent dans le pays et les programmes envisagés pouvaient sembler dignes de Don Quichotte eu égard à l'état de l'art et aux pratiques en vigueur dans les établissements indiens de R&D. Je me rendais pleinement compte que l'obtention de l'accord pour le programme pouvait au mieux être considéré comme à peine dix pour cent du travail effectué. Pour continuer ce serait encore une toute autre question. Plus vous en avez, plus vous en avez à gérer. Maintenant que nous avons reçu tout l'argent et toute la liberté dont nous avons besoin pour continuer, il fallait que je pousse mon équipe pour accomplir les promesses que j'avais faites.

De quoi aurions-nous besoin pour réaliser l'ensemble des phases de ce programme de missiles, depuis la conception jusqu'à la phase du déploiement ? Une main-d'œuvre excellente était disponible, l'argent avait été attribué, et quelques infrastructures existaient également. Que manquait-il alors ? De quoi un projet a-t-il besoin pour réussir, indépendamment de ces trois données essentielles ? Après mon expérience du SLV-3, je pensais que j'avais la réponse. Le point crucial allait être la maîtrise des technologies des missiles. Je n'attendais rien de l'étranger. La technologie est une activité de groupe et nous aurions besoin de chefs qui pourraient non seulement mettre leur cœur et leur âme dans le programme des missiles, mais également entraîner avec eux des centaines d'autres ingénieurs et scientifiques. Nous savions que nous devions être préparés à affronter les nombreuses contradictions et les absurdités procédurales qui étaient courantes dans les laboratoires participants. Nous devrions aller à l'encontre des attitudes existantes de nos unités du secteur public, qui imaginaient que leur performance ne serait jamais mise à l'épreuve. Le système tout entier - le personnel, les procédures, les infrastructures - devrait apprendre à se développer. Nous avons décidé de réaliser quelque chose qui était très au delà de nos possibilités nationales collectives et moi-même, le premier, je n'avais aucune illusion sur le fait qu'à moins que nos équipes ne travaillent sur des bases de proportionnalité ou de probabilité, rien ne serait réalisé.

La chose la plus remarquable au DRDL était son grand vivier de personnes de grand talent, dont beaucoup, malheureusement, avaient un ego surdimensionné, doublé d'un tempérament rebelle. Et malheureusement aussi, ils n'avaient pas accumulé suffisamment d'expérience pour avoir confiance en leur propre jugement. Dans l'ensemble, ils étaient capables de discuter avec enthousiasme, mais finalement ils avaient l'habitude d'accepter ce qu'un petit nombre leur proposait. Et ils acceptaient sans se poser de questions sur ce que pouvaient dire les spécialistes extérieurs.

Une personne particulièrement intéressante que j'ai rencontrée au DRDL était AV Ranga Rao. Il s'exprimait remarquablement bien et avait une personnalité impressionnante. Sa tenue habituelle était composée d'une écharpe rouge avec un manteau serré et un pantalon un peu large. C'était ce qu'il portait dans le climat chaud de Hyderabad, où même une chemise à manches longues et des chaussures étaient considérées comme des obligations évitables. Son épaisse barbe blanche et sa pipe toujours entre ses dents donnaient une certaine aura à cet homme extrêmement doué, mais assez égocentrique.

J'ai consulté Ranga Rao sur les améliorations à apporter au système de gestion existant pour optimiser l'utilisation des ressources humaines. Ranga Rao a eu une série de réunions avec les scientifiques qui partageaient notre projet de développer une technologie indigène pour les missiles, afin d'expliquer les différents aspects de l'IGMDP. Après des discussions prolongées, nous avons décidé de réorganiser le laboratoire avec une structure orientée sur la technologie. Nous avons dû arranger une structure matricielle pour l'exécution des diverses activités requises pour les projets. En moins de quatre mois, quatre cents scientifiques ont commencé à travailler sur le programme de missiles.

Au cours de cette période, la tâche la plus importante que j'ai eue a été le choix des Chefs de Projet pour conduire chacun des projets de missile. Nous avions un très grand vivier de talents à notre disposition. En fait, nous étions dans un marché d'abondance. La question était : qui sélectionner - un fonceur, un planificateur, un franc-tireur, un dictateur ou un homme d'équipe ? Il me fallait prendre le type de chef adéquat, qui puisse clairement visualiser l'objectif et canaliser les énergies des membres de son équipe qui travailleraient dans différents centres de travail à la poursuite de leurs propres objectifs individuels.

C'était un jeu difficile, avec quelques-unes des règles que j'avais apprises au cours des deux décennies où j'avais travaillé sur les projets à haute priorité de l'ISRO. De mauvais choix auraient pu compromettre l'avenir entier du programme. J'ai eu des entretiens approfondis avec un grand nombre de candidats potentiels, scientifiques et ingénieurs. Je voulais que ces cinq Chefs de Projet forment ensuite vingt-cinq autres des chefs de projet et des leaders de demain.

Plusieurs de mes collègues confirmés – ce serait injuste de les nommer, parce que ce n'est peut-être seulement que dans mon imagination – ont essayé de se rapprocher de moi au cours de cette période. J'ai respecté la compassion qu'ils pouvaient avoir pour un homme solitaire, mais j'ai évité les contacts trop proches. La loyauté envers un ami peut facilement conduire quelqu'un à faire des choses qui ne sont pas toujours dans les meilleurs intérêts de l'organisation.

Peut-être le motif principal derrière mon isolement était mon désir d'échapper aux demandes de contacts humains, que je considère comme très difficiles comparé à l'art de faire des fusées. Tout ce que je désirais c'était d'être fidèle à mon mode de vie, de promouvoir la science des fusées dans mon pays et de me retirer la conscience tranquille. J'ai pris un certain temps et j'ai beaucoup réfléchi pour décider qui devrait mener les cinq projets. J'ai examiné les styles de fonctionnement de nombreux scientifiques avant de prendre ma décision. Je pense que certaines de mes observations peuvent être intéressantes.

Un aspect fondamental du mode de fonctionnement d'une personne réside dans sa manière de planifier et d'organiser les tâches. A une extrémité, il y a le planificateur prudent, qui définit soigneusement chaque étape avant de faire le moindre mouvement. Avec un œil perspicace sur tout ce qui pourrait aller de travers, il essaye de couvrir toutes les éventualités. A l'autre extrémité, il y a le fonceur qui tisse et qui esquive sans faire de plan à priori. Quand il est inspiré par une idée, le fonceur est toujours prêt pour l'action.

Un autre aspect du mode de fonctionnement d'une personne est sa capacité de contrôle - l'énergie et l'attention qu'elle consacre à s'assurer que les choses se passent d'une certaine manière. À une extrémité il y a le contrôleur rigide, l'administrateur strict avec ses points de contrôle fréquents. Des règles et des politiques qui doivent être suivies avec une ferveur religieuse. À l'extrémité opposée, il y a ceux qui évoluent dans la liberté et la flexibilité. Ils ont peu de considération pour la bureaucratie. Ils délèguent facilement et donnent à leurs subalternes une grande latitude d'action. Je

voulais des leaders qui marchent dans la voie médiane, ceux qui pourraient commander sans être trop rigides et sans étouffer la dissidence.

Je voulais des hommes qui aient la capacité de se développer quand c'était possible, la patience d'explorer toutes les solutions alternatives possibles, la sagesse d'appliquer de vieux principes à des situations nouvelles, des gens avec la compétence d'avancer en négociant leur chemin. Je voulais qu'ils soient souples, qu'ils soient disposés à partager leur pouvoir avec d'autres et à travailler en équipe, qu'ils sachent déléguer les bons jobs, qu'ils intègrent les opinions nouvelles, qu'ils respectent les personnes intelligentes, et qu'ils écoutent les conseils de sagesse. Il devraient savoir démêler les conflits à l'amiable, et accepter leur responsabilité pour les dérives. Surtout, il leur faudrait savoir accepter leurs échecs et partager aussi bien les succès que les erreurs.

Mes recherches pour trouver quelqu'un pour mener le projet *Prithvi* ont abouti avec le Colonel VJ Sundaram qui appartenait aux corps EME de l'armée indienne. Avec un diplôme universitaire supérieur dans la Construction Aéronautique et une expertise dans les vibrations mécaniques, Sundaram était chef du Groupe Structures au DRDL. Je l'ai trouvé prêt à expérimenter de nouvelles manières de résoudre les points de vue contradictoires. C'était un expérimentateur et un innovateur en matière de travail d'équipe. Il avait une capacité extraordinaire d'envisager des manières alternatives d'opérer. Il savait proposer des innovations sur de nouveaux terrains qui pourraient mener à des solutions que l'on n'avait pas imaginées plus tôt. Même si un objectif particulier peut être clair pour un chef de projet, et même si il est capable de donner des ordres appropriés pour l'accomplir, il peut y avoir de la résistance de la part de ses subalternes si l'objectif n'a pas de sens pour eux. C'est là où se trouve l'importance d'un chef qui sait fournir des directives de travail efficaces. J'ai pensé que le Chef de Projet de *Prithvi* serait le premier à devoir prendre des décisions avec les agences de production et avec les forces armées, et que Sundaram serait le choix idéal pour veiller à ce que des décisions saines soient prises.

Pour *Trishul*, je recherchais un homme qui non seulement avait une bonne connaissance de l'électronique et de la guerre des missiles, mais qui aussi saurait en communiquer les complexités à son équipe afin de favoriser sa compréhension et d'obtenir son soutien. J'ai trouvé chez le Commodore SR Mohan, qui avait navigué vers la R&D à partir de la Marine Indienne, le talent pour les détails et la puissance de persuasion presque magique que je cherchais.

Pour *Agni*, le projet de mes rêves, j'avais besoin de quelqu'un qui tolérerait mes interventions occasionnelles dans le déroulement de ce projet. J'ai trouvé la bonne personne avec RN Agarwal. C'était un ancien élève du MIT avec un cursus universitaire brillant, qui avait dirigé les Moyens d'Essai Aéronautiques au DRDL avec une perspicacité professionnelle aigüe.

En raison de leur complexité technologique, *Akash* et *Nag* étaient alors considérés comme des missiles du futur; on s'attendait en ce qui les concerne à ce que l'activité culmine environ une demi décennie plus tard. En conséquence, j'ai choisi pour *Akash* et *Nag* Prahlada et NR Iyer, qui étaient relativement jeunes. Deux autres hommes jeunes, VK Saraswat et AK Kapoor ont respectivement été nommés adjoints auprès de Sundaram et de Mohan.

A cette époque, il n'y avait pas de forum au DRDL où les questions d'importance générale auraient pu être ouvertement discutées pour débattre des décisions. Les scientifiques, il faut s'en souvenir, sont des personnes fondamentalement émotives. Une fois qu'ils trébuchent, il leur est difficile de se reprendre. Les échecs et les déceptions ont toujours fait partie de manière inhérente, et feront toujours partie de

n'importe quelle carrière, même des carrières scientifiques. Cependant, je ne voulais pas qu'un de mes scientifiques soit seul quand il aurait à faire face à des déceptions. Je voulais également m'assurer qu'aucun d'entre eux ne se fixe des objectifs à des moments où ils étaient au plus bas. Pour éviter de telles éventualités un Conseil Scientifique a été créé - une sorte de *panchayat* où la communauté pourrait s'asseoir ensemble pour prendre des décisions communes. Tous les trois mois, tous les scientifiques - les plus jeunes comme les confirmés, les vétérans comme les novices - viendraient s'asseoir ensemble pour faire retomber les pressions.

La toute première réunion du Conseil a été riche en événements. Après un démarrage calme avec des questions sans enthousiasme et des expressions de doute, un scientifique confirmé, MN Rao, a lancé une question directe : « Sur quelles bases avez-vous choisi ces cinq Pandavas - il voulait dire les Chefs de Projet ? » En fait, je m'attendais à cette question. Je voulais lui dire que j'avais trouvé que ces cinq Pandavas étaient tous mariés à la Draupadi de la pensée positive. Au lieu de cela, j'ai dit à Rao d'attendre pour voir. Je les avais choisis pour prendre en charge un programme à long terme où de nouvelles tempêtes se lèveraient tous les jours.

Chaque jour qui viendra, ai-je dit à Rao, donnera à ces personnes enthousiastes – les Agarwals, les Prahladas, les Iyers, et les Saraswats - des chances de découvrir des perspectives nouvelles quant à leurs objectifs, leurs buts et un attachement plus fort dans leurs engagements.

Qu'est-ce qui fait un chef productif ? À mon sens, un chef productif doit être très compétent dans la gestion du personnel. Il devrait continuellement apporter du sang nouveau dans l'organisation. Il doit être à même de traiter les problèmes et les nouveaux concepts. Les problèmes rencontrés dans une organisation de R&D impliquent automatiquement des équilibrages entre une large variété de paramètres connus et inconnus. La compétence à manipuler ces entités complexes est importante pour obtenir une productivité élevée. Le chef doit être capable d'inculquer l'enthousiasme dans son équipe. Il doit donner les crédits appropriés où ils sont dûs, faire les éloges publiquement et les critiques en privé.

L'une des questions les plus difficiles est venue d'un jeune scientifique : « Comment allez-vous empêcher ces projets de connaître le sort de *Devil* ? » Je lui ai expliqué la philosophie derrière IGMDP – cela commence par la conception et se termine par le déploiement. La participation des centres de production et des agences utilisatrices avait été assurée depuis l'étape de conception et il n'était pas question de faire marche arrière jusqu'à ce que les systèmes de missiles aient été avec succès déployés sur le champ de bataille.

Pendant que le processus de la formation des équipes et de l'organisation du travail continuait, j'ai constaté que l'espace disponible au DRDL était notoirement insatisfaisant pour répondre aux exigences élargies de l'IGMDP. Certaines des structures devraient être installées sur un site voisin. Le site d'intégration et de contrôle des missiles établi pendant la phase *Devil* consistait seulement en un hangar de 120 mètres carrés abondamment peuplé de pigeons. Où étaient l'espace et les installations pour intégrer les cinq missiles qui arriveraient ici sous peu ? Les Moyens d'Essai Environnementaux et le Laboratoire d'Avionique étaient également à l'étroit et mal équipés.

J'ai visité la région voisine d'Imarat Kanchara. Elle avait servi de champ de tir expérimental pour les missiles antichar développés par le DRDL quelques décennies auparavant. Le terrain était nu - il n'y avait pratiquement pas d'arbres - et il était parsemé de ces grands rochers typiques du plateau du Deccan. J'ai eu comme l'impression qu'il y avait une énergie énorme renfermée dans ces pierres. C'est là où j'ai décidé de placer les

installations nécessaires pour l'intégration et le contrôle des projets de missiles. Pendant les trois années qui ont suivi, c'est devenu ma mission.

Nous avons fait une proposition pour établir un centre modèle pour les recherches de haute technologie, avec des équipements techniques de pointe, comme un laboratoire pour l'instrumentation inertielle, des moyens d'essais environnementaux et électroniques complets (EMI/EMC) pour le matériel de guerre, un centre de production de composites, une installation à haute enthalpie, et un centre d'intégration et de contrôle des missiles à la pointe du progrès. A tous points de vue, c'était une tâche colossale. Pour réaliser ce projet, il fallait des formes toutes nouvelles d'expertise, de fermeté et de détermination. Des buts et des objectifs avaient déjà été fixés. Maintenant il fallait les partager avec un grand nombre de personnes de diverses agences, par des processus de communication et de résolution des problèmes que le chef de l'équipe devrait établir et entretenir. Qui serait la personne la plus à même de le faire ? J'ai vu que MV Suryakantha Rao avait à peu près toutes les qualités de leadership requises. Puis, comme un grand nombre d'agences participeraient à la création du Centre de Recherches Imarat (RCI), il fallait quelqu'un pour protéger les susceptibilités hiérarchiques. J'ai choisi Krishna Mohan, qui était au milieu de la trentaine, pour compléter avec Suryakantha Rao, qui à l'époque approchait la soixantaine. Krishna Mohan encouragerait une implication des personnes qui ne s'appuierait pas seulement sur l'obéissance et la surveillance sur les lieux de travail.

