

Collection Énergie nucléaire de l'AIEA

N° NG-T-3.18

**Principes
de base**

Objectifs

Guides

**Rapports
techniques**

Préparation d'une étude de faisabilité pour de nouveaux programmes de réacteurs de recherche



IAEA

Agence internationale de l'énergie atomique

PUBLICATIONS DE LA COLLECTION ÉNERGIE NUCLÉAIRE DE L'AIEA

STRUCTURE DE LA COLLECTION ÉNERGIE NUCLÉAIRE DE L'AIEA

Aux termes des articles III.A.3 et VIII.C de son Statut, l'AIEA est autorisée à « favoriser l'échange de renseignements scientifiques et techniques sur l'utilisation de l'énergie atomique à des fins pacifiques ». Les publications de la **collection Énergie nucléaire de l'AIEA** présentent les bonnes pratiques et les avancées en technologie, ainsi que des exemples pratiques et des données d'expérience dans les domaines des réacteurs nucléaires, du cycle du combustible nucléaire, de la gestion des déchets radioactifs et du déclassé, et sur des questions d'ordre général ayant trait à l'énergie nucléaire. La **collection Énergie nucléaire de l'AIEA** est structurée en quatre niveaux :

- 1) Les **Principes fondamentaux de l'énergie nucléaire** présentent la justification et la perspective d'une utilisation pacifique de l'énergie nucléaire.
- 2) Les **Objectifs** de la **collection Énergie nucléaire** décrivent ce qu'il faut prendre en considération et les objectifs spécifiques à atteindre dans les domaines considérés aux différents stades de la mise en œuvre.
- 3) Les **Guides** et **Méthodologies** de la **collection Énergie nucléaire** contiennent des orientations ou des méthodes précises sur les moyens d'atteindre les objectifs liés aux divers sujets et domaines touchant les utilisations pacifiques de l'énergie nucléaire.
- 4) Les **Rapports techniques** de la **collection Énergie nucléaire** contiennent des informations complémentaires plus détaillées sur les activités liées aux sujets examinés dans la **collection Énergie nucléaire de l'AIEA**.

Les publications de la collection Énergie nucléaire de l'AIEA sont classées selon les codes suivants : **NG** – énergie nucléaire général ; **NR** – réacteurs nucléaires (auparavant **NP** – électronucléaire) ; **NF** – cycle du combustible nucléaire ; **NW** – gestion des déchets radioactifs et déclassé. Elles sont disponibles sur le site web de l'AIEA :

www.iaea.org/fr/publications.

Pour de plus amples informations, veuillez contacter l'AIEA, Centre international de Vienne, B.P. 100, 1400 Vienne (Autriche).

Tous les lecteurs des publications de la collection Énergie nucléaire de l'AIEA sont invités à faire part à cette dernière de leur avis sur ces publications afin qu'elles continuent de répondre à leurs besoins. Ils peuvent le faire sur le site web de l'AIEA, par courrier ou par courriel à l'adresse Official.Mail@iaea.org.

PRÉPARATION D'UNE ÉTUDE
DE FAISABILITÉ POUR DE
NOUVEAUX PROGRAMMES DE
RÉACTEURS DE RECHERCHE

Les États ci-après sont Membres de l'Agence internationale de l'énergie atomique :

AFGHANISTAN	GABON	PAPOUASIE-NOUVELLE-GUINÉE
AFRIQUE DU SUD	GÉORGIE	PARAGUAY
ALBANIE	GHANA	PAYS-BAS
ALGÉRIE	GRÈCE	PÉROU
ALLEMAGNE	GRENADE	PHILIPPINES
ANGOLA	GUATEMALA	POLOGNE
ANTIGUA-ET-BARBUDA	GUYANA	PORTUGAL
ARABIE SAOUDITE	HAÏTI	QATAR
ARGENTINE	HONDURAS	RÉPUBLIQUE ARABE
ARMÉNIE	HONGRIE	SYRIENNE
AUSTRALIE	ÎLES MARSHALL	RÉPUBLIQUE
AUTRICHE	INDE	CENTRAFRICAINE
AZERBAÏDJAN	INDONÉSIE	RÉPUBLIQUE DE MOLDOVA
BAHAMAS	IRAN, RÉP. ISLAMIQUE D'	RÉPUBLIQUE DÉMOCRATIQUE
BAHREÏN	IRAQ	DU CONGO
BANGLADESH	IRLANDE	RÉPUBLIQUE DÉMOCRATIQUE
BARBADE	ISLANDE	POPULAIRE LAO
BÉLARUS	ISRAËL	RÉPUBLIQUE DOMINICAINE
BELGIQUE	ITALIE	RÉPUBLIQUE TCHÈQUE
BELIZE	JAMAÏQUE	RÉPUBLIQUE-UNIE
BÉNIN	JAPON	DE TANZANIE
BOLIVIE, ÉTAT	JORDANIE	ROUMANIE
PLURINATIONAL DE	KAZAKHSTAN	ROYAUME-UNI
BOSNIE-HERZÉGOVINE	KENYA	DE GRANDE-BRETAGNE
BOTSWANA	KIRGHIZISTAN	ET D'IRLANDE DU NORD
BRÉSIL	KOWEÏT	RWANDA
BRUNÉI DARUSSALAM	LESOTHO	SAINTE-LUCIE
BULGARIE	LETONIE	SAINT-KITTS-ET-NEVIS
BURKINA FASO	LIBAN	SAINT-MARIN
BURUNDI	LIBÉRIA	SAINT-SIÈGE
CAMBODGE	LIBYE	SAINT-VINCENT-ET-LES-
CAMEROUN	LIECHTENSTEIN	GRENADINES
CANADA	LITUANIE	SAMOA
CHILI	LUXEMBOURG	SÉNÉGAL
CHINE	MACÉDOINE DU NORD	SERBIE
CHYPRE	MADAGASCAR	SEYCHELLES
COLOMBIE	MALAISIE	SIERRA LEONE
COMORES	MALAWI	SINGAPOUR
CONGO	MALI	SLOVAQUIE
CORÉE, RÉPUBLIQUE DE	MALTE	SLOVÉNIE
COSTA RICA	MAROC	SOUDAN
CÔTE D'IVOIRE	MAURICE	SRI LANKA
CROATIE	MAURITANIE	SUÈDE
CUBA	MEXIQUE	SUISSE
DANEMARK	MONACO	TADJIKISTAN
DJIBOUTI	MONGOLIE	TCHAD
DOMINIQUE	MONTÉNÉGRE	THAÏLANDE
ÉGYPTE	MOZAMBIQUE	TOGO
EL SALVADOR	MYANMAR	TONGA
ÉMIRATS ARABES UNIS	NAMIBIE	TRINITÉ-ET-TOBAGO
ÉQUATEUR	NÉPAL	TUNISIE
ÉRYTHRÉE	NICARAGUA	TÜRKİYE
ESPAGNE	NIGER	TURKMÉNISTAN
ESTONIE	NIGERIA	UKRAINE
ESWATINI	NORVÈGE	URUGUAY
ÉTATS-UNIS	NOUVELLE-ZÉLANDE	VANUATU
D'AMÉRIQUE	OMAN	VENEZUELA,
ÉTHIOPIE	OUGANDA	RÉP. BOLIVARIENNE DU
FÉDÉRATION DE RUSSIE	OUZBÉKISTAN	VIET NAM
FIDJI	PAKISTAN	YÉMEN
FINLANDE	PALAU	ZAMBIE
FRANCE	PANAMA	ZIMBABWE