Selon les procédures usuelles, nous avons approché les Services Techniques Militaires (MES) pour les travaux de construction du RCI. Ils disaient que cela prendrait cinq ans pour accomplir la tâche. Le sujet a été débattu en profondeur au plus haut niveau du Ministère de la Défense et une décision qui fait date a été prise de confier la responsabilité de la construction des bâtiments de la Défense à une entreprise de construction extérieure. Nous avons pris contact avec Survey of India et avec l'Agence Nationale de Télédétection pour l'inspection des cartes topographiques et pour obtenir les photographies aériennes de l'Imarat Kancha afin de préparer le schéma des routes d'accès et l'emplacement des installations. Le Bureau Central d'Hydrogéologie a identifié vingt endroits au milieu des roches pour y puiser de l'eau. Des infrastructures ont été planifiées pour fournir une puissance électrique de 40 MW et 5 millions de litres d'eau par jour.

C'est également à cette époque que le Colonel SK Salwan nous a rejoints, un ingénieur mécanicien doté d'une énergie sans limites. Pendant la phase finale de la construction, Salwan a découvert un ancien lieu de culte parmi les rochers. Il m'a semblé que cet endroit était béni.

Maintenant que nous avons commencé à travailler sur la conception des systèmes de missiles et que les développements avaient déjà débuté pour leur intégration et leur contrôle, l'étape logique suivante était de rechercher un emplacement approprié pour les essais en vol des missiles. Avec le SHAR également dans l'Andhra Pradesh, la recherche pour un emplacement approprié s'est étendue vers le littoral oriental et s'est finalement terminée à Balasore dans l'Orissa. Un site a été identifié le long de la côte du nord-est pour y installer un champ de tir expérimental national. Malheureusement tout le projet est entré dans un climat d'instabilité en raison des problèmes politiques soulevés par l'évacuation des personnes vivant dans ce secteur. Nous avons donc décidé de créer une infrastructure intérimaire à côté de l'Etablissement Expérimental Probatoire (PXE) de Chandipur dans le district de Balasore dans l'Orissa. Un financement de 300 millions de Roupies avait été affecté pour la construction du champ de tir, appelé Zone d'Essais Intérimaire (ITR). Le Dr. HS Rama Rao et son équipe ont fait un excellent travail pour définir des caractéristiques innovantes et économiquement efficaces pour les instruments électro-optiques de poursuite, pour le système de télescope de poursuite et pour un radar

de poursuite d'instrumentation. Le Lieutenant-Général RS Deswal et le Général KN Singh a pris en charge la création de la plate-forme de lancement et des infrastructures du champ de tir. Il y avait un beau sanctuaire d'oiseaux à Chandipur. J'ai demandé aux ingénieurs de concevoir le centre d'essais sans y toucher.

Créer le RCI a peut-être été l'expérience la plus satisfaisante de ma vie. Développer ce centre d'excellence pour la technologie des missiles s'apparentait à la joie que peut éprouver un potier quand il donne forme à des objets d'une beauté durable à partir d'une argile banale.

Le Ministre de la Défense R Venkataraman a visité le DRDL en septembre 1983 pour évaluer par lui-même les activités de l'IGMDP. Il nous a conseillé de faire une liste de toutes les ressources dont nous avons besoin pour atteindre nos buts, sans rien oublier, et d'inclure dans la liste notre foi et notre propre imagination positive. Il a dit : « C'est ce que vous imaginez, qui finira par transpirer. Ce que vous croyez que vous réaliserez, » . Le Dr. Arunachalam et moi avons vu à l'horizon de l'IGMDP s'étendre des possibilités sans fin; et notre enthousiasme s'est révélé contagieux. Nous étions excités et encouragés de voir les meilleurs professionnels du pays graviter vers IGMDP. Qui ne voudrait pas s'associer avec un gagnant ? Le mot était évidemment passé que l'IGMDP était né pour gagner.

\* \* \*

# 12

Nous étions en réunion afin de définir les objectifs pour 1984, lorsque nous avons appris la mort du Dr. Brahm Prakash le soir du 3 janvier à Bombay. Ce fut pour moi une perte émotionnelle douloureuse, parce que j'avais eu le privilège de travailler sous ses ordres au cours de la période la plus active de ma carrière. Sa compassion et son humilité étaient exemplaires. Son intervention apaisante le jour de l'échec du vol SLV-E1 m'est revenue en mémoire et ma douleur n'en a été que plus grande.

Si le Professeur Sarabhai était le créateur du VSSC, le Dr. Brahm Prakash en était l'exécuteur. Il avait pris soin d'alimenter l'établissement quand celui-ci en avait le plus besoin. Le Dr. Brahm Prakash avait joué un rôle très important dans la formation de mes capacités de leadership. En fait mon association avec lui avait marqué un tournant dans ma vie. Son humilité m'avait adouci et aidé à me débarrasser de mon approche agressive. Son humilité ne se résumait pas simplement à être modeste au sujet de ses talents ou de ses vertus, mais à respecter la dignité de tous ceux qui travaillaient pour lui et à reconnaître que personne n'est infaillible, pas même le leader. C'était un géant intellectuel de frêle constitution, il avait l'innocence d'un enfant et je l'ai toujours considéré qu'il était un saint parmi les scientifiques.

Au cours de cette période de renaissance du DRDL, un système de contrôle d'altitude et un ordinateur de bord développés par P Banerjee, KV Ramana Sai et leur équipe étaient sur le point d'aboutir. Le succès de cet effort était absolument essentiel pour tous les programmes de développement national de missiles. Quoi qu'il en soit, nous avons besoin d'un missile pour tester ce système important.

Après beaucoup de sessions de réflexion, nous avons décidé d'improviser un missile *Devil* pour tester le système. Nous avons démonté un missile *Devil*, apporté beaucoup de modifications, effectué des essais approfondis des sous-systèmes et modifié le système de contrôle du missile. Après installation d'une rampe bricolée, le missile *Devil* modifié, avec une portée augmentée, a été mis à feu le 26 juin 1984 pour l'essai en vol du premier système national de navigation inertielle de technologie Strapdown (composants liés). Le système a répondu à toutes nos exigences. Cette étape était une première très significative, un pas de géant dans l'histoire du développement de missiles indiens, qui avait jusque-là s'était limité au désossage d'autres systèmes pour concevoir les nôtres. Une occasion longtemps refusée avait enfin été utilisée par des scientifiques spécialistes des missiles au DRDL. Le message était fort et clair. Nous pouvions le faire !

Cela n'a pas pris longtemps pour que ce message arrive à Delhi. Le Premier Ministre Indira Gandhi a exprimé son désir d'apprécier par elle-même les progrès de l'IGMDP. L'organisation tout entière en a ressenti une aura d'excitation. Le 19 juillet 1984, Shrimati Gandhi a visité le DRDL.

Le Premier Ministre Indira Gandhi était une personne qui avait un grand sens de la fierté – pour elle-même, pour son travail et pour son pays. J'ai considéré comme un grand honneur de la recevoir au DRDL car elle avait inculqué un peu de sa propre fierté dans mon modeste esprit. Elle était immensément consciente qu'elle était le leader de huit cents millions de personnes. Chaque pas, chaque geste, chaque mouvement de ses mains était optimisé. L'estime qu'elle portait à notre travail dans le domaine des missiles a immensément élevé notre moral.

Pendant l'heure qu'elle a passée au DRDL, elle a couvert un grand nombre d'aspects de l'IGMDP, des plans des systèmes de vol aux multiples laboratoires de développement. Au final, elle s'est adressée aux 2 000 personnes de la communauté du DRDL. Elle a posé la question du calendrier des systèmes de vol sur lequel nous travaillions. Shrimati Gandhi a demandé : « Quand allez-vous tester le *Prithvi* en vol ? ». J'ai dit : « En juin 1987 ». Elle a immédiatement répondu : « Dites-moi ce qu'il faut pour accélérer le calendrier des vols ». Elle voulait des résultats scientifiques et technologiques rapidement. Elle a dit : « La rapidité de votre rythme de travail est l'espoir de la nation tout entière ». Elle m'a également dit que l'IGMDP devait mettre l'accent non seulement sur les délais mais aussi sur la poursuite de la qualité et de l'excellence. Elle a ajouté « Quoi que vous réalisiez, vous ne devrez jamais être complètement satisfait et toujours rechercher des moyens de faire vos preuves ». Dans le mois qui suivait, elle a montré son intérêt et son soutien en envoyant le Ministre de la Défense fraîchement nommé, SB Chavan, pour passer en revue nos projets. Le suivi du projet par Shrimati Gandhi a été non seulement impressionnant, mais également efficace. Aujourd'hui, tous ceux qui dans notre pays ont un lien avec la recherche aérospatiale savent que l'IGMDP est synonyme d'excellence.

Nous avons des techniques d'organisation développées en interne, mais efficaces. L'une de ces techniques concernait les étapes suivantes du projet. Cela consistait concrètement à analyser l'applicabilité technique aussi bien que procédurale d'une solution possible, à l'examiner avec les centres de travail, à la discuter avec l'ensemble des associés et à la mettre en application après avoir obtenu l'aval de tout le monde. Un grand nombre d'idées originales est sorti au niveau de la base des centres de travail partenaires. Si vous me demandiez d'indiquer quelle est la tactique de gestion de programme que je considère comme la plus importante dans cette réussite, j'indiquerais cette poursuite active des suites du projet. C'est en prolongeant le travail effectué dans les différents laboratoires sur la conception, la planification, les services d'accompagnement, et le travail des agences et des institutions académiques d'inspection, que des progrès rapides ont été réalisés de la façon la plus harmonieuse. En fait, les règles de travail dans le Bureau du Programme des Missiles Guidés étaient : si vous devez écrire une lettre à un centre de travail, envoyez un fax; si vous devez envoyer un télex ou un fax, téléphonez; et si il y a besoin de discussions téléphoniques, allez personnellement sur place.

La puissance de cette approche a été mise en lumière quand le Dr. Arunachalam a procédé à une revue complète du statut de l'IGMDP le 27 septembre 1984. Des experts des laboratoires du DRDO, de l'ISRO, des institutions académiques, et des agences de production se sont réunis pour passer en revue d'un oeil critique les progrès accomplis et les problèmes rencontrés pendant la première année. Des décisions importantes comme la création d'installations à Imarat Kancha et la mise en place de moyens d'essai ont été cristallisées pendant cette revue. La future infrastructure à Imarat Kacacha a reçu le nom de Centre de Recherches d'Imarat (RCI), pour garder l'identité d'origine de l'endroit.

Ce fut un plaisir de retrouver une vieille connaissance, TN Seshan, dans le groupe de revue. Depuis SLV-3, nous avons développé une affection mutuelle. Cependant, cette fois-ci, en tant que Secrétaire de la Défense, les questions de Seshan sur les programmes et la viabilité des propositions financières présentées étaient beaucoup plus pointues. Seshan est une personne qui prenait plaisir à faire plier ses adversaires par son discours et à les conduire au ridicule par son humour tranchant. Bien qu'il fût enclin à s'exprimer avec conviction et à l'occasion partir dans des confrontations d'idées, à la fin il s'assurait toujours que toutes les ressources

disponibles étaient mises à profit au maximum vers une solution qui pourrait être mise en œuvre. A titre personnel, Seshan était une personne pleine de bonté et de considération. Mon équipe était particulièrement heureuse de répondre à ses questions sur les technologies de pointe utilisées dans l'IGMDP. Je me rappelle toujours de sa curiosité exceptionnelle au sujet du développement autonome des composites carbone-carbone. Et pour vous révéler un petit secret - Seshan est peut-être la seule personne au monde qui ait plaisir à m'appeler par mon nom complet, qui se compose de 31 lettres et cinq mots - Avul Pakir Jainulabdeen Abdul Kalam.

Le programme de missiles avait été poursuivi concurremment, avec des associés pour la conception, le développement et la production dans 12 institutions académiques et 30 laboratoires du DRDO, le Conseil de la Recherche Industrielle et Scientifique (CSIR), l'ISRO et l'industrie. De fait, plus de 50 professeurs et 100 chercheurs ont travaillé sur des problèmes liés aux missiles dans les laboratoires de leurs instituts respectifs. La qualité du travail atteinte cette année-là grâce à ces associations m'avait donné une immense confiance dans le fait que n'importe quelle tâche de développement pourrait être entreprise dans notre pays à condition que nous ayons des programmes clairement définis. Quatre mois avant cette revue, je pense que c'était entre avril et juin 1984, six d'entre nous, du programme de missiles, avons visité des campus scolaires et recruté de jeunes universitaires prometteurs. Nous avons présenté une vision d'ensemble du programme de missiles pour les professeurs et les étudiants intéressés, il y en avait environ 350, et nous leur avons demandé de participer. J'ai pu informer le groupe de revue que nous nous attendions à ce qu'environ 300 jeunes ingénieurs rejoignent nos laboratoires.

Roddam Narasimha, qui était alors le Directeur du Laboratoire Aéronautique National, a saisi l'occasion de cette revue pour mettre en avant des arguments convaincants en faveur des initiatives technologiques. Il a cité les expériences de la révolution verte, qui avait démontré sans le moindre doute que si les buts étaient clairs, il y avait assez de talents disponibles dans le pays pour aborder des défis technologiques importants.

Quand l'Inde a effectué sa première explosion nucléaire à des fins pacifiques, nous nous sommes déclarés comme le sixième pays au monde à disposer d'un explosif nucléaire. Quand nous avons lancé SLV-3 nous étions le cinquième pays accédant à la capacité de lancer des satellites. Quand serions-nous le premier ou le deuxième pays au monde à réaliser un exploit technologique ?

J'ai écouté soigneusement les membres du groupe de revue pendant qu'ils exprimaient leurs avis et leurs doutes, et j'ai tiré des leçons de leur sagesse collective. Ce fut en effet pour moi un grand moment d'éducation. Ironiquement, pendant tout le temps passé à l'école, on nous avait appris à lire, à écrire et à parler, mais jamais à écouter, et la situation n'a pas beaucoup changé aujourd'hui. Traditionnellement, les scientifiques indiens ont souvent été de très bons orateurs, mais ils ont insuffisamment développé leurs capacités d'écoute. Nous avons pris la résolution d'être des auditeurs attentifs. Les structures de l'ingénierie ne sont-elles pas construites sur la base de l'utilité fonctionnelle ? Le savoir-faire technique n'en forme-t-il pas les briques ? Et ces briques ne sont-elles pas assemblées par le mortier de la critique constructive ? Les fondations avaient été posées, les briques étaient sorties du four, et maintenant le mortier pour cimenter notre œuvre était en cours de préparation.

Nous étions en train de travailler sur le plan d'action qui avait émergé de la revue du mois précédent quand la nouvelle de l'assassinat de Shrimati Gandhi est tombée, suivie par des informations sur des débordements de violence et des émeutes. Un

couvre-feu avait été décrété dans la ville de Hyderabad. Nous avons rangé les diagrammes PERT et nous avons étalé une carte de la ville sur la table pour organiser le transport et la sécurité de tous les employés. En moins d'une heure, le laboratoire a pris un air abandonné. Je suis resté seul, assis dans mon bureau. Les circonstances de la mort de Shrimati Gandhi étaient sinistres. Le souvenir de sa visite, trois mois à peine auparavant, rendait ma douleur plus profonde. Pourquoi les grands personnages devaient-ils connaître des fins aussi terribles ? Je me suis rappelé que dans des circonstances similaires, mon père avait dit à quelqu'un : « Les bonnes et les mauvaises personnes vivent ensemble sous le soleil de la même manière que le fil noir et le fil blanc se croisent ensemble dans un tissu. Quand un des fils noirs ou blancs se cassent, le tisserand examine le tissu tout entier, et également le métier à tisser ». Quand je suis sorti du laboratoire, il n'y avait pas une seule âme sur la route. Je continuais à penser au métier à tisser et au fil cassé.

La mort de Shrimati Gandhi a été une énorme perte pour la communauté scientifique. Elle avait donné l'impulsion à la recherche scientifique dans notre pays. Mais l'Inde est une nation très résiliente. Elle a peu à peu absorbé le choc de l'assassinat de Shrimati Gandhi, bien que cela ait été au prix de milliers de vies et de pertes matérielles énormes. Son fils, Rajiv Gandhi, lui a succédé en tant que nouveau Premier Ministre de l'Inde. Il s'est présenté au scrutin des électeurs et il a obtenu du peuple un mandat pour continuer les programmes politiques de Mme Gandhi, dont faisait partie le Programme de Développement Intégré des Missiles.

L'été 1985 est arrivé, tout le travail de base avait été accompli pour la construction du Centre de Recherches de Technologie des Missiles à Imarat Kancha. Le Premier Ministre Rajiv Gandhi a posé la première pierre du Centre de Recherches Imarat (RCI) le 3 août 1985. Il semblait très heureux des progrès accomplis. Il y avait en lui une curiosité enfantine qui était très encourageante. La fermeté et la détermination que sa mère avait montrées quand elle nous avait rendu visite l'année précédente étaient également présentes chez lui, avec toutefois une petite différence. Madame Gandhi était un tyran, tandis que le Premier Ministre Rajiv Gandhi utilisait son charisme pour atteindre ses buts. Il a dit à la famille du DRDL qu'il comprenait les difficultés que les scientifiques indiens avaient dû affronter et il a exprimé toute sa gratitude à l'égard de ceux qui avaient préféré rester et travailler pour leur mère patrie plutôt que de partir à l'étranger pour des carrières plus confortables. Il a dit que personne ne pouvait se concentrer sur un travail de ce type à moins d'être libre des soucis triviaux de la vie quotidienne, et il nous a assurés que le nécessaire serait fait pour rendre la vie des scientifiques plus confortable.

Dans la semaine qui a suivi sa visite, je suis parti aux Etats-Unis avec le Dr. Arunachalam en réponse à une invitation de l'Armée de l'Air des États-Unis. Roddam Narasimha, du Laboratoire Aéronautique National et KK Ganapathy de HAL nous ont accompagnés. Après avoir fini notre travail au Pentagone à Washington, avant d'aller à Los Angeles, nous nous sommes posés à San Francisco pour visiter la Northrop Corporation. J'ai profité de l'occasion pour aller voir la Cathédrale de Cristal construite par mon auteur préféré, Robert Schuller. J'ai été stupéfié par la pure beauté de cette structure toute en verre, en forme d'étoile à quatre pointes avec plus de 120 mètres d'une pointe à l'autre. Le toit en verre, de 30 mètres plus long qu'un terrain de football, semblait flotter dans l'espace. Cette Cathédrale qui a coûté plusieurs millions de dollars a été construite grâce à des donations organisées par Schuller. « Dieu peut faire des choses immenses par l'intermédiaire de personnes désintéressées. Il faut oublier son ego. » a écrit Schuller. « Avant que Dieu ne vous accorde le succès, vous devez vous montrer assez humble pour tenir le grand prix. » J'ai prié Dieu dans l'église de Schuller pour qu'il m'aide à construire un Centre de Recherches à l'Imarat Kancha - qui serait ma Cathédrale de Cristal.

\* \* \*

# 13

Les jeunes ingénieurs, 280 pour être précis, ont changé la dynamique du DRDL. Ce fut une expérience de valeur pour nous tous. Nous étions maintenant en mesure de développer, grâce à ces jeunes équipes, une technologie et une structure de rentrée, un radar à ondes millimétriques, un radar à balayage électronique, des systèmes de fusées et d'autres équipements similaires. Quand nous avons attribué ces tâches aux jeunes scientifiques, au début ils n'ont pas entièrement saisi l'importance de leur travail. Après qu'ils en aient compris l'enjeu, ils se sont sentis mal à l'aise sous le poids de la confiance énorme que nous avons placée en eux. Je me rappelle toujours un jeune homme qui m'a dit : « Il n'y a aucun gros calibre dans notre équipe, comment allons-nous pouvoir percer ? » Je lui ai répondu : « Un gros calibre est un petit calibre qui n'arrête pas de tirer, alors continuez d'essayer. » Il était étonnant de voir comment dans cet environnement de jeunes scientifiques, les attitudes négatives devenaient positives et des choses que l'on pensait auparavant impossibles commençaient à arriver. Beaucoup de scientifiques plus âgés se sont sentis rajeunir simplement en intégrant une équipe de jeunes.

Je sais par expérience personnelle que la saveur profonde du travail, le plaisir véritable et l'excitation continue que l'on en retire viennent du processus même de son exécution plutôt que de son achèvement et son accomplissement. Il y a quatre facteurs de base dont je suis convaincu qu'ils sont impliqués dans le succès : un objectif clairement exprimé, une pensée positive, la visualisation de l'objectif, et la foi dans le succès.

À ce jour, nous étions passés par un exercice subtil de désignation d'objectifs et ces nouveaux objectifs nous avaient permis de motiver les jeunes scientifiques. Lors des réunions de revue, j'insistais pour que les plus jeunes scientifiques présentent le travail de leur équipe. Cela les aidait à visualiser le système tout entier. Une atmosphère de confiance s'est peu à peu développée. Les jeunes scientifiques ont commencé à interroger leurs collègues plus âgés sur des questions techniques ardues. Rien ne les décourageait, parce qu'ils n'avaient peur de rien. S'il y avait des doutes, ils passaient outre ces derniers. Ils sont bientôt devenus des personnes dotées d'un certain pouvoir. Quelqu'un qui a la foi ne rampe jamais devant n'importe qui, ne pleurniche pas et ne rechigne pas en disant que c'est trop, ou qu'il manque de soutien, ou qu'il est traité injustement. Au lieu de cela, une telle personne aborde les problèmes de front et déclare alors que « en tant qu'enfant de Dieu, je suis plus grand que tout ce qui peut m'arriver ». J'ai essayé de garder l'environnement de travail dynamique, avec un bon dosage de l'expérience de scientifiques confirmés mélangée aux qualifications de leurs plus jeunes collègues. Cette dépendance positive entre la jeunesse et l'expérience avait créé une culture de travail très productive au DRDL.

Le premier lancement dans le cadre du Programme de Missiles a eu lieu le 16 septembre 1985, quand *Trishul* a décollé du centre d'essais de Sriharikota (SHAR). C'était un vol balistique qui avait pour but de tester le fonctionnement en vol du moteur de fusée à propergol solide. Deux radars en bande C et le théodolite Kalidieo (KTLs) ont été utilisés pour suivre le missile depuis le sol. L'essai a été un succès. Le lanceur, le moteur de fusée et les systèmes de télémétrie ont fonctionné comme prévu. Toutefois, la traînée aérodynamique s'est montrée plus importante que prévu par les estimations sur la base des essais en soufflerie. En termes de percée technologique ou d'enrichissement en expérience, cet essai n'avait que peu de valeur mais son accomplissement véritable était de rappeler à mes ennemis du DRDL qu'ils

pourraient faire voler des missiles sans avoir à être contraints par des demandes brutes de conformité ou de simple copie. D'un seul coup, la psyché des scientifiques du DRDL a connu une expansion multidimensionnelle.

Cela a été suivi du vol d'essai réussi de l'Avion-Cible Sans Pilote (PTA). Ce sont nos ingénieurs qui avaient développé le moteur de fusée du PTA, conçu par l'Etablissement Aéronautique de Développement (ADE) basé à Bangalore. Le moteur avait été homologué par DTD&P-Air. C'était une étape, petite mais significative, vers le développement de matériels pour les missiles qui étaient non seulement fonctionnels mais également acceptables pour les agences utilisatrices. Une société du secteur privé a été engagée pour produire un moteur de fusée fiable, utilisable, avec un bon rapport poussée-poids à partir des technologies du DRDL. Nous étions progressivement en train de passer des projets que l'on développait dans un seul laboratoire à des programmes « multilaboratoires » et à des exercices laboratoire-industrie. Le développement du PTA a été le symbole d'une grande confluence de quatre organismes différents. J'ai eu le sentiment que je me tenais à un carrefour et que je regardais les routes venant de l'ADE, de DTD&P-Air et de l'ISRO. La quatrième route était celle du DRDL, une autoroute vers l'indépendance nationale en matière de technologie des missiles.

Pour aller un peu plus loin dans nos associations avec les institutions académiques du pays, nous avons démarré des Programmes de Technologie Avancée en commun avec l'Institut Indien des Sciences (IISc), et l'Université de Jadavpur. J'ai toujours eu un profond respect pour les institutions académiques et j'admire particulièrement les excellents académiciens. J'accorde de la valeur à ce que les académiciens peuvent apporter au développement. Des demandes formelles avaient été faites auprès de ces établissements et il en est sorti des arrangements pour que l'expertise de leurs corps enseignants arrive jusqu'au DRDL et puisse contribuer à la poursuite de ses projets.

Permettez-moi de mettre en évidence quelques contributions des institutions académiques aux divers systèmes de missiles. *Prithvi* avait été conçu comme missile à navigation inertielle. Pour atteindre la cible avec précision, les paramètres de la trajectoire doivent être chargés dans l'ordinateur de bord qui est son cerveau. Une équipe de jeunes diplômés en technologie de l'Université de Jadavpur a développé sur les conseils du Professeur Ghoshal l'algorithme robuste de pilotage dont nous avons besoin. A l'IISc, des étudiants de troisième cycle ont développé sous la conduite du Professeur IG Sharma un logiciel de défense aérienne pour l'acquisition multicible par *Akash*. La méthodologie de la conception du système de rentrée pour *Agni* a été développée par une jeune équipe du HT Madras et par des scientifiques du DRDO. L'Unité de Recherche et de Formation pour la Navigation Electronique de l'Université d'Osmania avait développé pour le *Nag* des algorithmes de traitement des signaux à la pointe du progrès. J'ai seulement donné quelques exemples des efforts de collaboration qui ont été faits. En fait, il aurait été très difficile d'atteindre nos buts technologiques avancés sans l'association active de nos institutions académiques.

Considérons l'exemple de l'avancée pour la charge utile d'*Agni*. *Agni* est un système avec une fusée à deux étages qui utilise une technologie de rentrée développée dans notre pays pour la première fois. Il est accéléré par un moteur-fusée à poudre, le premier étage, dérivé du SLV-3 et à nouveau accéléré par un second étage avec les moteurs-fusées à propergols liquides du *Prithvi*. Dans le système *Agni*, la charge utile est envoyée à une vitesse hypersonique, ce qui demande la conception et le développement d'une structure de véhicule capable de faire une rentrée. La charge utile avec l'électronique de guidage est logée dans la structure du véhicule de rentrée, qui est censée protéger la charge utile en gardant la température intérieure

inférieure à 40°C, alors que la température de la peau extérieure dépasse les 2 500°C. Un système de guidage inertiel avec un ord inateur embarqué pilote la charge utile vers la cible recherchée. Pour tout système de missile de rentrée, les moules tridimensionnels sont les matériels de base pour la réalisation de l'ogive carbone-carbone qui gardera sa résistance même à ces températures élevées. Le CSIR et quatre laboratoires du DRDO l'ont réalisé en un temps limité de 18 mois – ce que d'autres pays n'avaient pu faire qu'au bout d'une décennie de recherche et de développement !

Un autre défi dans la conception de la charge utile d'*Agni* était lié à la vitesse énorme avec laquelle elle rentrait dans l'atmosphère. De fait, *Agni* faisait sa rentrée dans l'atmosphère à douze fois la vitesse du son (Mach 12, comme disent les techniciens). À cette vitesse énorme, nous n'avions eu aucune expérience de la façon de garder le véhicule sous contrôle. Pour faire des essais, nous ne disposions d'aucune soufflerie qui puisse produire ce genre de vitesse. Si nous avions demandé l'aide américaine, ils auraient cru que nous voulions accéder à des domaines qu'ils considéraient comme leur privilège exclusif. Et même s'ils avaient consenti à coopérer, ils est certain qu'ils auraient demandé un prix pour l'usage de leur soufflerie qui aurait été supérieur à notre budget pour la totalité du projet. Et donc, la question était de trouver comment contourner le problème. Le Professeur SM Deshpande de l'IISc a trouvé quatre jeunes et brillants scientifiques qui travaillaient dans le domaine de la dynamique des fluides et, en six mois, ils ont développé un logiciel pour le Calcul de la Dynamique des Fluides en Régime Hypersonique qui est unique au monde.

Un autre accomplissement a été le développement d'un logiciel de simulation de trajectoire de missile, ANUKALPANA, par le Professeur IG Sharma d'IISc pour évaluer les possibilités d'acquisition multicibles par un système d'armes de type *Akash*. Aucun pays ne nous aurait donné ce genre de logiciel, mais nous l'avons développé de façon autonome.

Prenons encore un autre exemple de création d'une synergie de talents scientifiques. Le Professeur Bharati Bhatt d'IIT Delhi, en coopération avec le Laboratoire de Physique des Solides (SPL) et Central Electronics Limited (CEL), a brisé un monopole des pays occidentaux en développant les déphaseurs à ferrites des radars militaires 3-D multifonctions et multitâches utilisés pour la surveillance, la poursuite et le pilotage d'*Akash*. Le Professeur Saraf d'IIT, à Kharagpur, travaillant avec mon collègue du RCI, BK Mukhopadhyay, a réalisé une antenne à ondes millimétriques (MMW) pour la tête chercheuse du *Nag* en deux ans, un record même au plan international. L'Institut Central de Recherches Electriques et Electroniques (CEERI), à Pilani, a développé une diode Impatt dans un consortium avec le SPL et le RCI pour se libérer de la dépendance technologique par rapport à l'étranger en ce qui concerne la création des composants qui sont au cœur de n'importe quel dispositif à ondes millimétriques.

Au fur et à mesure que le travail sur le projet s'étendait horizontalement, l'évaluation de l'exécution devenait de plus en plus difficile. Le DRDO lie ses choix politiques aux évaluations. Leader de presque 500 scientifiques, j'avais à donner un avis final sur l'évaluation de leurs performances sous forme de Rapports Confidentiels Annuels (ACRs). Ces rapports étaient expédiés à un conseil d'évaluation composé de spécialistes extérieurs pour qu'ils émettent des recommandations. Beaucoup considéraient cet aspect de mon travail d'une manière peu charitable. Ne pas recevoir une promotion était facilement perçu comme un effet de mon aversion. Les promotions d'autres collègues étaient perçues comme des faveurs subjectives que je leur accordais. Chargé de cette tâche de l'évaluation des performances, je devais être un juge équitable.

Pour comprendre vraiment un juge, il faut comprendre le mystère des bascules : d'un côté s'entasse l'espoir, de l'autre se tient l'appréhension. Quand la bascule penche, l'optimisme lumineux se transforme en panique silencieuse.