Le Statut de l'Agence a été approuvé le 23 octobre 1956 par la Conférence sur le Statut de l'AIEA, tenue au Siège de l'Organisation des Nations Unies, à New York ; il est entré en vigueur le 29 juillet 1957. L'Agence a son Siège à Vienne. Son principal objectif est « de hâter et d'accroître la contribution de l'énergie atomique à la paix, la santé et la prospérité dans le monde entier ».

PRÉPARATION D'UNE ÉTUDE
DE FAISABILITÉ POUR DE
NOUVEAUX PROGRAMMES DE
RÉACTEURS DE RECHERCHE

DROIT D'AUTEUR

Toutes les publications scientifiques et techniques de l'AIEA sont protégées par les dispositions de la Convention universelle sur le droit d'auteur adoptée en 1952 (Berne) et révisée en 1972 (Paris). Depuis, l'Organisation mondiale de la propriété intellectuelle (Genève) a étendu le droit d'auteur à la propriété intellectuelle sous forme électronique et virtuelle. La reproduction totale ou partielle des textes contenus dans les publications de l'AIEA sous forme imprimée ou électronique est soumise à autorisation préalable et habituellement au versement de redevances. Les propositions de reproduction et de traduction à des fins non commerciales sont les bienvenues et examinées au cas par cas. Les demandes doivent être adressées à la Section d'édition de l'AIEA :

Unité de la promotion et de la vente
Section d'édition
Agence internationale de l'énergie atomique
Centre international de Vienne
B.P. 100
1400 Vienne (Autriche)
Télécopie : +43 1 26007 22529
Téléphone : +43 1 2600 22417
Courriel : sales.publications@iaea.org
<https://www.iaea.org/fr/publications>

© AIEA, 2022
Imprimé par l'AIEA en Autriche
Septembre 2022
STI/PUB/1816

PRÉPARATION D'UNE ÉTUDE DE FAISABILITÉ
POUR DE NOUVEAUX PROGRAMMES
DE RÉACTEURS DE RECHERCHE
AIEA, VIENNE, 2022
STI/PUB/1816
ISBN 978-92-0-229720-3 (imprimé)
ISBN 978-92-0-229820-0 (pdf)
ISSN 2617-944X

AVANT-PROPOS

Selon l'un de ses objectifs statutaires, l'AIEA « s'efforce de hâter et d'accroître la contribution de l'énergie atomique à la paix, la santé et la prospérité dans le monde entier ». Cet objectif est notamment atteint par la publication de plusieurs collections techniques, parmi lesquelles la collection Énergie nucléaire et la collection Normes de sûreté de l'AIEA.

Aux termes de l'alinéa III A.6 du Statut de l'AIEA, les normes de sûreté sont des « normes de sécurité destinées à protéger la santé et à réduire au minimum les dangers auxquels sont exposés les personnes et les biens ». Les normes de sûreté comprennent les fondements de sûreté, les prescriptions de sûreté et les guides de sûreté. Elles sont principalement rédigées dans un style réglementaire et s'imposent à l'AIEA pour ses propres programmes. Les principaux utilisateurs de ces normes sont les organismes de réglementation des États Membres et d'autres autorités nationales.

La collection Énergie nucléaire de l'AIEA comprend des rapports destinés à encourager et à faciliter le développement et l'utilisation de l'énergie nucléaire à des fins pacifiques, ainsi que la recherche dans ce domaine. Ces rapports contiennent des exemples qui peuvent notamment être utiles aux propriétaires et aux exploitants d'entreprises de services publics, aux organismes d'application, aux universités et aux responsables publics. Les informations sont présentées dans des guides, des rapports sur l'état de la technologie et sur ses avancées et des pratiques optimales concernant les utilisations pacifiques de l'énergie nucléaire, établies à partir des éléments communiqués par des experts internationaux. La collection Énergie nucléaire de l'AIEA complète la collection Normes de sûreté.

Afin d'aider les États Membres à mettre en œuvre de nouveaux programmes de réacteurs de recherche, l'Agence internationale de l'énergie atomique a publié en 2012, dans la collection Énergie nucléaire de l'AIEA, un rapport intitulé « Specific Considerations and Milestones for a Research Reactor Project », que d'aucuns désignent aussi comme étant la publication et approche par étapes de l'AIEA en matière de réacteurs de recherche.

La présente publication est destinée à donner des orientations aux équipes ou aux principaux organismes d'appui d'un nouveau réacteur de recherche dans le but de leur permettre d'entreprendre une étude de faisabilité détaillée et solidement fondée, qui puisse être soumise aux décideurs pour examen afin que ces derniers soutiennent les propositions et approuvent un plan d'action pour la construction d'une telle installation. Elle aborde des questions clés liées à l'infrastructure, au rapport coûts-avantages et au risque, qu'il conviendrait de prendre en compte avant de délivrer les autorisations de construction d'un nouveau réacteur de recherche. Ces questions sont traitées pour aider les États Membres à bien comprendre l'ensemble des rôles, obligations et engagements relatifs à l'exploitation d'un réacteur de recherche, et à assumer ceux-ci pendant toutes les phases du cycle de vie des projets.

L'AIEA tient à remercier toutes celles et tous ceux qui ont apporté leur contribution à la présente publication, en particulier M. P. Degnan (Australie), qui a compilé, élaboré et vérifié la première version du texte dans son intégralité. MM. A. Borio di Tigliole et D. Jinchuk, de la Division du cycle du combustible nucléaire et de la technologie des déchets, D. Ridikas, de la Division des sciences physiques et chimiques, et A. M. Shokr, de la Division de la sûreté des installations nucléaires, sont les administrateurs de l'AIEA responsables du présent document.

NOTE DE L'ÉDITEUR

La présente publication a été éditée par l'équipe rédactionnelle de l'AIEA dans la mesure jugée nécessaire pour en faciliter la lecture. Il ne traite pas des questions de la responsabilité, qu'elle soit juridique ou autre, résultant d'actes ou omissions imputables à une quelconque personne.

Bien que l'exactitude des informations contenues dans la présente publication ait fait l'objet d'un soin particulier, ni l'AIEA ni ses États Membres n'assument une quelconque responsabilité pour les conséquences éventuelles de leur utilisation.

Les orientations fournies dans la présente publication, qui décrivent des bonnes pratiques, représentent l'opinion d'experts mais ne constituent pas des recommandations formulées sur la base d'un consensus entre les États Membres.

L'emploi d'appellations particulières pour désigner des pays ou des territoires n'implique de la part de l'éditeur, l'AIEA, aucune prise de position quant au statut juridique de ces pays ou territoires, ou de leurs autorités et institutions, ni quant au tracé de leurs frontières.

La mention de noms de sociétés ou de produits particuliers (qu'ils soient ou non signalés comme marques déposées) n'implique aucune intention d'empiéter sur des droits de propriété et ne doit pas être considérée non plus comme valant approbation ou recommandation de la part de l'AIEA.

L'AIEA n'assume aucune responsabilité quant à la persistance ou à l'exactitude des adresses URL de sites Internet externes ou de tiers mentionnées dans la présente publication et ne peut garantir que le contenu desdits sites est ou demeurera exact ou approprié.

TABLE DES MATIÈRES

1.	INTRODUCTION	1
1.1.	Contexte.....	1
1.2.	Objectif	2
1.3.	Portée.....	3
1.4.	Structure.....	3
1.5.	Destinataires	4
2.	CONDITIONS PRÉALABLES À LA RÉALISATION D'UNE ÉTUDE DE FAISABILITÉ	4
2.1.	Contexte.....	4
2.2.	Justification d'un réacteur de recherche	5
2.3.	Évaluation de l'infrastructure	7
2.4.	Plan stratégique	8
2.5.	Considérations financières.....	8
2.6.	Définition du cahier des charges fonctionnel d'un réacteur de recherche.....	9
2.7.	Responsabilités relatives à la préparation d'une étude de faisabilité	11
2.8.	Démarches préparatoires	12
2.9.	Parties prenantes du programme	13
2.10.	Utilisation d'une approche graduée pour la préparation d'une étude de faisabilité	14
3.	CONTENU D'UNE ÉTUDE DE FAISABILITÉ RELATIVE À UN NOUVEAU RÉACTEUR DE RECHERCHE	15
3.1.	Introduction	15
3.2.	Description générale du contenu d'une étude de faisabilité	15
3.3.	Informations générales et contextuelles	17
3.4.	Analyse et évaluation des facteurs influant sur l'étude de faisabilité	19
3.5.	Récapitulatif des lacunes constatées en termes d'infrastructure et mesures recommandées en vue d'y remédier pour ce qui concerne la première phase	20
3.6.	Analyse coûts-avantages et prévisions budgétaires.....	21
3.7.	Gestion du risque.....	24
3.8.	Synthèse du rapport d'étude de faisabilité.....	27
4.	CONCLUSION.....	27
	RÉFÉRENCES	29
ANNEXE I :	LISTE DES RUBRIQUES PROPOSÉES POUR UN RAPPORT D'ÉTUDE DE FAISABILITÉ RELATIF À UN NOUVEAU PROGRAMME DE RÉACTEUR DE RECHERCHE	31
ANNEXE II :	SYNTHÈSE D'UNE RÉUNION TECHNIQUE DE L'AIEA	33
ANNEXE III :	CONTENU DES FICHIERS COMPLÉMENTAIRES : RAPPORTS NATIONAUX RELATIFS À DES ÉTUDES DE FAISABILITÉ RELATIVES À DES PROGRAMMES DE RÉACTEURS DE RECHERCHE	37

PERSONNES AYANT COLLABORÉ À LA RÉDACTION ET À L'EXAMEN DU TEXTE	39
STRUCTURE DE LA COLLECTION ÉNERGIE NUCLÉAIRE DE L'AIEA	40

1. INTRODUCTION

1.1. CONTEXTE

Depuis quelques années, l'intérêt que suscite la mise en place de nouveaux programmes de réacteurs de recherche s'est considérablement accru au sein des États Membres, et plusieurs d'entre eux ont adopté des projets en ce sens, qui en sont aujourd'hui à différents stades de développement et de mise en œuvre. Les États qui envisagent de construire leur premier réacteur de recherche y voient pour la plupart une composante essentielle de leur infrastructure nationale sur laquelle viendront se greffer les programmes de science et de technologie nucléaires, notamment dans le domaine de l'électronucléaire.

Outre les multiples usages des réacteurs de recherche tels que l'analyse par activation neutronique, la production de radio-isotopes, le dopage de silicium, l'imagerie neutronique, ou encore les travaux de recherche faisant appel aux faisceaux de neutrons [1], nombre d'installations de ce type implantées dans le monde sont utilisées pour former des physiciens et ingénieurs nucléaires. Certains pays s'en servent également pour la formation générale ou les cours de recyclage dispensés au personnel employé par des compagnies d'électricité nucléaire. Les réacteurs de recherche de faible puissance exploités en régime flexible, en particulier dans des universités ou des établissements disposant de moyens et de compétences pédagogiques, sont tout indiqués à cet effet. Par ailleurs, les réacteurs de recherche polyvalents de forte puissance constituent des outils indispensables pour tester des combustibles et matières avancées qui permettraient de prolonger la durée de vie des centrales nucléaires en exploitation, pour valider l'analyse de la sûreté et les méthodes de conception des nouvelles centrales nucléaires, pour caractériser de nouveaux combustibles (en procédant à des études relatives à leur comportement en cas d'incident ou d'accident), pour valider les outils de modélisation et de calcul, et ainsi de suite. Ils concourent aussi, de manière déterminante, au maintien de la capacité et de la crédibilité nucléaires nécessaires à l'acceptation des technologies nucléaires par les citoyens.

Afin d'appuyer les efforts que déploient les États Membres pour se doter de nouveaux réacteurs de recherche, l'Agence internationale de l'énergie atomique a réalisé en 2012 une publication intitulée « Specific Considerations and Milestones for a Research Reactor Project » (IAEA Nuclear Energy Series No. NP-T-5.1) [2], que d'aucuns désignent aussi comme étant la publication ou approche par étapes de l'AIEA en matière de réacteurs de recherche. Ce document indique comment établir en temps voulu un programme de réacteur de recherche en suivant des phases de développement successives qui, dans l'absolu, sont censées aboutir à un stade final autorisant la mise en service et l'exploitation d'un réacteur de recherche. Ces différentes phases sont énumérées dans le tableau 1.