Quand une personne se regarde elle-même, elle peut facilement mal juger ce qu'elle voit. Elle voit seulement ses intentions. La plupart ont de bonnes intentions et par conséquent concluent que tout ce qu'elles font est bon. Il est difficile à un individu de juger objectivement ses propres actions, qui peuvent être, et sont souvent, en contradiction avec ses bonnes intentions. La plupart arrivent à leur travail avec l'intention de le faire. Bon nombre d'entre elles effectuent leur travail de la manière qu'elles trouvent la plus pratique et repartent le soir à la maison avec un sentiment de satisfaction. Elles n'évaluent pas le résultat de leur travail, seulement leurs intentions. On suppose que parce qu'un individu a travaillé avec l'intention de finir son travail à temps, si des retards se produisent, ils sont dus à des raisons indépendantes de sa volonté. Il n'avait aucune intention d'entraîner des retards. Mais si au bout de son action ou son inaction il y a un retard, n'est-ce pas le fruit de ses intentions ?

Quand je repense à l'époque où j'étais un jeune scientifique, je me rends compte qu'un des désirs les plus constants et les plus puissants que j'avais était d'être « plus » que ce que je n'étais à ce moment. Je voulais avoir plus de sensations, savoir plus, exprimer plus. Je désirais grandir, m'améliorer, me purifier, me développer. Je n'ai jamais cherché à utiliser des influences extérieures pour faire avancer ma carrière. Tout ce que j'avais était un désir intérieur de chercher plus au fond de moi-même. La clef de ma motivation a toujours été de chercher jusqu'où je pourrais aller plutôt que regarder ce que j'avais déjà parcouru. Après tout, qu'est-ce que la vie, sinon un mélange de problèmes non résolus, de victoires ambiguës, et de défaites sans relief ?

La difficulté est que souvent nous analysons seulement la vie au lieu de la vivre. Les gens dissèquent leurs échecs pour en voir les causes et les effets, mais c'est rarement qu'ils les confrontent et en retirent de l'expérience pour les maîtriser et par là éviter leur répétition. Voilà ce que je crois : c'est au travers des difficultés et des problèmes que Dieu nous donne l'occasion de nous développer. Et quand nos espoirs, nos rêves et nos buts s'effondrent, cherchons parmi les débris, nous y trouverons peut-être des occasions en or cachées au milieu des ruines.

Motiver les personnes à améliorer leurs performances et à gérer leurs moments de dépression est toujours un défi pour un chef. J'ai observé une analogie entre les équilibres dans un champ de force et la résistance au changement dans les organismes. Imaginons le changement comme un ressort hélicoïdal dans un champ de forces opposées, où certaines forces vont dans le sens du changement et où d'autres lui résistent. En multipliant les forces favorables telles que la pression des contrôles, les perspectives d'évolution de carrière et les avantages financiers ou en réduisant les forces de résistance telles que les normes et les récompenses sociales ou la réticence au travail, la situation peut être orientée vers les effets désirés - mais pendant une courte période seulement, et cela seulement dans une mesure limitée. Au bout d'un moment les forces de résistance reviennent avec une intensité d'autant plus grande qu'elles ont été comprimées plus fortement. Par conséquent, une meilleure approche serait de diminuer la force de résistance de façon qu'il n'y ait aucune augmentation corrélative des forces de soutien. De cette façon, moins d'énergie serait nécessaire pour amener et entretenir le changement.

Le résultat des forces que j'ai mentionnées ci-dessus est moteur. C'est une force qui est interne à l'individu et qui forme la base de son comportement dans son

environnement de travail. Dans mon expérience, la plupart des personnes possèdent un fort désir intérieur de croissance, de compétence, et de réalisation de soi. Le problème, cependant, a été le manque d'un environnement de travail qui soit stimulant et qui permette de donner la pleine expression de ce désir. Les leaders peuvent créer un niveau élevé de productivité en fournissant des structures d'organisation et des définitions de travail appropriés, et en sachant reconnaître et apprécier l'ardeur au travail.

J'ai essayé pour la première fois de construire un tel environnement de support en 1983, en même temps que je démarrais l'IGMDP. A ce moment-là, les projets en étaient à la phase de conception. La réorganisation a eu comme conséquence au moins quarante à cinquante pour cent d'augmentation du niveau d'activité. Maintenant que les multiples projets entraînent dans les phases de développement et d'essais en vol, les petites et les grandes étapes que nous avons déjà franchies donnaient de la visibilité au programme et à la continuité de l'engagement. Avec l'intégration de l'équipe des jeunes scientifiques, l'âge moyen avait été réduit de 42 à 33 ans. J'ai senti que c'était le moment pour une seconde réorganisation. Mais comment est-ce que je devais m'y prendre ? Je suis parti de l'inventaire de motivation disponible à ce moment-là – laissez-moi vous expliquer ce que je veux dire par ce terme. L'inventaire de motivation d'un leader se compose de trois types de compréhension : une compréhension des besoins que les gens veulent satisfaire dans leurs travaux, une compréhension de l'effet que la définition du travail a sur la motivation, et une compréhension de la puissance du renforcement positif pour influencer le comportement des gens.

La réorganisation de 1983 a été faite en vue d'un renouvellement : c'était en effet un exercice très complexe qui a été traité habilement par AV Ranga Rao et le Colonel R Swaminathan. Nous avons créé une équipe avec de jeunes scientifiques nouvellement recrutés et juste une personne déjà expérimentée et nous leur avons lancé le défi de construire le système de navigation inertielle de technologie Strapdown, un ordinateur embarqué et une ramrocket (combinaison de fusée et de statoréacteur) dans le système de propulsion. Ces exercices étaient tentés pour la première fois dans notre pays, et la technologie impliquée était comparable aux systèmes de niveau mondial. La technologie de pilotage est centrée sur l'ensemble du gyro et de l'accéléromètre, avec une électronique pour traiter le signal de sortie des capteurs. L'ordinateur embarqué traite les calculs pour la mission et la séquence de vol. Un système ramrocket utilise l'air de l'atmosphère pour soutenir sa vitesse élevée sur une longue durée après l'accélération initiale par une fusée. Les jeunes équipes ont non seulement conçu ces systèmes mais les ont également développés jusqu'aux équipements opérationnels. Ensuite, *Prithvi*, puis *Agni* ont employé des systèmes de navigation similaires, avec d'excellents résultats. L'effort de ces jeunes équipes a rendu notre pays autonome dans le domaine des technologies protégées. C'était une bonne démonstration du « facteur de renouvellement ». Notre capacité intellectuelle avait été renouvelée par ces contacts avec de jeunes esprits enthousiastes, ce qui nous avait conduits à ces résultats exceptionnels.

Maintenant, en plus du renouvellement du personnel, l'accent devait être mis sur le renforcement des groupes de projet. Souvent les gens cherchent à satisfaire leurs besoins sociaux et égoïstes d'auto-actualisation sur leurs lieux de travail. Un bon leader doit identifier deux sortes différentes de dispositifs environnementaux. D'un côté ce qui satisfait les besoins personnels, de l'autre côté ce qui produit un mécontentement vis-à-vis de son travail. Nous avons déjà observé que les gens recherchent dans leur travail les caractéristiques qui se rapportent aux valeurs et aux buts qu'ils considèrent comme importants pour donner un sens à leur vie. Si un travail répond aux besoins d'accomplissement, de reconnaissance, de responsabilité, de

développement et d'avancement des employés, ils travailleront ferme pour atteindre les objectifs.

Une fois que le travail est satisfaisant, une personne commence à regarder son environnement et les modalités en vigueur dans son lieu de travail. Elle observe les politiques de l'administration, les qualités de son leader, la sécurité, son statut et ses conditions de travail. Puis, elle corrèle ces facteurs avec les relations interpersonnelles qu'elle a avec ses pairs et elle examine sa vie personnelle à la lumière de ces facteurs. C'est l'agglomération de tous ces aspects qui détermine le niveau et la qualité des efforts et des performances d'une personne.

L'organisation matricielle élaborée en 1983 s'est révélée excellente pour répondre à toutes ces exigences. Ainsi, tout en gardant la structure de laboratoire, nous avons entrepris un exercice de définition de tâches. Les scientifiques qui travaillaient dans des directoires technologiques ont été institués directeurs de systèmes pour interagir exclusivement avec un seul projet. Une voilette de fabrication externe a été formée sous la direction de PK Biswas, un vieux technocrate du développement productique, pour traiter avec les entreprises du secteur public (PSUs) et les sociétés du secteur privé associées au développement de matériel pour les missiles. Cela a réduit la pression sur les installations de fabrication internes et leur a permis de se concentrer sur les travaux qui ne pouvaient pas être entrepris à l'extérieur, qui a en fait occupé toutes les équipes à plein temps.

Le travail sur *Prithvi* était en voie d'achèvement quand nous sommes arrivés en 1988. Pour la première fois dans notre pays, des groupes de moteurs-fusées à Propergols Liquides (LP) avec une impulsion totale programmable allaient être utilisés dans un système de missiles pour atteindre la flexibilité dans toute une panoplie de charges utiles. Maintenant, outre la portée et la qualité des directives politiques que Sundaram et moi-même donnions à l'équipe du *Prithvi*, le succès du projet dépendait de la conversion des idées créatives en des produits fonctionnels et de la qualité soutenue des contributions des membres de l'équipe. A cet égard, Saraswat, Y Gyaneshwar et P Venugopalan ont réalisé un travail très louable. Ils ont inculqué dans leur équipe un sens de la fierté et de l'accomplissement. L'importance de ces moteurs-fusées n'était pas limitée au projet *Prithvi* - c'était un accomplissement national. Sous leur leadership collectif, un grand nombre d'ingénieurs et de techniciens ont compris les objectifs et se sont investis aussi bien pour les objectifs d'équipe que pour les objectifs spécifiques que chacun d'entre eux avait reçu pour mission d'accomplir personnellement. Leur équipe tout entière a travaillé sous une sorte de direction auto-évidente. En collaboration avec l'Arsenal de Kirkee, ils ont également complètement éliminé les importations dans la fabrication des propergols de ces moteurs.

Laissant le développement du véhicule entre les mains sûres et efficaces de Sundaram et de Saraswat, j'ai commencé à regarder les secteurs vulnérables de la mission. Le développement du mécanisme de libération au décollage du missile (LRM) avait été fait avec une planification méticuleuse. Le développement des boulons explosifs pour retenir le LRM avant le lancement, qui avait été fait conjointement par le DRDL et Laboratoire de Recherche et de Développement des Explosifs (ERDL), était un excellent exemple de la coordination multi-centres.

Quand je suis en avion, mon occupation préférée a toujours été de me laisser aller aux charmes de la contemplation et de l'observation du paysage en dessous. C'est si beau, si harmonieux, si paisible depuis cette distance que je me demande où sont toutes ces frontières qui séparent un secteur d'un autre secteur, une région d'une autre région, et un pays d'un autre pays. Peut-être qu'un tel sens de la distanciation et du détachement est nécessaire quand nous devons faire face à toutes les activités de notre vie.

Comme le champ de tir intérimaire de Balasore en était encore au moins à un an de son achèvement, nous avons fait des installations spéciales au SHAR pour le lancement de *Prithvi*. Ceux-ci comprenaient une plate-forme de lancement, un blockhaus, des pupitres de contrôle et des stations mobiles de télémétrie. J'ai eu une bonne rencontre avec mon vieil ami MR. Kurup qui était le Directeur de Centre du SHAR. Travailler avec Kurup sur la campagne de lancement de *Prithvi* m'a donné une grande satisfaction. Kurup a travaillé sur *Prithvi* en tant que membre d'une équipe, ignorant les barrières qui séparaient le DRDO de l'ISRO, ou le DRDL du SHAR. Kurup passait beaucoup de temps avec nous sur la plate-forme de lancement. Il nous complétait avec son expérience des essais et de la sécurité sur les champs de tir et il a travaillé avec beaucoup d'enthousiasme au remplissage du propulseur, faisant de la campagne du premier lancement de *Prithvi* une expérience mémorable.

*Prithvi* a été lancé à 11h23 le 25 février 1988. Ce fut un événement marquant dans l'histoire des fusées dans notre pays. *Prithvi* n'était pas simplement un missile sol-sol avec la capacité de transporter une ogive conventionnelle de 1000 kilogrammes à une distance de 150 kilomètres avec une précision de 50 mètres CEP; c'était en fait le module de base pour tous les missiles du futur dans notre pays. Il était déjà prévu pour, à partir d'un système de missile sol à longue portée, être transformé en un système air, et il pourrait également être déployé depuis un navire.

La précision d'un missile est exprimée en termes de son Ecart Circulaire Probable (CEP). Cela mesure le rayon d'un cercle dans lequel 50 pour cent des missiles lancés vont arriver. En d'autres termes, si un missile a un CEP de 1 kilomètre (comme les missiles Scud irakiens lancés pendant la Guerre du Golfe), cela signifie que la moitié d'entre eux devraient arriver à moins de 1 kilomètre de leur cible. On ne s'attend pas à ce qu'un missile avec une tête explosive conventionnelle puissante et un CEP de 1 kilomètre puisse normalement détruire ou désactiver des cibles militaires fixes telles que des installations de commandement et de contrôle ou une base aérienne. Il serait cependant efficace contre une cible floue telle qu'une ville.

Les missiles allemands V-2 lancés sur Londres entre septembre 1944 et mars 1945 avaient une tête explosive conventionnelle et un très grand CEP d'environ 17 kilomètres. Pourtant les 500 V-2s qui ont frappé Londres ont réussi à causer plus de 21 000 morts et à détruire environ 200 000 maisons.

Pendant que les occidentaux étaient en train de grogner à propos des questions de non-prolifération, nous avons mis l'accent sur le développement d'une compétence dans les technologies essentielles de guidage et de contrôle pour réaliser un CEP d'une précision de 50 m. Avec le succès des essais de *Prithvi*, la dure réalité de la possibilité d'une frappe stratégique même sans tête nucléaire avait rabaissé le ton des critiques à de simples chuchotements sur de possibles théories de conspiration technologique.

Le lancement de *Prithvi* a envoyé des ondes de choc au travers des pays voisins peu amicaux. La réponse du bloc occidental a été d'abord une impression de choc, suivi d'une réaction de colère. Un groupe de sept nations a décrété un embargo technologique, rendant impossible pour l'Inde d'acheter quoi que ce soit qui ait un rapport même lointain avec le développement des missiles. L'émergence de l'Inde en tant que pays autonome dans le domaine des missiles a perturbé toutes les nations développées du monde.

\* \* \*

# 14

La compétence de base de l'Inde en matière de fusées avait à nouveau été fermement réaffirmée, sans la moindre place pour des doutes. Une industrie spatiale civile robuste et une défense basée sur des missiles viables avait fait entrer l'Inde dans le club sélect des nations qui se proclament des superpuissances. Dans l'esprit des enseignements du Bouddha ou de Gandhi, la question du comment et du pourquoi l'Inde est devenue une puissance dans le domaine des missiles est une question à laquelle les générations futures pourront peut-être répondre.

Deux siècles d'asservissement, d'oppression et de déni n'avaient pas tué la créativité et le potentiel du peuple indien. Une décennie à peine après le regain de l'indépendance et l'accès à la souveraineté, des Programmes Indiens pour l'Espace et l'Energie Atomique avaient été lancés avec une orientation parfaite vers des applications à des fins pacifiques. Il n'y avait ni les finances pour investir dans le développement de missiles ni d'ailleurs de demande exprimée par les Forces Armées. Les expériences amères de 1962 nous ont obligés à prendre les premières mesures de base vers le développement de missiles.