On trouvera dans le document de référence [2] un exposé détaillé des différentes questions liées à l'infrastructure qu'il conviendrait de régler lors de chaque phase du projet et du résultat attendu (c'est-à-dire l'étape à franchir) pour chacune de ces trois phases. La première phase d'un nouveau programme de réacteur de recherche (la phase de l'avant-projet) devrait consister pour l'État Membre à déterminer s'il existe, au plan national et/ou régional, des besoins suffisants justifiant la construction d'un nouveau réacteur de recherche et à établir, au vu de cette évaluation, un plan stratégique qui, pour préliminaire qu'il soit, n'en devrait pas moins être détaillé. Avant de se lancer dans un programme de réacteur de recherche, l'État Membre devra en outre avoir parfaitement cerné l'ensemble des obligations et engagements qu'impliquent l'exploitation et l'entretien d'une telle installation tout au long de sa durée de vie et les intégrer dans une stratégie nationale. Il lui faudra donc impérativement s'assurer qu'il dispose de moyens suffisants pour assumer les responsabilités liées à la construction, l'exploitation et, pour finir, le déclassement d'un réacteur de recherche.

Les activités menées au cours de la première phase devraient aboutir à l'établissement d'un rapport d'étude de faisabilité détaillée concluant la réalisation de la première étape. Il s'agirait, dans ce document, de démontrer que l'État Membre est en mesure de prendre une décision éclairée quant à l'opportunité ou non de poursuivre le nouveau programme de réacteur de recherche.

TABLEAU 1. PHASES DE MISE EN PLACE DE L'INFRASTRUCTURE ET ÉTAPES D'UN PROGRAMME DE RÉACTEUR DE RECHERCHE

Phase	Description	Étape
1 Avant-projet	Arguments justifiant la construction d'un réacteur de recherche et considérations préalables à la décision de lancer un tel projet.	L'État est prêt à s'engager en connaissance de cause dans un projet de réacteur de recherche.
2 Formulation du projet	Préparatifs en vue de la construction d'une centrale nucléaire après que la décision de principe a été prise.	L'État est prêt à lancer des appels d'offres pour le réacteur de recherche.
3 Exécution	Activités liées à la conception et à la construction d'un réacteur de recherche.	L'État est prêt à mettre en service et à exploiter le réacteur de recherche.

L'étude de faisabilité devra intégrer les résultats du plan stratégique préliminaire élaboré auparavant, notamment les arguments justifiant la construction d'une installation de ce type, et faire un point complet sur les 19 questions liées à l'infrastructure nationale exposées dans le document de référence [2], sur lesquelles il conviendra de se pencher attentivement. On notera au passage que la méthodologie et le format envisagés pour la présente publication suivent de près ceux retenus pour la publication de l'AIEA consacrée à l'évaluation du stade de développement de l'infrastructure nucléaire nationale pour un programme électronucléaire [4]. Les conditions à réunir pour régler les différents problèmes d'infrastructure sont en effet, dans bien des cas, identiques ou fort similaires. L'étude de faisabilité devra déterminer les lacunes relatives aux conditions à remplir pour démontrer que les éléments de l'infrastructure nationale sont conformes à ce que l'on attend et indiquer comment il est envisagé d'y remédier ; elle devra aussi comporter une estimation des délais, coûts et ressources humaines nécessaires à la mise en œuvre du nouveau programme de réacteur de recherche.

La présente publication a été élaborée sur la base des retours d'information des États Membres qui ont lancé de nouveaux programmes de réacteurs de recherche et ont demandé à l'Agence de les aider à définir les lignes directrices du rapport d'étude de faisabilité qu'il leur faudrait établir à cet effet. Ainsi qu'il a déjà été souligné dans de précédentes publications traitant de la création de capacités en matière de réacteurs de recherche, par exemple dans le document de référence [2] et celui intitulé « Planification stratégique pour les réacteurs de recherche » [3], la méthodologie suivie pour la préparation d'une étude de faisabilité du type de celle retenue pour la présente publication s'inspire des bonnes pratiques des États Membres.

1.2. OBJECTIF

Le principal objectif de cette publication est d'amener le lecteur à appréhender toutes les questions clés qui entourent la préparation d'une étude de faisabilité relative à un nouveau réacteur de recherche et à y répondre. L'idée est de faire en sorte que les indications qu'elle contient puissent contribuer efficacement à la réalisation d'une telle étude et que celle-ci soit conforme à ce qu'en attendent les parties prenantes.

La publication cherche plus précisément :

- à donner des conseils pratiques pour l'établissement d'un rapport d'étude de faisabilité sur lequel puissent s'appuyer les organismes intéressés dans les pays qui ont décidé de lancer un nouveau programme de réacteur de recherche ;
- à mieux définir et expliquer aux pouvoirs publics et aux organismes qui songent à faire l'acquisition d'un tel réacteur quelles sont les obligations auxquelles ils sont tenus pour s'assurer que les

infrastructures et moyens dont ils disposent autorisent la mise en place d'un programme de réacteur de recherche ;

- à présenter un modèle qui puisse servir à réaliser une étude de faisabilité renvoyant à des méthodes et approches définies et adoptées avec succès ces dernières années ;

Les orientations fournies dans cette publication, qui décrivent des bonnes pratiques, représentent l'opinion d'experts mais ne constituent pas des recommandations formulées sur la base d'un consensus entre les États Membres.

1.3. PORTÉE

La présente publication explique les différents éléments que devra aborder une étude de faisabilité détaillée et qui devront figurer dans le rapport y afférent en vue d'un nouveau programme de réacteur de recherche. Elle cherche à donner des orientations pour la préparation du rapport, lequel devra être soumis aux responsables, généralement au niveau gouvernemental, afin de leur permettre de prendre une décision éclairée quant à l'opportunité de s'engager sur le long terme à mobiliser les ressources et à assumer les obligations requises pour le programme proposé. Aussi couvre-t-elle les questions et aspects auxquels devrait s'intéresser une analyse de l'étude de faisabilité relative à un programme de réacteur de recherche. Cette analyse devrait faire état des arguments justifiant la construction d'un réacteur de recherche et inclure une évaluation de l'infrastructure nucléaire dont devrait disposer l'État concerné à l'appui d'un tel programme, compte tenu de sa situation sous l'angle des ressources humaines, de ses capacités de financement tant pour la mise en œuvre du programme que pour sa viabilité à longue échéance, et de l'incidence potentielle d'un tel projet sur les programmes nationaux de développement de la science et de la technologie nucléaires.