Est-ce que *Prithvi* suffirait ? Est-ce que le développement autonome de quatre ou cinq systèmes de missiles nous rendrait suffisamment forts ? Ou encore, est-ce que le fait d'avoir des armes nucléaires nous rendrait plus puissants ? Les missiles et les armes atomiques sont simplement des parties d'un ensemble plus vaste. De mon point de vue, le développement de *Prithvi* était significatif de l'indépendance de notre pays dans le domaine des technologies de pointe. La haute technologie ne va pas sans des budgets considérables et des infrastructures massives. Malheureusement ni les uns ni les autres n'étaient disponibles de manière appropriée. Alors que pouvions-nous faire ? Peut-être que le missile *Agni* pouvait être développé comme un projet de démonstration technologique, en rassemblant toutes les ressources disponibles dans le pays pour apporter une réponse ?

J'étais absolument certain, alors même que nous discutons du REX à l'ISRO il y a une dizaine d'années, qu'en travaillant ensemble les scientifiques et les technocrates indiens avaient la capacité de réaliser cette percée technologique. L'Inde pouvait très certainement développer des technologies de pointe par un effort coordonné des laboratoires scientifiques et des institutions académiques. Si on pouvait libérer l'industrie indienne de l'image qu'elle s'était créée d'être de simples usines de fabrication, elle pouvait mettre en application des technologies développées de façon à atteindre d'excellents résultats. Pour ce faire, nous avons adopté une stratégie tripartite avec une participation multi-institutionnelle, une approche de consortiums, et des technologies capacitanes. C'étaient les pierres que nous frottions les unes contre les autres pour créer *Agni*.

L'équipe *Agni* était composée de plus de 500 scientifiques. Beaucoup d'organismes étaient gérés en réseau pour entreprendre cet effort énorme de lancer *Agni*. La mission *Agni* marchait sur deux axes de base – le travail et les travailleurs. Chaque membre dépendait des autres dans son équipe pour réaliser son objectif. Dans de telles situations, la contradiction et la confusion sont les deux choses qui ont la plus grande chance de se produire. Des chefs différents adaptent chacun à sa manière personnelle leur souci pour les travailleurs pendant que le travail se fait. Certains en oublient les considérations pour les travailleurs afin d'obtenir des résultats. Ils

emploient les personnes simplement comme des instruments pour atteindre des objectifs. Certains accordent moins d'importance au travail, et font un effort pour obtenir l'approbation chaleureuse des personnes qui travaillent avec eux. Mais ce que cette équipe a réalisé était l'intégration la plus élevée que l'on puisse imaginer à la fois en termes de qualité de travail et de rapports humains.

L'implication, la participation et l'engagement étaient les mots-clés pour fonctionner. Chacun des membres de l'équipe semblait travailler sur ce qu'il avait choisi. Le lancement d'*Agni* était un enjeu commun non seulement pour nos scientifiques, mais aussi pour leurs familles. VR Nagaraj était le leader de l'équipe d'intégration électrique. En technocrate dédié qu'il était, il arrivait à Nagaraj d'oublier des besoins fondamentaux comme la nourriture et le sommeil quand il était sur le chantier d'intégration. Son beau-frère est décédé pendant qu'il était à ITR. Sa famille n'en a pas parlé à Nagaraj afin qu'il ne fasse aucune interruption dans son travail entièrement tourné vers le lancement d'*Agni*.

Le lancement d'*Agni* avait été programmé pour le 20 avril 1989. Ceci allait être un exercice sans précédent. À la différence des lanceurs spatiaux, un lancement de missile implique des risques étendus en matière de sécurité. Deux radars, trois stations de télémétrie, une station de télécommande et quatre instruments électro-optiques de poursuite avaient été déployés pour surveiller la trajectoire du missile. En outre, la station de télémétrie de Gar Nicobar (ISTRAC) et les radars du SHAR avaient été également engagés pour suivre le véhicule. Une surveillance dynamique était utilisée pour contrôler le courant électrique qui sortait des batteries du missile pour alimenter le véhicule et pour surveiller les pressions dans les systèmes de régulation. Si des déviations se manifestaient dans les tensions ou dans les pressions, le système de contrôle automatique spécialement conçu dans ce but signalerait « *alerte* ». La séquence des opérations de vol serait alors arrêtée et ne reprendrait que si le défaut était rectifié. Le compte à rebours pour le lancement a commencé à T-36 heures. Et à partir de T-7,5 minutes, il devait passer en séquence automatique contrôlée par ordinateur.

Toutes les activités préparatoires au lancement se sont déroulées selon le programme. Nous avons décidé de déplacer les personnes vivant dans les villages voisins vers des zones de sécurité au moment du lancement. Cela a attiré l'attention des médias, et causé beaucoup de polémique. Quand la date du 20 avril 1989 est arrivée, toute la nation nous observait. Des pressions étrangères ont été exercées par les voies diplomatiques pour faire annuler l'essai en vol, mais le Gouvernement Indien a été solide comme un roc pour nous soutenir et a balayé tout ce qui pouvait nous distraire de notre travail. Nous étions à T-14 secondes quand l'ordinateur a signalé « *alerte* », indiquant que l'un des instruments fonctionnait de manière erratique. Cela a été immédiatement rectifié. Entre temps, la station aval a aussi demandé une « *alerte* ». Dans les secondes qui suivirent, il y a eu des *alertes* multiples nécessitant des interruptions, avec pour résultat une consommation irréversible de l'énergie embarquée. Nous avons dû avorter le lancement. Le missile a dû être ouvert pour remplacer les alimentations de bord. Un Nagaraj en larmes, qui venait d'être informé de la tragédie survenue dans sa famille, est venu me voir et m'a promis qu'il serait de retour dans les trois jours. Les profils de ces personnes courageuses ne seront jamais décrits dans les livres d'histoire, mais c'est grâce à de telles personnes silencieuses et à leur dur travail que les générations prospèrent et que les nations progressent. Après avoir laissé partir Nagaraj, j'ai rencontré les membres de mon équipe qui étaient en état de choc et de profond chagrin. J'ai partagé avec eux mon expérience du SLV-3. « J'ai perdu mon lanceur en mer mais je m'en suis remis avec succès. Votre missile est devant vous. En fait vous n'avez rien perdu si ce n'est quelques semaines pour une remise en état de vol. » Cela les a fait

sortir de leur immobilité et l'équipe entière est retournée chercher les sous-systèmes pour les recharger.

La presse était dans tous ses états et avançait diverses interprétations pour l'ajournement du vol, adaptées aux fantaisies de son lectorat. Le dessinateur humoristique Sudhir Dar a esquissé un commerçant en train de renvoyer un produit au fournisseur en disant que ça ne marchait pas, « comme *Agni* ». Un autre dessinateur a montré un scientifique de l'équipe *Agni* expliquant que le lancement a été remis à plus tard parce que le bouton-poussoir n'a pas établi le contact. Le *Hindustan Times* a montré un directeur en train de consoler des journalistes en leur disant : « Il n'y a pas besoin de s'inquiéter... c'est tout simplement un missile pacifique et non-violent ».

Après des analyses détaillées faites pratiquement vingt-quatre heures sur vingt-quatre pendant les dix jours suivants, nos scientifiques ont re-préparé le missile pour un lancement le 1er mai 1989. Mais, encore une fois, au cours de la séquence automatique contrôlée par l'ordinateur automatique, à T-10 secondes, un indicateur *Alerte* s'est affiché. Une inspection minutieuse a montré que l'un des composants du système de contrôle, le S1-PVC, ne fonctionnait pas comme prévu dans les spécifications de la mission. Le lancement a dû encore une fois être remis à plus tard. Maintenant, ce genre de choses est très commun avec les fusées et cela arrive très souvent dans d'autres pays aussi. Mais la nation, toute en attente, n'était pas d'humeur à comprendre nos difficultés. Le journal *Hindu* a publié un dessin de Keshav montrant un villageois comptant quelques billets de banque et commentant à un autre, « Oui, c'est l'indemnité pour m'éloigner de ma cabane près de la zone d'essai – Encore quelques reports et je pourrai me construire une vraie maison... ». Un autre réalisateur de dessins humoristiques a désigné *Agni* comme un « IDBM – Intermittently Delayed Ballistic Missile - Missile Balistique Retardé par Intermittence. » Un dessin d'Amul suggérait que ce dont *Agni* avait besoin, c'était d'employer leur beurre comme carburant !

Je me suis donné un certain temps pour prendre du recul, laissant à mon équipe à ITR le soin de parler avec la communauté du DRDL-RCI. La communauté toute entière du DRDL-RCI s'est réunie après le travail le 8 mai 1989. J'ai parlé à un rassemblement de plus de 2 000 personnes : « Ce n'est pas souvent qu'un laboratoire ou un établissement de R&D a l'occasion d'être le premier dans le pays à développer un système tel qu'*Agni*. Une grande opportunité nous a été donnée. Naturellement, les opportunités majeures sont accompagnées de défis également majeurs. Nous ne devons pas abandonner ni permettre aux problèmes de nous abattre. Le pays ne mérite rien moins de nous que le succès. Visons au succès. » J'avais presque terminé mon discours, quand je me suis retrouvé en train de dire à mes gens : « Je vous promets, nous allons reprendre le dessus après avoir lancé *Agni* avec succès avant la fin de ce mois. ».

L'analyse détaillée de la panne du composant pendant la deuxième tentative a conduit à une rénovation du système de régulation. Cette tâche a été confiée à une équipe du DRDO-ISRO. L'équipe a effectué la rectification du système de régulation du premier étage au Complexe des Systèmes à Propergols Liquides (LPSC) à l'ISRO et elle a accompli la tâche en un temps record avec une concentration et une puissance de volonté énormes. C'était tout simplement stupéfiant de voir comment les centaines de scientifiques et le personnel ont pu travailler sans interruption et accomplir la préparation du système jusqu'aux contrôles de réception en tout juste 10 jours. Le onzième jour, un avion a décollé de Trivandrum avec les systèmes de régulation rectifiés et il a atterri près de l'ITR. Mais maintenant c'était au tour de conditions atmosphériques hostiles de venir faire obstacle. Une menace de cyclone était en train de se développer. Tous les centres

de travail étaient reliés par des communications par satellites et des liaisons hautes fréquences. Les données météorologiques ont commencé à arriver à des intervalles de dix minutes.

Enfin, le lancement a été programmé pour le 22 mai 1989. La nuit précédente, le Dr. Arunachalam, le Général KN Singh et moi-même avons marché un peu avec le Ministre de la Défense KC Pant, qui était venu à l'ITR pour être témoin du lancement. C'était une nuit de pleine lune, la marée était haute et les vagues rugissaient en se brisant, comme si elles chantaient Sa gloire et Sa puissance. Réussirions-nous le lancement d'*Agni* le lendemain ? Cette question était au premier plan dans tous nos esprits, mais aucun de nous n'avait envie de rompre le charme de cette belle nuit au clair de lune. Rompant un long silence, le Ministre de la Défense m'a finalement demandé : « Kalam ! Qu'est-ce que vous voudriez que je fasse pour célébrer le succès d'*Agni* demain ? » C'était une question toute simple, à laquelle je n'ai pas pu trouver de réponse immédiatement. Qu'est-ce que je voulais ? Qu'y avait-il que je n'avais pas ? Qu'est-ce qui aurait pu me rendre plus heureux ? Et alors j'ai trouvé la réponse et j'ai dit : « Nous avons besoin de 100 000 jeunes arbres pour les planter au RCI. » Son visage s'est éclairé d'une lueur amicale. Le Ministre de la Défense KC Pant a plaisanté : « Vous êtes en train d'acheter la bénédiction de la Terre-Mère pour *Agni*, ». Et il a prédit : « Demain nous réussirons ».

Le jour suivant, *Agni* a décollé à 07h10. Ce fut un lancement parfait. Le missile a suivi sa trajectoire à la virgule près. Tous les paramètres de vol ont été nominaux. C'était comme se réveiller dans un beau matin après une nuit de cauchemar. Nous étions parvenus à la plate-forme de lancement après cinq années de travail continu dans des centres de travail multiples. Nous avons vécu les épreuves d'une série d'accrocs au cours des cinq dernières semaines. Nous avons survécu à des pressions qui nous venaient de partout pour tout arrêter. Mais finalement nous l'avons fait ! Je vivais l'un des plus grands moments de ma vie. Les simples 600 secondes d'un vol élégant ont effacé toute notre fatigue en un instant. Quelle culmination merveilleuse pour toutes nos années de travail. Cette nuit-là, j'ai écrit dans mon journal personnel :

*Ne regardez pas Agni  
comme une entité pointée vers le ciel  
pour décourager les spectres sinistres  
ou pour manifester votre puissance.  
Agni, c'est le feu  
dans le cœur d'un Indien.  
Ne lui donnez pas même  
la forme d'un missile  
car c'est en s'accrochant  
à la fierté brûlante de toute une nation  
qu'il devient lumineux.*

Le premier ministre Rajiv Gandhi a qualifié le lancement d'*Agni* comme « un accomplissement majeur dans nos efforts continus pour sauvegarder notre indépendance et notre sécurité par des moyens indépendants. La démonstration de technologie d'*Agni* est le reflet de notre engagement pour le développement autonome de technologies de pointe pour la défense de la nation. » Il m'a dit : « Le pays est fier de vos efforts. » Le Président Venkataraman a vu dans le succès d'*Agni* l'accomplissement de son rêve. Il a télégraphié depuis Simla : « C'est un hommage à votre détermination, à votre dur labeur, et à votre talent. »

Beaucoup d'informations fausses, de désinformations, avaient été répandues par divers groupes d'intérêt au sujet de cette mission technologique. *Agni* n'avait été jamais été uniquement prévu comme un système d'armes nucléaire. Ce qu'il faisait, c'était nous donner l'option de développer une capacité de porter des armes non-nucléaires à grande distance avec une grande précision. Qu'il puisse nous fournir cette option non-nucléaire viable était de la plus grande importance à la lumière des doctrines stratégiques contemporaines.

Un journal américain bien connu spécialisé dans les questions de défense a rapporté que de grandes colères se sont soulevées suite au tir d'essai d'*Agni*, particulièrement aux Etats-Unis où les membres du Congrès ont menacé de donner un coup d'arrêt à toutes les technologies à double utilisation liées aux missiles et à toute forme d'aide multinationale.

Gary Milhollin, un soi-disant spécialiste des missiles et des technologies des charges utiles militaires, avait avancé dans le Wall Street Journal que l'Inde avait fait *Agni* avec l'aide de l'Allemagne de l'Ouest. J'ai bien ri quand j'ai lu que l'Etablissement de Recherches Aérospatiales Allemand (DLR) avait développé le système de navigation d'*Agni*, la fusée du premier étage et une ogive en matériaux composites, et que le modèle aérodynamique d'*Agni* avait été testé dans la soufflerie du DLR. Un démenti immédiat est venu du DLR, qui à son tour a spéculé que la France avait fourni l'électronique de pilotage d'*Agni*. Le sénateur américain Jeff Bingaman est même allé jusqu'au point de supposer que j'avais pris tout ce qu'il fallait pour *Agni* pendant mon séjour de quatre mois à l'île de Wallops en 1962. Le fait que j'avais été à l'île de Wallops il y a plus de 25 ans et qu'à ce moment-là la technologie utilisée pour *Agni* n'existait pas, pas même aux Etats-Unis, n'a nullement été mentionné.

Dans le monde d'aujourd'hui, les retards technologiques mènent à l'assujettissement. Pouvons-nous permettre à notre liberté d'être compromise pour cette raison ?

C'est notre devoir de garantir la sécurité et l'intégrité de notre nation contre cette menace. Ne devons-nous pas assurer le mandat que nous ont légué nos anciens qui ont lutté pour libérer notre pays de l'impérialisme ? C'est seulement en étant technologiquement indépendants que nous serons capables d'accomplir leur rêve.