1.4. STRUCTURE

La section 2 de la présente publication s'intéresse aux conditions préalables à la réalisation d'une étude de faisabilité relative à un programme de réacteur de recherche, à savoir notamment la justification dudit programme, le plan stratégique pour sa mise en œuvre, son cahier des charges fonctionnel, les étapes préparatoires, l'identification des principales parties prenantes, l'attribution des responsabilités pour la préparation de l'étude et le recours à une approche graduée. La section 3 indique comment procéder à l'étude de faisabilité et en esquisse la teneur dans les grandes lignes, en s'arrêtant notamment sur les 19 questions liées à l'infrastructure qui devront être examinées et qui pourraient au besoin exiger que des améliorations soient apportées à cette dernière pour pouvoir exploiter et utiliser un réacteur de recherche dans le respect des critères de sûreté, de durabilité, de sécurité et de rentabilité. Plusieurs points seront ensuite consacrés aux éventuelles carences que l'étude de faisabilité aurait relevées concernant l'infrastructure et aux moyens d'y remédier, à l'analyse coûts-avantages, à la budgétisation et à la gestion du risque. Enfin, la section 4 dégage les conclusions qui peuvent être tirées de cette publication.

Trois annexes complètent la publication. L'annexe I dresse la liste des thèmes que pourrait aborder un rapport d'étude de faisabilité relatif à un programme de réacteur de recherche. L'annexe II présente la synthèse de la réunion technique sur le rôle des réacteurs de recherche dans l'appui aux programmes électronucléaires, qui s'est tenue au Siège de l'AIEA à Vienne, du 21 au 24 juin 2016 (réunion qui méritait d'être prise en compte en ce qu'il y a été question de la justification d'un réacteur de recherche et, partant, des études de faisabilité). Les fichiers supplémentaires disponibles en ligne donnent quelques exemples de leçons tirées par les États Membres en matière d'établissement de rapports d'études de faisabilité relatifs à de nouveaux programmes de réacteurs de recherche.

1.5. DESTINATAIRES

La présente publication est destinée à venir plus particulièrement en aide aux organismes et équipes qui, dans les États Membres, songent à se doter d'un nouveau programme de réacteur de recherche ou sont en passe de lancer un tel programme. Elle peut aussi être mise à profit par des États Membres déjà équipés de réacteurs de recherche qui envisagent d'en construire un autre et qui n'ont jamais eu recours par le passé à une approche axée sur une étude de faisabilité détaillée, ainsi que par des États Membres qui souhaiteraient réaliser d'importants travaux de mise à niveau, de rénovation ou de modernisation de réacteurs de recherche existants, ou redonner vie à des réacteurs mis à l'arrêt depuis fort longtemps.

Cette publication s'adresse principalement aux personnes, équipes et organismes qui sont chargés d'établir un rapport d'étude de faisabilité en vue d'un nouveau programme de réacteur de recherche, ou qui sont associés à ce processus. Outre ces destinataires directs, elle peut aussi intéresser d'autres parties prenantes ; ce pourrait être le cas du futur organisme exploitant, de conseillers, de cadres et dirigeants de structures gouvernementales et d'organisations mères, d'organes de régulation en matière de sûreté et de sécurité nucléaires et d'environnement, d'organismes d'intervention d'urgence, de représentants de groupes d'utilisateurs, ainsi que d'autres acteurs qui pourraient être amenés à utiliser de telles installations (des « clients » potentiels de réacteurs de recherche, le secteur de la santé, ou encore l'industrie, par exemple).

Un rapport d'étude de faisabilité se doit d'être détaillé et fondé sur l'analyse de toutes les informations utiles disponibles. Cela étant, il ne faudrait pas oublier que sa fiabilité n'aura d'égal que celle des informations sur lesquelles elle se sera appuyée et sera à la mesure des compétences et de la rigueur dont aura fait preuve l'équipe ou l'organisme ayant procédé à cette analyse et formulé les recommandations.

2. CONDITIONS PRÉALABLES À LA RÉALISATION D'UNE ÉTUDE DE FAISABILITÉ

2.1. CONTEXTE

Une étude de faisabilité doit être réalisée dans un cadre qui situe le contexte et la structure du programme de réacteur de recherche. Le cadre et les conditions générales dans lesquels est menée une telle étude relative à un nouveau programme de réacteur de recherche sont exposés dans le document de référence [2]. Celui-ci distingue trois phases (voir le tableau 1 et la figure 1).

Le document de référence [2] passe en revue les questions à traiter lors de chaque phase et indique les étapes que doit franchir l'État Membre à mesure qu'il met en place son infrastructure nucléaire. Il lui faudra ainsi pouvoir confirmer que :

- a) la nécessité de se doter d'un réacteur de recherche est justifiée ;
- b) toutes les parties prenantes sont parfaitement prises en compte et identifiées ;
- c) les obligations et engagements nationaux et internationaux associés à la construction d'un réacteur de recherche sont parfaitement pris en compte et identifiés ;
- d) l'infrastructure nationale indispensable à la construction d'un réacteur de recherche a été définie et correctement préparée ;
- e) toutes les compétences et capacités nécessaires pour réglementer et exploiter un réacteur de recherche dans de bonnes conditions de sûreté et de sécurité tout au long de sa durée de vie sont fixées ;