Jusqu'au lancement d'*Agni*, les Forces Armées Indiennes avaient été structurées pour un rôle strictement défensif de sauvegarde de notre nation, pour protéger nos processus démocratiques de la turbulence des pays qui nous entouraient et pour élever le coût d'une intervention extérieure à un niveau suffisamment inacceptable pour décourager les pays qui auraient pu entretenir de telles idées. Avec *Agni*, l'Inde avait atteint le stade où elle avait l'option d'empêcher des guerres où elle aurait pu être impliquée.

*Agni* a marqué l'achèvement de cinq ans d'IGMDP. Maintenant qu'il avait démontré notre compétence dans le secteur crucial de la technologie de rentrée et avec les missiles tactiques comme *Prithvi* et le *Trishul* déjà testés en vol, les lancements du *Nag* et de l'*Akash* nous amèneraient dans des domaines de compétence où il y a peu ou pas du tout de compétition internationale. Ces deux systèmes de missiles contenaient en eux-mêmes l'étoffe de percées technologiques importantes. C'est sur eux que nous avons besoin de concentrer plus intensivement nos efforts.

En septembre 1989, j'ai été invité par l'Académie des Sciences de Maharashtra à Bombay à faire la Conférence du Jawaharlal Nehru Memorial. Je me suis servi de cette opportunité pour partager avec les scientifiques en herbe mes plans de faire un missile air-air indigène, *Astra*. Il serait complémentaire du développement des Avions

de Combat Légers Indiens (LCA). Je leur ai dit que nos travaux dans l'Imagerie InfraRouge (IIR) et la technologie des radars à Ondes Millimétriques (MMW) pour le système de missiles *Nag* nous avaient placés à l'avant-garde des efforts internationaux de R&D dans la technologie des missiles. J'ai également attiré leur attention sur le rôle crucial que le carbone-carbone et d'autres matériaux composites évolués jouent dans la maîtrise de la technologie de rentrée. *Agni* était la conclusion d'un effort technologique qui avait été initié par le Premier Ministre Indira Gandhi quand notre pays avait décidé de se libérer des chaînes paralysantes des retards technologiques et de se débarrasser des peaux mortes de la subordination aux nations industrialisées.

Le second vol de *Prithvi* à la fin du mois de septembre 1988 a encore été un grand succès. *Prithvi* s'est avéré être aujourd'hui le meilleur missile surface-surface du monde. Il peut porter une charge de 1 000 kilogrammes à une distance de 250 kilomètres et atteindre sa cible avec une précision de 50 mètres. Par des opérations contrôlées par ordinateur, de nombreuses combinaisons de masse d'ogive et de distance de livraison peuvent être réalisées en un temps très court, dans les conditions du champ de bataille. C'est un engin de conception indigène à cent pour cent sous tous les aspects - conception, fonctionnement, déploiement. Il peut être produit en grand nombre dans les installations de fabrication du BDL qui ont été développées parallèlement à la phase de développement du missile lui-même. L'armée a été rapide à reconnaître le potentiel de cet effort louable et s'est rapprochée du CCPA pour passer commande des systèmes de missiles *Prithvi* et *Trishul*, quelque chose qui ne s'était jamais produit auparavant.

\* \* \*

# IV

## CONTEMPLATION

[1991 - ]

*Nous créons et nous détruisons  
Et nous recréons encore  
Sous les formes que personne ne connaît.*

AL-WAQUIAH

Coran 56:61

# 15

Le jour de la Fête de la République, en 1990, la nation a célébré le succès de son programme de missiles. Le Dr. Arunachalam et moi avons été décorés du Padma Vibhushan. Deux autres de mes collègues - JC Bhattacharya et RN Agarwal - ont également reçu la décoration du Padma Shree. C'était la première fois dans l'histoire de l'Inde libérée que les noms d'autant de scientifiques affiliés à une même organisation se retrouvaient sur le palmarès des récompenses. Le souvenir du Padma Bhushan reçu une décennie auparavant s'est réveillé en moi. Je vivais toujours plus ou moins comme à cette époque-là - dans une chambre de trois mètres sur quatre, garnie essentiellement de livres, de papiers et de quelques meubles de location. La seule différence était qu'à ce moment-là, ma pièce était à Trivandrum et que maintenant elle était à Hyderabad. Le serveur du mess m'a apporté mon petit déjeuner, des *idlis* et du babeurre et il a souri pour me féliciter en silence de ma récompense. J'ai été touché par la reconnaissance que m'accordaient mes compatriotes. Un grand nombre de scientifiques et d'ingénieurs quittent notre pays à leur première occasion de gagner plus d'argent à l'étranger. Il est vrai qu'ils obtiennent certainement de plus grands avantages financiers, mais est-ce que quelque chose pourrait égaler cet amour et ce respect reçus de ses propres compatriotes ?

Pendant un moment, je suis resté assis, seul, dans une contemplation silencieuse. Le sable et les coquillages de Rameswaram, les attentions d'Iyadurai Solomon à Ramanathapuram, les conseils du Révérend Père Sequeira à Trichi et du Professeur Pandalai à Madras, les encouragements du Dr. Mediratta à Bangalore, le tour en aéroglisseur avec le Professeur Menon, la visite avant l'aube au champ de tir de Tilpat avec le Professeur Sarabhai, les consolations du Dr. Brahm Prakash le jour de l'échec du SLV-3, la jubilation nationale quand le SLV-3 a été lancé, le sourire élogieux de Madame Gandhi, l'attente au VSSC après le SLV-3, la foi du Dr. Ramanna quand il m'a invité au DRDO, l'IGMDP, la création de RCI, *Prithvi*, *Agni*... une pléthore de souvenirs se bousculaient dans ma mémoire. Où étaient tous ces hommes maintenant ? Mon père, le Professeur Sarabhai, le Dr. Brahm Prakash ? J'aurais souhaité pouvoir les rencontrer et partager ma joie avec eux. J'ai senti les forces paternelles du ciel et les forces maternelles, cosmiques, de la nature m'embrasser comme des parents pourraient étreindre un enfant perdu de vue depuis longtemps. J'ai griffonné dans mon journal personnel :

*Si loin ! affectueuses pensées, et soucis de mon âme !  
Mon travail réclamait les longues nuits d'éveil, il occupait mes jours  
Et pourtant les souvenirs des rivages de Rameswaram  
Hantent encore le regard de mes rêves*

Quinze jours plus tard, Iyer et son équipe ont célébré les fruits du programme des missiles avec le premier vol du *Nag*. Le lendemain même, ils ont répété l'exploit, testant de ce fait par deux fois le premier fuselage indien tout-composite et le système de propulsion. Ces essais ont également prouvé la valeur des piles thermiques indigènes.

L'Inde avait atteint le statut où elle avait un système de missiles antichars autonomes de troisième génération avec une capacité « fire and forget » de pair avec n'importe

quelle autre technologie de pointe dans le monde. La technologie indigène des composites avait réalisé une étape importante. Le succès du *Nag* a également confirmé l'efficacité de l'approche en consortium matriciel, qui avait mené au développement réussi d'*Agni*.

*Nag* emploie deux technologies principales - un système imageur infrarouge (IIR) et un radar chercheur à ondes millimétriques (MMW) qui est son œil pour se guider. Aucun laboratoire dans le pays ne possédait à lui seul les capacités de développer ces systèmes hautement avancés. Mais il y avait une nécessité de réussir, ce qui avait eu comme conséquence un effort conjoint très efficace. Le Complexe de Semi-Conducteurs à Chandigarh avait développé les matrices CCD (Dispositifs à Couplage de Charge). Le Laboratoire de Physique du Solide, à Delhi, a réalisé les détecteurs MTC associés (Tellure de Cadmium et de Mercure). Le Centre des Sciences de la Défense (DSC), à Delhi, avait monté un système de refroidissement indigène basé sur l'effet Joule-Thomson. La tête de réception du transmetteur avait été conçue au Laboratoire d'Application de l'Electronique de Défense (DEAL) à Dehra Dun.

Les diodes Gunn spéciales à l'arséniure de gallium, les diodes Schottky de mixage, comparateur compact pour le système d'antennes, étaient des dispositifs de pointe qu'il était interdit à l'Inde d'acheter, mais l'innovation ne peut pas être supprimée par des restrictions internationales.

Je suis allé à l'Université de Madurai Kamaraj le même mois pour y faire le discours de rentrée. Quand je suis arrivé à Madurai, j'ai demandé ce que devenait mon professeur de lycée Iyadurai Solomon, il était devenu Révérend et il avait quatre-vingts ans. On m'a dit qu'il vivait dans une banlieue de Madurai, alors j'ai pris un taxi et j'ai cherché sa maison. Le Révérend Solomon avait appris que j'allais faire le discours de rentrée ce jour-là. Cependant, il n'avait pas de moyen de transport pour s'y rendre. Il y eut des retrouvailles émouvantes entre le professeur et son élève. Le Dr. PC Alexander, le Gouverneur du Tamil Nadu, qui présidait la cérémonie, a été profondément touché de voir le vieux professeur qui n'avait pas oublié son élève d'autrefois, et lui a demandé de venir le rejoindre sur l'estrade.

J'ai dit aux jeunes universitaires : « Chaque journée de rentrée, dans chaque Université, est comme l'ouverture des vannes d'un grand réservoir d'énergie qui, une fois canalisée par les institutions, les organismes et l'industrie, aide la nation à se construire ». D'une certaine manière, j'avais l'impression de me faire l'écho des paroles que le Révérend Solomon avait prononcées un demi-siècle auparavant. Après ma conférence, je me suis incliné devant mon professeur. J'ai dit au Révérend Solomon : « Les grands rêves des grands rêveurs sont toujours transcendés. » D'une voix étouffée par l'émotion, il m'a répondu : « Vous avez non seulement atteint mes buts, Kalam ! Vous les avez éclipsés..! ».

Le mois suivant, il s'est trouvé que je suis passé à Trichi, et j'en ai profité pour faire une visite à l'Université de St Joseph. Je n'y ai pas retrouvé le Révérend Père Sequeira, ni le Révérend Père Erhart, le Professeur Subramanyam, le Professeur Iyyamperumal Konar, ou le Professeur Thothathri Iyengar, mais il m'a semblé que les pierres du bâtiment du St Joseph gardaient encore la marque de la sagesse de ces personnes remarquables. J'ai partagé avec les jeunes étudiants mes souvenirs de St Joseph et j'ai rendu hommage aux professeurs qui m'avaient formé.

Nous avons célébré le quarante-quatrième anniversaire de la Déclaration d'Indépendance de la nation avec un tir d'essai d'*Akash*. Prahlada et son équipe ont évalué un nouveau système de propulsion à propergols solides basé sur une poudre propulsive composite modifiée à double base. Ce propulseur, avec ses caractéristiques

de haute énergie sans précédent était crucial pour le développement des missiles sol-air à longue portée. Le pays avait franchi un pas important dans la défense anti-aérienne basée au sol pour les secteurs vulnérables.

A la fin de 1990, l'Université de Jadavpur m'a conféré le titre de Docteur ès Sciences au cours d'une cérémonie spéciale. J'étais un peu embarrassé de retrouver mon nom mentionné à côté de celui du légendaire Nelson Mandela, qui était également à l'honneur au cours de la même cérémonie. Qu'est-ce que je pouvais bien avoir en commun avec une légende comme Mandela ? Peut-être était-ce notre détermination dans notre mission. Ma mission concernant l'avancement des fusées dans mon pays n'était peut-être rien en comparaison avec la mission de Mandela de faire parvenir à la dignité une grande masse de l'humanité, mais il n'y avait aucune différence dans l'intensité de nos passions. Mon conseil à la jeune audience était : « Consacrez-vous plutôt à faire des réalisations solides qu'à courir après des satisfactions rapides mais artificielles... »

Le Conseil des Missiles a déclaré 1991 Année de l'Initiative pour le DRDL et le RCI. Quand nous avons fait le choix de suivre des technologies en parallèle pour l'IGMDP, nous avons choisi une voie qui n'était pas simple. Avec l'accomplissement des tests critiques de développement pour *Prithvi* et *Trishul*, c'est notre choix qui maintenant était sur le grill. J'ai exhorté mes collègues à débiter les tests utilisateur dans l'année. Je savais que la tâche allait être dure, mais cela n'allait pas nous décourager.

Le Contre-Amiral Mohan a pris sa retraite, et son adjoint, Kapoor, devait reprendre *Trishul*. J'avais toujours admiré la compréhension qu'avait Mohan du guidage et du pilotage du missile. Ce marin-professeur-scientifique pouvait surpasser n'importe quel autre expert en la matière dans notre pays. Je me rappellerai toujours la manière candide qu'il avait d'exposer les divers aspects du système de navigation et du Champ de Vision de Pilotage (CLOS) au cours des réunions de *Trishul*. Un jour, il m'a montré un poème qu'il avait composé pour dire les soucis que pouvait rencontrer un Directeur de Projet IGMDP. C'était une bonne manière de laisser partir la pression :

*Agendas impossibles,  
Et feuilles PERT à remplir  
Me transforment en un fou comme un foulque maroule ;  
Présentations pour MC, vous chargez mes ennuis ;  
Si vous devez servir, seul le ciel sait à quoi.  
Réunions en vacances, et les travaux de nuit,  
La famille n'en peut plus,  
Elle est prête à combattre.*

*Mes deux mains me démangent  
D'arracher mes cheveux -  
Hélas, hélas, hélas ! Je n'en ai déjà plus...*

Je lui ai dit : « J'ai passé tous mes problèmes à mes meilleures équipes, au DRDL, au RCI, et aux autres laboratoires. Grâce à cela les cheveux ont poussé sur ma tête. »

L'année 1991 a commencé sur une note très sombre. Pendant la nuit du 15 janvier, la Guerre du Golfe a éclaté entre l'Irak et les forces alliées menées par les Etats-Unis. D'un seul coup, grâce à la télévision par satellite qui à l'époque avait déjà envahi les cieux indiens, les fusées et les missiles ont capturé l'imagination de la nation tout entière. Les gens ont commencé à discuter des Scud et des Patriot dans des cafés et

des salons de thé. Les enfants ont commencé à faire des cerfs-volants qui ressemblaient à des missiles, et à jouer à la guerre comme ce que montraient les chaînes de télévision américaines. La réussite des tirs d'essai de *Prithvi* et de *Trishul* pendant la Guerre du Golfe a suffi pour rassurer une nation anxieuse. Les articles des journaux sur les capacités de programmation de trajectoire des systèmes de navigation de *Prithvi* et de *Trishul*, en utilisant des hyperfréquences dans les bandes pratiquement impossibles à brouiller, ont créé une prise de conscience largement répandue. La nation n'a pas mis longtemps à établir des parallèles entre les missiles opérationnels dans la Guerre du Golfe et nos propres porteurs d'ogives. Une question fréquente qu'on me posait était de savoir si *Prithvi* était supérieur au Scud, si *Akash* pourrait fonctionner comme un Patriot, et ainsi de suite. En m'entendant répondre « oui » ou « pourquoi pas ? », les visages des gens s'éclairaient de fierté et de satisfaction.

Les forces alliées avaient un avantage technologique marqué, car elles mettaient en œuvre des systèmes fabriqués en utilisant les technologies des années 80 et des années 90. L'Irak combattait avec des systèmes d'armement qui dataient plus ou moins des années 60 et des années 70.