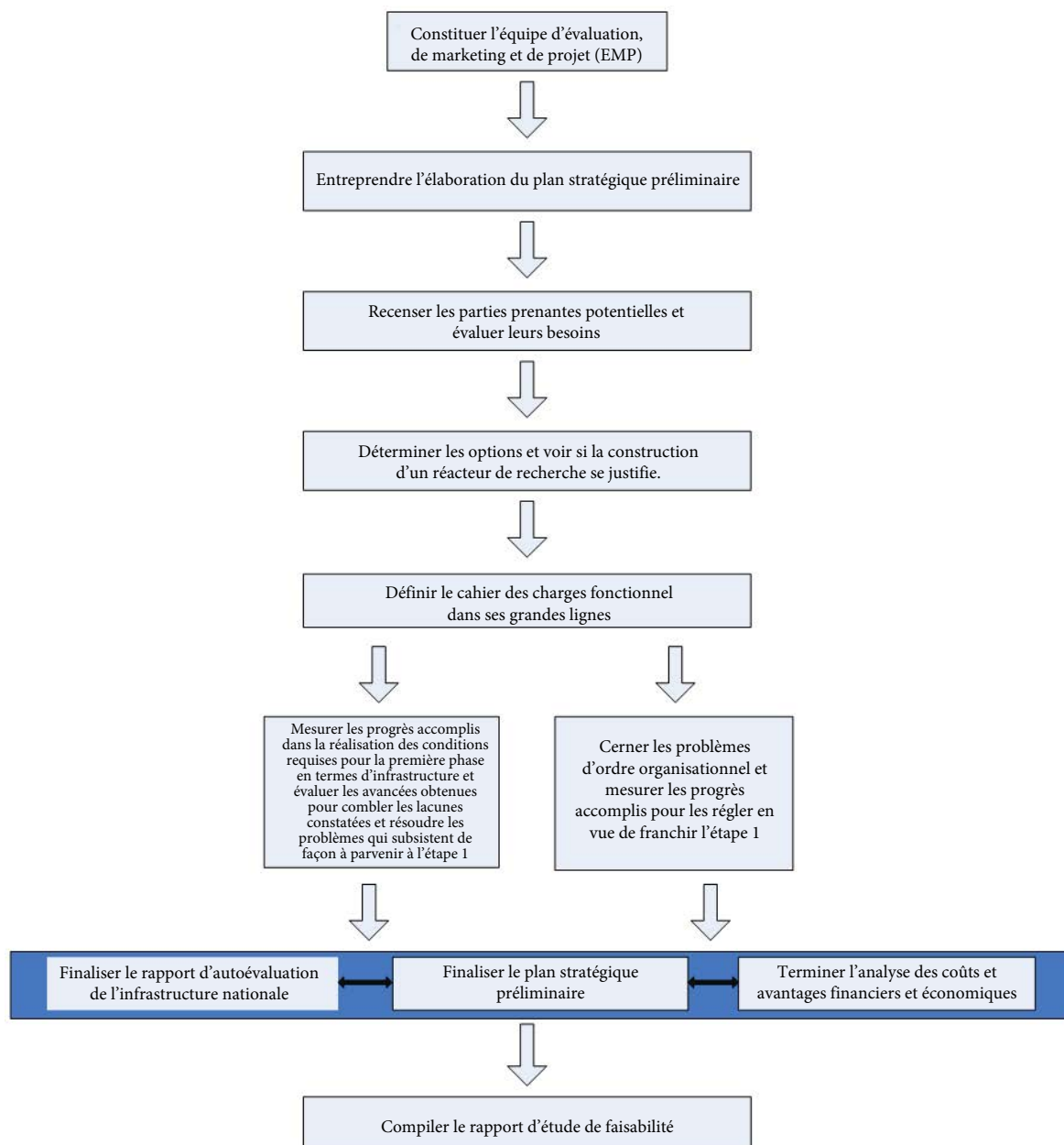


Figure 2. Principales étapes de la première phase de l'établissement d'un rapport d'étude de faisabilité.

offrir des solutions sous forme de services qu'il leur serait impossible d'obtenir autrement (ou qui, s'ils existent ailleurs, leur coûteraient beaucoup plus cher) ou des produits et services représentant une valeur ajoutée et susceptibles de leur apporter ainsi un avantage économique ou social [1].

L'équipe EMP serait ici chargée d'identifier les groupes de parties prenantes ainsi que leurs besoins, et de définir les exigences fonctionnelles qui répondraient à ces besoins. Ces exigences permettraient à leur tour d'établir un projet de spécifications techniques du réacteur de recherche et de ses installations auxiliaires, et de réaliser ensuite une étude de conception du site du réacteur. Pour ce faire, l'équipe EMP devra procéder à un examen aussi minutieux que possible des avantages et inconvénients que présentent les solutions technologiques alternatives susceptibles de répondre aux besoins des parties prenantes, en ce compris le recours éventuel à des installations situées à l'étranger. L'équipe EMP devra faire preuve d'initiative et voir avec les parties prenantes comment optimiser l'utilisation du réacteur de recherche

et ménager dans la conception même du site une souplesse suffisante pour pouvoir, à terme, en tirer pleinement profit.

Les installations et activités susceptibles d'entraîner des risques radiologiques doivent être globalement utiles. L'utilité de ce projet par rapport à d'autres procédés qui permettraient d'obtenir des produits et services équivalents doit donc clairement ressortir de l'exposé de sa justification.

2.3. ÉVALUATION DE L'INFRASTRUCTURE

À tous les stades de l'approche par étapes d'un réacteur de recherche [2], les décideurs voudront avoir confirmation que l'infrastructure sur laquelle s'appuie le programme en question permettra de gérer le projet de manière sûre, sécurisée, efficace et durable, et être certains que tout sera mis en œuvre pour remédier aux failles qu'elle pourrait présenter. L'infrastructure qu'il conviendra de mettre en place pour un nouveau programme de réacteur de recherche variera considérablement d'un projet à l'autre, en fonction notamment des installations physiques et des équipements propres au réacteur, du transport des matières nucléaires et fournitures qui lui seront nécessaires, ainsi que de la manipulation du combustible usé et des déchets radioactifs qu'il génèrera. Il faudra également veiller à ce que le cadre législatif et réglementaire, de même que les moyens humains et financiers, garantissent la sûreté, la sécurité, la viabilité et l'efficacité de la construction, de l'exploitation et de l'utilisation du réacteur tout au long de son cycle de vie. Le tableau 2 dresse la liste des 19 points liés à l'infrastructure qui devront être examinés.

TABLEAU 2. QUESTIONS LIÉES À L'INFRASTRUCTURE ET ÉTAPES [2]

Points à examiner		Étape 1	Étape 2	Étape 3
1)	Position nationale			
2)	Sûreté nucléaire			
3)	Gestion			
4)	Budget et financement			
5)	Cadre législatif			
6)	Cadre réglementaire			
7)	Garanties			
8)	Radioprotection			
9)	Utilisation	CONDITIONS	CONDITIONS	CONDITIONS
10)	Ressources humaines (qualifications)			
11)	Participation des parties prenantes			
12)	Étude de sites, sélection et évaluation			
13)	Protection de l'environnement			
14)	Préparation et conduite des interventions d'urgence			
15)	Sécurité nucléaire			
16)	Gestion du combustible nucléaire			
17)	Déchets radioactifs			
18)	Participation du secteur industriel			
19)	Passation de marchés			

L'ordre de présentation de ces points ne reflète ni leur importance ni leur hiérarchie respective. Chaque point est important et doit faire l'objet d'un examen attentif ; tous devront être pris en compte et traités avec le même sérieux dans l'étude de faisabilité, car ils influent chacun sur la réussite du projet.

À chaque phase et aux différents points y afférents correspondent un certain nombre de conditions à remplir, qui sont autant d'indicateurs de la capacité de l'infrastructure à prendre en charge un programme de réacteur de recherche. Les conditions sont remplies lorsqu'il peut être démontré que des progrès suffisants ont été accomplis dans la détermination du niveau de développement de l'infrastructure nationale. Le document de référence [4] indique comment procéder à une autoévaluation qui permet de savoir, en fournissant des éléments probants pour chaque condition prévue par un indicateur, si l'ensemble de ces conditions sont réunies. Pour valider la première phase, le rapport d'étude de faisabilité doit apporter la preuve que les conditions exigées pour franchir l'étape 1 sont satisfaites et que, le cas échéant, des progrès sont d'ores et déjà en cours pour anticiper les conditions propres à la deuxième phase.