Maintenant, voilà où se trouvent les clés de l'ordre mondial moderne – dans la supériorité par la technologie. Vous privez l'adversaire des dernières technologies et puis lui dictez vos conditions dans un combat asymétrique. Quand le philosophe de la guerre chinois, Sun Tzu, se disait il y a plus de 2 000 ans que ce qui compte dans la guerre ce n'est pas de décimer physiquement l'armée ennemie mais de casser sa volonté et de l'inciter à accepter la défaite, il semble avoir visualisé la domination par la technologie sur les théâtres des guerres du 20<sup>ème</sup> siècle. La force des missiles, qui s'ajoutait à la guerre électronique utilisée dans la Guerre du Golfe était un régal pour les experts stratégiques militaires. Elle a servi de lever de rideau pour les scénarios des guerres du 21<sup>ème</sup> siècle, où les missiles et les guerres de l'électronique et de l'information vont jouer les rôles principaux.

En Inde, encore aujourd'hui, le terme de « technologie » évoque pour la plupart des gens des images d'aciéries fumantes ou des bruits de machineries. C'est une conception plutôt inadaptée de ce que la technologie représente. L'invention au Moyen Âge des colliers pour les chevaux a conduit à des changements importants dans les méthodes de l'agriculture, et c'était un progrès technologique autant que l'invention des fours Bessemer quelques siècles plus tard. D'ailleurs, la technologie inclut les techniques mais aussi les machines qui peuvent être ou non nécessaires pour les appliquer. Elle inclut les façons de produire des réactions chimiques, les manières d'élever des poissons, de supprimer des mauvaises herbes, d'éclairer des théâtres, de soigner des malades, d'enseigner l'histoire, de combattre des guerres, ou même de les empêcher.

Aujourd'hui, la plupart des processus technologiques avancés se déroulent loin des chaînes de montage ou des fours de la sidérurgie. En effet, dans l'électronique, dans les technologies spatiales, dans la plupart des nouvelles industries, un silence relatif et des environnements propres sont caractéristiques, même essentiels. La chaîne de montage avec l'organisation de légions humaines pour effectuer des fonctions simples et courantes est un anachronisme. Nos représentations symboliques de la technologie doivent changer avant que nous puissions suivre les évolutions de la technologie elle-même. Nous ne devrions jamais oublier que la technologie se nourrit d'elle-même. C'est la technologie qui rend possible plus de technologie. En fait, l'innovation technologique est faite de trois étapes liées ensemble dans un cycle d'auto-renforcement. D'abord, il y a l'étape créatrice, avec l'ébauche d'une idée réalisable. Celle-ci est effectivement rendue réelle par son application pratique, et cela se termine par sa diffusion dans la société. Le processus est alors achevé, et la boucle se referme.

quand la diffusion de la technologie qui incarne cette nouvelle idée facilite à son tour la production de nouvelles idées créatrices. Aujourd'hui, partout dans le monde développé, la durée de chacune des étapes de ce cycle se raccourcit. En Inde, nous progressons juste vers cette étape – la fermeture de la boucle.

Après que la Guerre du Golfe se fut achevée par la victoire des Forces Alliées technologiquement supérieures, plus de 500 scientifiques du DRDL et du RCI se sont réunis pour discuter les questions qui avaient émergé. J'ai posé une question à l'assemblée : est-ce qu'une symétrie avec d'autres nations dans la technologie ou dans les armes était faisable, et si oui, fallait-il tenter de l'obtenir ? La discussion a conduit à beaucoup d'autres questions sérieuses, comme, comment établir des soutiens efficaces pour une guerre électronique ? Comment faire pour que le développement des missiles procède au même pas que le développement des systèmes également nécessaires comme le LCA ; et quels étaient les domaines clés où une poussée apporterait le progrès ?

À la fin de trois heures de discussions animées, le consensus a émergé qu'il n'y avait aucune manière de compenser une asymétrie dans la capacité militaire excepté d'avoir dans des secteurs spécifiques les mêmes possibilités que les adversaires potentiels. Les scientifiques ont promis de réaliser un CEP réduit dans la précision du point d'impact de *Prithvi*, de perfectionner le système de navigation en bande Ka pour *Trishul* et de réaliser en carbone-carbone toutes les gouvernes de rentrée pour *Agni* avant la fin de l'année.

Ces promesses ont été accomplies par la suite. L'année a également vu des vols *Nag* lancés depuis des tubes, et des manœuvres de *Trishul* à sept mètres seulement au-dessus des vagues, avec des vitesses qui dépassaient trois fois la vitesse du son. C'était une percée dans le développement indigène d'un missile lancé à partir d'un navire contre des vecteurs de surface.

La même année, j'ai reçu un titre honorifique de Docteur ès Sciences de l'IIT de Bombay. Dans l'allocution prononcée par le Professeur B Nag à cette occasion, j'ai été décrit comme « l'inspirateur derrière la création d'une base technologique solide à partir de laquelle les futurs programmes aérospatiaux de l'Inde pourraient être lancés pour relever les défis du 21ème siècle ». Peut-être que le Professeur Nag était simplement gentil, mais je crois effectivement que l'Inde entrera dans le siècle à venir avec son propre satellite en orbite géostationnaire à 36 000 kilomètres dans l'espace, mis en place par notre propre lanceur. L'Inde deviendra également une grande puissance dans le domaine des missiles. Notre pays a une vitalité énorme. Même si le monde n'en réalise pas tout le potentiel et s'il n'en sent pas toute la puissance, nul ne peut plus maintenant l'ignorer.

Le 15 octobre, j'ai eu soixante ans. Je pensais prendre ma retraite et j'avais prévu d'ouvrir une école pour les enfants défavorisés. Mon ami, le Professeur P Rama Rao, qui dirigeait le département de la Science et de la Technologie dans le Gouvernement de l'Inde, s'est même associé à moi pour fonder ce qu'il a appelé l'école Rao-Kalam. Nous partagions l'avis que mener à bien certaines missions et parvenir à certaines étapes importantes, aussi importantes qu'elles soient ou aussi impressionnantes qu'elles puissent paraître, n'est pas tout dans la vie. Mais nous avons dû remettre nos plans à plus tard parce que ni l'un ni l'autre d'entre nous n'a été relevé de ses fonctions par le gouvernement de l'Inde.

C'est au cours de cette période que j'ai décidé d'écrire mes mémoires et d'exprimer mes observations et mes avis sur certaines questions.

J'avais l'impression que le plus grand problème de la jeunesse indienne était le manque d'une vision claire, un manque d'orientation. C'est alors que j'ai décidé d'écrire sur les circonstances et les personnes qui ont fait de moi ce que je suis aujourd'hui. L'idée n'était pas simplement de rendre hommage à quelques individus ou de mettre l'accent sur certains aspects de ma vie. Ce que j'ai voulu dire c'est que personne, aussi pauvre soit-il, aussi dépourvu de ressources, aussi petit soit-il, ne doit se sentir découragé dans la vie. Les problèmes font partie de la vie. La douleur est l'essence du succès. Comme quelqu'un a dit :

*Dieu n'a pas promis  
Des cieux toujours bleus,  
Des chemins couverts de fleurs  
Tout au long de notre vie.  
Dieu n'a pas promis  
Le soleil sans la pluie,  
La joie sans le chagrin,  
La paix sans la douleur.*

Je n'aurai pas la prétention de dire que ma vie peut être un modèle pour tout le monde, mais il y a des enfants pauvres, vivant dans des endroits obscurs, dans un milieu social peu privilégié, qui peuvent trouver une petite consolation dans la manière dont mon destin s'est dessiné. Cela pourrait peut-être aider de tels enfants à se libérer de leur servitude par rapport à des retards et un désespoir qui ne sont qu'illusoire. Indépendamment de la situation dans laquelle ils se trouvent aujourd'hui, ils devraient avoir conscience que Dieu est avec eux et que quand Il est avec eux, personne ne peut être contre eux.

*Mais Dieu a promis  
Force pour le jour,  
Repos pour le travail  
Lumière pour le chemin.*

Je remarque que la plupart des Indiens souffrent des misères inutiles toute leur vie parce qu'ils ne savent pas contrôler leurs émotions. Ils sont paralysés par une sorte d'inertie psychologique. Des expressions comme « la prochaine meilleure alternative », « la seule option ou la seule solution faisable », et « jusqu'à ce que les choses deviennent meilleures » sont courantes dans nos conversations d'affaires. Pourquoi ne pas écrire au sujet des traits de caractère profondément enracinés qui se manifestent dans des modèles de pensée auto-défaitistes et des comportements négatifs aussi répandus ? J'ai travaillé avec beaucoup de personnes et d'organismes et j'ai eu affaire à des personnes qui étaient tellement pleines de leurs propres limitations qu'elles n'avaient aucune autre manière de prouver leur propre valeur qu'en m'intimidant. Pourquoi ne pas écrire au sujet de la victimisation qui marque tragiquement la science et la technologie indienne ? Et écrire aussi sur les voies qui mènent au succès des organisations ? Que le feu qui est latent au cœur de chaque Indien se donne des ailes, et que la gloire de ce grand pays illumine le ciel.

\* \* \*

# 16

La technologie, à la différence de la science, est une activité de groupe. Elle ne se base pas sur l'intelligence individuelle, mais sur une intelligence interactive de nombreux acteurs. Je pense que le plus grand succès d'IGMDP n'est pas le fait qu'en un temps record le pays ait acquis la capacité de faire cinq systèmes de missiles de pointe mais le fait que ce faisant, plusieurs équipes expérimentées de scientifiques et d'ingénieurs ont été créées. Si quelqu'un m'interrogeait au sujet de mes réalisations personnelles dans les fusées indiennes, je lui montrerais la création d'un environnement pour que des équipes de jeunes puissent s'investir corps et âme dans leurs missions.

Pendant la période où elles se mettent en place, les équipes se comportent comme les enfants. Elles sont tout aussi excitées, pleines de vitalité, d'enthousiasme, de curiosité et du désir de satisfaire et d'exceller. Comme chez les enfants, cependant, ces attributs positifs peuvent être détruits par le comportement des parents mal disposés. Pour que les équipes réussissent, leur environnement doit laisser de la place pour l'innovation. J'ai été souvent confronté à de tels défis pendant mon travail à DTD&P-Air, à l'ISRO, au DRDO et ailleurs mais j'ai toujours veillé à ce que mes équipes travaillent dans un environnement qui permette l'innovation et la prise de risques.

Quand nous avons commencé pour la première fois à créer des équipes de projet pour le SLV-3 et plus tard à l'IGMDP, les gens travaillant dans ces équipes se sont retrouvés sur la ligne de front des ambitions de leurs organismes. Comme beaucoup d'investissement psychologique avait été fait dans ces équipes, elles sont devenues à la fois très visibles et très vulnérables. On attendait de chacune d'elles une contribution disproportionnée pour atteindre une gloire collective.

J'étais conscient que tout échec dans le système de support de l'organisation annihilerait l'investissement fait dans les stratégies d'équipe. Les équipes seraient reléguées au niveau de groupes de travail ordinaires et elles auraient même pu échouer, incapables dans ces circonstances de répondre aux grandes attentes que l'on avait pour elles. À plusieurs occasions, l'organisation a été sur le point de perdre la tête et de s'imposer des contraintes. Le haut niveau d'incertitude et de complexité associé au fonctionnement en équipe s'avère très souvent être un piège pour ceux qui n'y sont pas préparés.

Pendant les premières années du projet SLV-3, j'ai souvent dû parer à l'énervement de certains dirigeants parce que les progrès n'étaient pas toujours tangibles ou immédiatement évidents. Beaucoup avaient le sentiment que l'organisation avait perdu le contrôle du SLV-3, que l'équipe courait dans tous les sens, et allait vers le chaos et la confusion. Mais dans toutes ces occasions, les craintes se sont révélées infondées. Il y avait beaucoup de personnes en position de pouvoir dans nos organismes, par exemple au VSSC, qui sous-estimaient le niveau de responsabilité et d'engagement par rapport aux objectifs d'organisation qui était celui de notre équipe. Se faire comprendre de ces forces était une partie cruciale de toute l'opération, et cela a été fait avec beaucoup d'adresse par le Dr. Brahm Prakash.

Quand vous travaillez en équipe de projet, vous devez acquérir une vision aigüe de la complexité des critères de succès. Il y a toujours des attentes multiples, souvent

contradictoires, concernant le fonctionnement de l'équipe. En outre, très souvent, les équipes de projet se retrouvent virtuellement déchirées dans leurs tentatives d'accorder les besoins et les contraintes des sous-traitants extérieurs à l'organisation et ceux des départements spécialisés internes à l'organisation. Les bonnes équipes de projet peuvent identifier rapidement la personne clé ou les principales personnes avec qui les négociations des critères de succès doivent avoir lieu. Un aspect crucial du rôle du leader de l'équipe est d'influencer ces personnes clés et de négocier avec elles les besoins de l'équipe, et de s'assurer que le dialogue se poursuit de manière régulière au fur et à mesure que la situation se développe et évolue. S'il y a une chose que les gens extérieurs au projet détestent, ce sont les surprises désagréables. Les bonnes équipes s'assurent qu'il n'y en ait pas.

L'équipe SLV-3 a élaboré ses propres critères internes de succès. Nous avons exprimé nos propres normes, nos espérances et nos objectifs. Nous avons eu nos propres manières de lister ce qui devait se passer pour pouvoir dire que nous avons réussi et comment nous allions évaluer ce succès. Par exemple, savoir comment nous allions accomplir nos tâches, qui ferait quoi et selon quelles procédures, quels étaient les délais et comment l'équipe elle-même allait se conduire par rapport aux autres groupes de l'organisation.

Le processus de la détermination des critères de succès dans une équipe est complexe et il demande du talent parce que beaucoup de choses se produisent dans le non-dit. En surface, l'équipe fait simplement avancer les activités pour atteindre les objectifs de mission du projet. Mais j'ai à de nombreuses reprises vu combien les gens ont des difficultés à articuler ce qu'ils veulent - jusqu'à ce qu'ils voient un centre de travail où se fait quelque chose qu'ils ne veulent pas voir se faire. Un membre de l'équipe de projet doit en fait agir comme un détective. Il doit être à l'affut des indices qui montrent comment le projet progresse, et ensuite assembler ces éléments comme un puzzle pour construire une compréhension claire, complète et profonde des besoins du projet et des conditions dans lesquelles il se déroule.

À un autre niveau, les relations entre les équipes du projet et les centres de travail doivent être encouragées et développées par le chef de projet. Les deux côtés doivent être très clairs dans leurs têtes quant à leur interdépendance mutuelle et quant au fait que tous les deux ont un enjeu dans le projet. À un autre niveau encore, chacun des deux côtés doit évaluer les capacités de l'autre et identifier ses forces et ses faiblesses pour prévoir ce qu'il faut faire et comment cela doit être fait. En fait, le jeu tout entier peut être vu comme processus de négociation de contrats. Il s'agit d'explorer pour arriver à des accords sur ce que chaque partie attend de l'autre. Il s'agit de comprendre de manière réaliste les contraintes de l'autre partie, d'expliquer les critères de succès et de définir par quelques règles simples la façon dont les rapports doivent fonctionner. Mais surtout, le meilleur moyen est de développer une transparence dans les rapports, aussi bien sur le plan technique que sur le plan personnel, afin d'éviter les mauvaises surprises. Dans l'IGMDP, Sivathanu Pillai et son équipe ont fait un travail remarquable dans ce domaine avec une technique qu'ils ont élaborée, l'ACEP, qui veut dire Analyse, Contrôle et Evaluation des Programmes. Chaque jour, entre 12 et 13 heures, ils s'asseyaient avec une équipe de projet et les membres d'un centre de travail situé sur le cheminement critique et ils définissaient les niveaux de succès à atteindre. L'excitation de la planification pour savoir comment réussir et la vision des succès anticipés fournissaient une forme de motivation irrésistible qui, je l'ai constaté, arrivait toujours à faire se produire les choses.

Le concept de Management de la Technologie remonte aux modèles de Gestion du Développement qui sont sortis au début des années 60 après des conflits entre les structures de management qui recherchaient l'harmonie et celles qui étaient axées vers la

production. Il y a essentiellement deux types d'orientations de management : le primal, qui préfère les employés « économiques », et le rationnel, qui préfère les employés organisés. Mon propre concept de management se tisse avec des employés qui sont des personnes « technologiques ». Tandis que l'école du management primal reconnaît les gens pour leur indépendance, et que le management rationnel les apprécie pour leur fiabilité, je vois leur valeur dans leur interdépendance. Là où le manager primal soutient l'entreprise indépendante et le directeur rationnel sert la coopération, j'aime discuter des associations d'entreprises dans des participations interdépendantes, qui unissent les forces, et qui mettent en réseau les gens, les ressources, les calendriers, les coûts, et ainsi de suite.

Abraham Maslow a été la première personne à discuter de la nouvelle psychologie de l'auto-actualisation à un niveau conceptuel. En Europe, Rudolf Steiner et Reg Revans ont développé ce concept en un système d'apprentissage individuel et un renouveau des organisations. Le philosophe Anglo-Allemand du management Fritz Schumacher a introduit l'économie bouddhiste et il a inventé le concept de « Small is Beautiful ». Dans le sous-continent indien, le Mahatma Gandhi a mis l'accent sur les technologies de base et mis le client au centre de toute l'activité économique. JRD Tata est venu avec les infrastructures orientées pour le progrès. Le Dr. Homi Jehangir Bhabha et le Professeur Vikram Sarabhai ont mis en route les grands programmes technologiques pour l'énergie atomique et l'espace avec une emphase très nette sur les lois naturelles de la totalité et des flux. Allant plus loin dans la philosophie développementale du Dr. Bhabha et du Professeur Sarabhai, le Dr. MS Swaminathan a déclenché la Révolution Verte et engagé l'Inde dans un autre principe naturel d'intégrité. Le Dr. Verghese Kurien est à l'origine d'un mouvement coopératif puissant avec une révolution dans l'industrie laitière. Le Professeur Satish Dhawan a développé des concepts de gestion de mission pour la recherche spatiale.

Dans l'IGMDP, j'ai essayé d'intégrer la vision du Professeur Sarabhai et la mission du Professeur Dhawan en adaptant les systèmes de haute technologie mis en œuvre par le Dr. Brahm Prakash pour la recherche spatiale. J'ai essayé d'ajouter la loi naturelle de la « latence » quand j'ai fondé le Programme Indien de Missiles Guidés pour créer une variété complètement indigène de gestion de la technologie. Pour expliquer mes pensées avec plus de clarté, permettez-moi d'utiliser des métaphores.

L'arbre de la gestion de la technologie ne prend racine que s'il y a une auto-actualisation des besoins, du renouveau, de l'interdépendance, et du flux naturel. Les formes de croissance sont caractéristiques des processus d'évolution, ce qui signifie que les choses bougent dans une combinaison de changements lents et de transformations soudaines. Chaque transformation produit soit un saut vers un niveau nouveau, plus complexe, soit un accident dévastateur et un retour à un niveau antérieur. Les modèles dominants atteignent un certain pic de succès avant de devenir problématiques. Et le rythme du changement accélère toujours.

Le tronc de l'arbre est la structure moléculaire par laquelle toutes les actions sont formatrices, toutes les politiques sont normatives, et toutes les décisions sont sources d'intégrations. Les branches de cet arbre sont les ressources, les capitaux, les opérations, et des produits qui sont nourris par le tronc dans une succession continue d'évaluations des performances et de mises à jour correctives.

Cet arbre du management de la technologie, si on s'en occupe soigneusement, est porteur des fruits d'une infrastructure adaptative : capacitation technologique des institutions, génération de qualifications techniques pour les personnes, et finalement, indépendance de notre nation et amélioration de la qualité de vie de l'ensemble de ses citoyens.

Quand l'IGMDP a été décidé en 1983, nous n'avions pas de base technologique adéquate. Il y avait bien quelques poches d'expertise, mais nous manquions d'assurance pour utiliser cette technologie experte. L'environnement multi-projet du programme a fourni un défi, parce que cinq systèmes de missiles avancés devaient être développés simultanément. Cela a exigé un partage judicieux des ressources. l'établissement de priorités, et une qualification progressive de main-d'œuvre. Par la suite, l'IGMDP a eu 78 associés, y compris 36 centres de technologie et 41 centres de production répartis entre des entreprises de secteur public, des usines d'armement, des industries privées, et des sociétés professionnelles, sans compter les structures bureaucratiques bien établies du Gouvernement. Dans la gestion du programme, et également dans les aspects technologiques, nous avons essayé de développer un modèle qui soit approprié, voire taillé sur mesure pour nos capacités et nos besoins très spécifiques. Nous avons emprunté des idées qui avaient été développées ailleurs, mais nous les avons adaptées à la lumière de ce que nous savions de nos propres forces et des contraintes que nous pouvions identifier, auxquelles nous serions confrontés dans notre travail. L'un dans l'autre, notre gestion appropriée et nos efforts coopératifs nous ont aidés à montrer les talents et le potentiel qui étaient présents dans nos laboratoires de recherche, les établissements du gouvernement et les industries privées.

La philosophie de Management Technologique d'IGMDP n'est pas exclusive au développement des missiles. Elle est représentative de l'impératif national de succès et de la conscience que le monde ne doit plus jamais être dirigé par la puissance des muscles ou par celle de l'argent. En fait, ces deux puissances seront canalisées par l'excellence technologique. Il n'y a que les nations disposant d'une supériorité technologique qui pourront jouir de la liberté et de la souveraineté. La technologie ne respecte que la technologie. Et, comme je l'ai dit au début, la technologie, à la différence de la science, est une activité de groupe. Elle ne se développe pas par l'intelligence individuelle, mais par des intelligences qui interagissent les unes avec les autres et qui sans cesse s'influencent mutuellement. Et c'est ce que j'ai essayé de faire de l'IGMDP : une famille indienne de 78 organisations, qui fait également des systèmes de missiles.

Il y a eu beaucoup de spéculations et de discussions philosophiques au sujet de la vie et des manières de vivre de nos scientifiques, mais pas assez d'investigation pour savoir où ils voulaient aller et comment ils voulaient y aller. En partageant avec vous l'histoire de ma lutte pour me former une personnalité, j'ai peut-être essayé de vous dévoiler quelques indices de ce parcours. J'espère que cela pourra armer au moins quelques jeunes pour leur permettre de faire face à l'autoritarisme de notre société. Une caractéristique de cet autoritarisme social est sa capacité insidieuse de droguer les gens vers la poursuite sans fin de récompenses externes, la richesse, le prestige, les bons postes, les promotions, l'approbation d'un style de vie par les autres, des honneurs et des médailles, et toutes sortes de symboles de statut.

Pour poursuivre ces buts avec succès, ils doivent apprendre des règles d'étiquette raffinées et se familiariser avec des coutumes, des traditions, des protocoles et des choses similaires. La jeunesse d'aujourd'hui doit désapprendre ce mode de vie trompeur. Il faut rejeter la culture du travail pour les possessions matérielles et les récompenses. Quand je vois comment les personnes riches, puissantes, instruites luttent pour être en paix avec elles-mêmes, je me rappelle des personnes comme Ahmed Jallaluddin et Iyadurai Solomon. Comme ils étaient heureux, sans pratiquement aucun bien matériel !

*Sur la côte de Coromandel  
là où soufflent les coquillages enterrés,  
Au milieu des sables  
Ont vécu quelques âmes très riches.  
Un pagne de coton et une moitié de bougie -  
Une vieille cruche sans poignée  
C'étaient toutes les possessions mondaines  
De ces rois au milieu des sables.*

Comment pouvaient-ils se sentir si assurés sans rien sur quoi retomber ? Je crois que leurs soutiens étaient intérieurs. Ils comptaient davantage sur les signaux intérieurs et moins sur les indications externes que j'ai mentionnées ci-dessus. Êtes-vous conscients de vos signaux intérieurs ? Leur faites-vous confiance : est-ce que vous tenez les commandes de votre vie entre vos propres mains ? Ecoutez ce que je vous dis, plus vous pourrez prendre de décisions en évitant les pressions extérieures qui essayeront constamment de vous manipuler et de vous immobiliser, et meilleure sera votre vie, meilleure deviendra votre société. La nation entière bénéficiera d'avoir pour leaders des personnes fortes, à la conscience intériorisée. Des citoyens qui pensent par eux-mêmes, un pays dans lequel les gens se connaissent et se font confiance en tant qu'individus, seront pratiquement immunisés contre les manipulations qui pourraient venir de n'importe quelles autorités ou groupes d'intérêts sans scrupules.

C'est votre volonté de vous servir de vos propres ressources intérieures pour investir votre vie, et particulièrement de votre imagination, qui vous apportera le succès. Quand vous entreprenez une tâche de votre propre point de vue strictement individuel, vous devenez quelqu'un.

Vous, moi, chacun sur cette planète a reçu de Lui la liberté de cultiver tout le potentiel créateur qui est en nous et de vivre en paix avec notre propre conscience. Nous différons dans la manière dont nous faisons nos choix et nous faisons évoluer notre destin. La vie est un jeu difficile. Vous ne pouvez gagner qu'en préservant votre droit ancestral d'être une personne. Et pour préserver ce droit, vous devrez être prêts à prendre les risques sociaux et autres que l'on court en ignorant les pressions qui nous disent de faire les choses de la manière dont d'autres nous disent comment il faut les faire. Que diriez-vous de Sivasubramania Iyer quand il m'invitait à prendre le déjeuner dans sa cuisine ? De Zohara, ma sœur, hypothéquant ses bracelets d'or et ses chaînes pour que je puisse entrer à l'Université de Technologie ? Du Professeur Sponder insistant sur le fait que je devrais m'asseoir avec lui au premier rang pour la photographie du groupe ? De la fabrication d'un aéroglisseur dans un garage ? Du courage de Sudhakar ? Du soutien du Dr. Brahm Prakash ? De la gestion de Narayanan ? De la vision de Venkataraman ? De l'énergie d'Arunachalam ? Chacun est un exemple d'une énergie et d'une initiative intérieures très fortes. Comme Pythagore l'avait dit il y a vingt-cinq siècles : « Avant toute autre chose, le respect de vous-même. »

Je ne suis pas un philosophe. Je suis seulement un homme de technologie. J'ai passé toute ma vie à apprendre les fusées. Mais comme j'ai travaillé avec toutes sortes de personnes dans différents organismes, j'ai eu l'occasion de comprendre le phénomène de la vie professionnelle dans son ahurissante complexité. Quand je reviens en arrière sur ce que j'ai relaté jusqu'ici, j'ai le sentiment que je donne un aspect dogmatique à des propositions qui n'étaient vraiment rien de plus que mes propres observations et mes conclusions. Mes collègues, mes associés, mes chefs, tous les vrais héros des scènes de ma vie, la science complexe des fusées, les questions importantes du management de la technologie, il me semble que j'ai tout

traité d'une façon schématique. Tous les moments difficiles et tous les bonheurs, tous les accomplissements et les échecs, chacun différent par le contexte, le temps, et le lieu – tous semblent regroupés ensemble.

Quand vous regardez le sol depuis un avion, les gens, les maisons, les roches, les champs, les arbres, tout apparaît comme un paysage homogène, où il est très difficile de les distinguer les uns des autres. Ce que vous venez de lire ressemble à un survol de ma vie, depuis une vision lointaine.

*Ma valeur est tout mon doute -  
Ses mérites - toute ma crainte -  
C'est dans ce contraste  
Que je peux paraître.*

Ceci est l'histoire d'une période qui se termine avec le premier lancement d'*Agni* - la vie va continuer. Ce grand pays fera de grands pas dans tous les domaines si nous pensons comme une nation unie de 900 millions de personnes. Mon histoire - l'histoire du fils de Jainulabdeen, qui a vécu pendant plus de cent années Rue de la Mosquée sur l'île de Rameswaram et qui y est mort, l'histoire d'un jeune homme qui a vendu des journaux pour aider son frère, l'histoire d'un jeune élevé par Sivasubramania Iyer et Iyadurai Solomon, l'histoire d'un étudiant éduqué par des professeurs comme Pandalai, l'histoire d'un ingénieur repéré par MGK Menon et coraqué par le légendaire Professeur Sarabhai, l'histoire d'un scientifique à l'épreuve des échecs et des reculs, l'histoire d'un chef épaulé par une grande équipe de professionnels brillants et motivés. Cette histoire finira avec moi, parce que je n'ai aucun héritier au sens habituel de ce terme. Je n'ai rien acquis, rien construit, je ne possède rien – ni famille, ni fils, ni filles.

*Je suis comme un puits dans ce grand pays  
Regardant ses millions de garçons et de filles  
Pour faire sortir de moi  
La divinité inépuisable  
Et répandre partout Sa grâce  
Comme l'eau tirée d'un puits.*

Je ne souhaite pas me donner en exemple à d'autres, mais je crois que quelques âmes peuvent en tirer de l'inspiration et arriver à ressentir cette satisfaction ultime que l'on peut seulement trouver dans la vie de l'esprit. La providence de Dieu est votre héritage. La filiation de mon arrière-grand-père Avul, de mon grand-père Pakir, et de mon père Jainulabdeen va peut-être finir avec Abdul Kalam, mais Sa grâce ne finira jamais, car elle est dans l'Eternité.

\* \* \*



# ÉPILOGUE

Ce livre a pour trame mon engagement profond dans le programme du premier Véhicule Lanceur de Satellites de l'Inde, le SLV-3, et dans le programme *Agni*, un engagement qui par la suite a conduit à ma participation à l'événement national important récent lié aux essais nucléaires en mai 1998. J'ai eu la grande chance et l'honneur de travailler dans trois domaines scientifiques - l'espace, la recherche pour la défense et l'énergie atomique. J'ai réalisé, en travaillant dans ces domaines, que les meilleurs des êtres humains et les meilleurs des esprits innovateurs étaient disponibles en abondance. Un trait commun à ces trois domaines, c'est que les scientifiques et les technologues n'avaient jamais peur de subir des échecs pendant leurs missions. Les échecs sont source de nouvelles connaissances pouvant mener à des améliorations technologiques, et par la suite, à une très grande réussite. Ces personnes étaient également de grands rêveurs et leurs rêves ont finalement abouti à des réalisations spectaculaires. Je pense que si nous considérons dans son ensemble la force technologique de toutes nos institutions scientifiques, elle est certainement comparable à ce que l'on peut trouver de meilleur n'importe où dans le monde. Et surtout, j'ai eu la chance de travailler avec les plus grands visionnaires de notre nation, à savoir le Professeur Vikram Sarabhai, le Professeur Satish Dhawan et le Dr. Brahm Prakash, qui ont tous enrichi considérablement ma vie.

Une nation a besoin à la fois de la prospérité économique et d'une grande sécurité pour croître et se développer. Notre *Mission pour l'Indépendance des Systèmes de Défense 1995-2005* fournira aux forces armées un système d'armes compétitif à la pointe du progrès. Le programme de la *Vision Technologique 2020* mettra en place certains arrangements et certains plans pour la croissance économique et la prospérité de notre nation. Ces deux programmes sont nés des rêves de la nation. J'espère et je prie sincèrement que le développement résultant de ces deux programmes – *Mission d'Indépendance et Vision Technologique 2020* – feront finalement de notre pays un pays fort et prospère, une nation « développée ».

\* \* \*

Abdul KALAM – Des Ailes de Feu