2.4. PLAN STRATÉGIQUE

Le plan stratégique préliminaire qui, selon les indications données dans le document de référence [3], est censé avoir été défini au début de la première phase constitue une autre pierre angulaire de l'étude de faisabilité. Les documents sur lesquels repose le plan stratégique font état des objectifs de l'organisme en charge du projet et indiquent ce qu'il y a lieu de faire pour les atteindre. Le plan stratégique doit recenser les principales parties prenantes, y compris les « clients » potentiels, et confirmer leurs besoins en termes de produits et services escomptés. C'est là un aspect essentiel de la justification d'un nouveau réacteur de recherche, qui peut servir de base pour la définition du cahier des charges fonctionnel du réacteur et de ses installations auxiliaires.

Le plan stratégique doit être réexaminé périodiquement et mis à jour selon que de besoin, de façon à prendre en compte de nouvelles informations ou toute évolution de la situation. Une version réactualisée du plan stratégique doit être élaborée de manière itérative, parallèlement à l'étude de faisabilité, lorsque la première phase touche à sa fin. Cela permet aux décideurs de comprendre l'analyse des parties prenantes, les besoins de ces dernières et la réponse qu'y apporterait le projet, et d'envisager ainsi des plans d'actions établissant clairement les responsabilités, les délais et les moyens requis [3]. Le rapport d'étude de faisabilité devra comporter un plan stratégique à jour. Une version complète de ce plan pourrait être annexée au rapport ou y être jointe en tant que document justificatif distinct.

2.5. CONSIDÉRATIONS FINANCIÈRES

Il convient de noter que les impératifs qui sous-tendent la logique d'un réacteur de recherche peuvent être multiples : ce peut être l'éducation et la formation, la recherche-développement, des motivations commerciales ou, plus généralement, une combinaison de tous ces éléments. S'agissant des conditions préalables à la réalisation d'une étude de faisabilité, l'exposé de motivation, l'identification des besoins des parties prenantes et la description des services et produits à fournir et des technologiques à évaluer doivent être suivis de l'énoncé de certaines conditions limitatives dont est assortie l'étude (son enveloppe financière, par exemple), conditions qui devraient être fixées à l'avance avec les décideurs. Même dans les dossiers pour lesquels l'évaluation de la faisabilité est essentiellement dictée par des critères subjectifs et non financiers, les décideurs passeront au crible les projections relatives aux coûts d'investissement, aux charges opérationnelles (et aux recettes potentielles), ainsi que les prévisions en matière de déclassement ; aussi les critères à utiliser pour peser les incidences financières méritent-ils réflexion. Des décisions claires doivent être prises dès le début de l'étude de faisabilité, voire avant qu'elle ne démarre, concernant les conditions limitatives et les hypothèses qui leur sont inhérentes. Ainsi, trouver un juste équilibre entre les capacités fonctionnelles et les coûts d'investissement et d'exploitation exige un savant calcul financier, compte tenu en particulier de la longue durée de vie associée à l'exploitation d'un réacteur de recherche.

L'étude de faisabilité devra également préciser d'emblée les paramètres et les modèles financiers qu'il conviendra d'utiliser dans les analyses coûts-avantages (voir le point 3.5).

2.6. DÉFINITION DU CAHIER DES CHARGES FONCTIONNEL D'UN RÉACTEUR DE RECHERCHE

Au même titre qu'il importe d'exposer, dans l'étude de faisabilité, la justification d'un programme de réacteur de recherche telle que décrite au point 2.5, il conviendra de fournir un cahier des charges fonctionnel pour ledit réacteur et ses installations auxiliaires. Nous avons déjà expliqué que les exigences fonctionnelles d'un nouveau réacteur de recherche découlent en grande partie de la façon dont les besoins des parties prenantes sont perçus. Nous allons à présent nous attacher à donner quelques orientations générales quant à la nature du cahier des charges fonctionnel qu'il faudrait envisager, sachant que des définitions plus précises des caractéristiques de conception des diverses applications figurent dans les publications ci-après de l'AIEA ainsi que dans les documents auxquels elles renvoient, concernant les applications des réacteurs de recherche [1], les spécifications techniques pour le processus d'appel d'offres concernant un nouveau réacteur de recherche [5], et les caractéristiques de conception liées à l'utilisation des réacteurs de recherche [6].

Un cahier des charges est un document officiel qui reflète, de manière exacte et précise, les prescriptions générales qui résultent de l'analyse et de la perception des besoins du moment et des besoins attendus des parties prenantes, ainsi que des conditions et directives réglementaires (les fonctions de sûreté, par exemple). Il décrit le comportement et les performances escomptées du réacteur de recherche et des systèmes qui y sont associés, mais ne dit pas nécessairement comment ces fonctions seront remplies – ce qui est le propre des spécifications techniques. Très souvent, il précède donc les spécifications techniques plus détaillées qui indiquent comment parvenir à réaliser les fonctions demandées, c.-à-d. quelles seront les techniques à mettre en œuvre et quelles seront les contraintes auxquelles elles devront se plier.

Le cahier des charges et les spécifications techniques préliminaires permettront d'obtenir une estimation approximative des moyens nécessaires. Ils servent également à indiquer comment l'installation devrait satisfaire aux attentes des parties prenantes. Dans le cadre précis d'une étude de faisabilité, le cahier des charges fonctionnel doit être clairement énoncé et des indications assez fines quant aux solutions technologiques auxquelles il faudra faire appel devront également être fournies. Il n'est toutefois pas nécessaire de définir dans la première phase – celle de l'avant-projet – les spécifications techniques détaillées et la conception du réacteur de recherche correspondant ; elles seront en règle générale explicitées dans la deuxième phase, lorsque le fait d'être parvenu à l'étape 2 garantit que le principal organisme d'appui ou l'équipe qui s'occupe du projet est prêt à lancer un appel d'offres. L'étude de faisabilité devra en fait comporter une estimation des moyens nécessaires, une analyse préliminaire des risques techniques et de ceux liés à la gestion du projet (voir le point 3.7), ainsi qu'un exposé clair du cahier des charges fonctionnel et de l'objectif de conception qui atteste au minimum que les aspects ci-après ont été pris en compte [1, 2, 6] :

— Applications et fonctions associées

- Formation théorique et pratique
- Analyse par activation neutronique
- Analyse par activation neutronique à gamma instantané
- Production de radio-isotopes
- Géochronologie
- Effets de la transmutation
- Imagerie neutronique
- Études de la structure et de la dynamique des matériaux à l'aide de faisceaux de neutrons
- Neutronthérapie
- Tests de détecteurs et d'instruments

- Essais de matériaux et de combustibles
- Autres utilisations et applications possibles des réacteurs de recherche
- Fonctions de sûreté et principes de protection radiologique
 - Fonctions de sûreté principales (commande de la réactivité, évacuation de la chaleur résiduelle et confinement des matières radioactives)
 - Application du concept de défense en profondeur
 - Principes de protection radiologique
 - Manutention de combustible nucléaire neuf et usé
 - Planification et préparation des interventions d'urgence
 - Dispositions relatives au déclassement et à la gestion des déchets radioactifs
- Technologie des réacteurs et exploitation
 - Type de réacteur préféré
 - Niveau de puissance préliminaire (ou flux neutronique) requis et possibilité de varier les niveaux de puissance à différentes fins
 - Fréquence et durée d'utilisation du réacteur (cycle d'exploitation)
 - Capacités de mesure
 - Nombre et emplacement des positions d'irradiation, y compris les contraintes relatives au spectre d'énergie des neutrons
 - Retrait de cibles irradiées du réacteur, en cours d'exploitation ou à l'arrêt
 - Logistique requise pour le transport d'échantillons ou de cibles irradiés
 - Type de combustible, livraison et manipulation
 - Technologies de contrôle-commande et systèmes auxiliaires
 - Maintenance et gestion du vieillissement
 - Entreposage du combustible usé et des déchets, et paramètres ultimes (renvoi, recyclage, stockage définitif, par exemple)
 - Démantèlement et déclassement

Les documents de référence [5] et [6] mentionnent d'autres caractéristiques générales de conception à intégrer dans le cahier des charges fonctionnel, ainsi que des prescriptions de conception plus détaillées. S'agissant des applications et utilisations des réacteurs de recherche et de l'influence qu'elles peuvent avoir sur le cahier des charges fonctionnel, le document TECDOC consacré aux produits et services commerciaux des réacteurs de recherche [7] explique en quoi ces réacteurs peuvent servir à trois fins principales, à savoir :

- 1) constituer un outil de formation théorique et pratique ;
- 2) fournir une source de neutrons pour un large éventail d'applications de recherche ainsi que pour toute une gamme de produits et services commerciaux ;
- 3) servir de prototypes permettant de montrer la maturité atteinte en matière de technologie et de formation nucléaires avant de pouvoir construire des réacteurs de puissance novateurs à grande échelle.

Ainsi qu'il est dit dans le document de référence [7], le programme d'utilisation d'un réacteur de recherche peut évoluer au fil du temps et il convient d'en tenir compte dans les spécifications techniques et fonctionnelles en veillant à ce que la conception de l'installation et les plans opérationnels soient suffisamment souples.

L'étude de faisabilité étant en quelque sorte le prélude à l'établissement des spécifications techniques du réacteur de recherche, le cahier des charges fonctionnel doit faire l'objet d'évaluations préliminaires qui devraient porter sur les points énumérés ci-après afin de bien comprendre les implications qui en découlent en termes de faisabilité :

- temps et coûts à prévoir pour la conception, la construction et la mise en service ;

- prescriptions réglementaires (sûreté nucléaire, sécurité, garanties, environnement, etc.) ;
- ressources nécessaires pour assurer l'exploitation et la maintenance de l'installation (y compris les coûts de combustible) ;
- moyens requis pour le démantèlement et le déclassé ;
- répercussions sur les coûts de gestion des déchets radioactifs et du combustible utilisé.

Comme indiqué dans le document de référence [2], à l'issue de cette évaluation et une fois dressée la liste préliminaire des priorités concernant les fonctionnalités, l'établissement des spécifications techniques initiales pour la conception de l'installation peut démarrer. Il s'agira ici de définir :

- le niveau préliminaire de puissance du réacteur ;
- les prescriptions relatives aux installations d'irradiation et de faisceaux (notamment l'intensité et la distribution énergétique des flux neutroniques) ;
- les prescriptions de sûreté ;
- les prescriptions de sécurité ;
- les prescriptions en matière de garanties ;
- la conception du cœur du réacteur et ses performances (cycle d'exploitation nominal et type de combustible) ;
- les prescriptions relatives à la gestion du combustible (entreposage du combustible neuf et utilisé, équipements de manutention du combustible et chaînes de transport, etc.) ;
- les installations auxiliaires (hall faisceau, espaces de bureaux, cellules chaudes, etc.) ;
- l'intégration dans un centre nucléaire, une université ou un hôpital (en cas de neutronthérapie, par exemple) ;
- le transport d'échantillons et de cibles irradiés.

Les informations et recommandations qui pourraient être fournies à titre préalable sur ces différents points dans l'étude de faisabilité seraient, malgré leur caractère provisoire, d'une grande utilité.

2.7. RESPONSABILITÉS RELATIVES À L'ÉTABLISSEMENT D'UNE ÉTUDE DE FAISABILITÉ

Ainsi qu'il a été expliqué plus haut et au vu des informations figurant dans le document de référence [2], une équipe EMP (ou son équivalent) doit être chargée de concevoir, mettre au point et faire connaître le programme de réacteur de recherche. Cette équipe peut être constituée au sein d'une institution ou d'un organisme donné, ou être mise sur pied sous la forme d'un groupe de travail ministériel. Elle a pour mission de bâtir l'argumentaire justifiant la construction du réacteur, d'en définir le cahier des charges fonctionnel et d'indiquer aux pouvoirs publics les mesures à prendre pour renforcer ou déployer l'infrastructure et la politique nucléaires requises, ou pour procéder aux arbitrages interministériels qui s'imposent. C'est cette même équipe qui sera également chargée de l'étude de faisabilité proprement dite et de l'établissement du rapport y afférent.

De leur côté, les autorités devront alors désigner une commission exécutive du projet de réacteur de recherche (CEPRR) ou une instance équivalente [2] qui sera habilitée à examiner et à accepter ou refuser, selon qu'il conviendra, les recommandations de l'équipe EMP et qui veillera à ce que l'infrastructure et les politiques nécessaires soient mises en place avant l'implantation d'un nouveau réacteur de recherche. En d'autres termes, il appartiendra à la CEPRR de peser le pour et le contre, et de prendre une décision, en fonction de la réalité de la situation pour l'État en question. Dans les pays primo-accédants, ladite commission pourra être composée de représentants des ministères compétents. Pour les projets ultérieurs de réacteurs de recherche, ou s'il existe déjà un programme électronucléaire, le rôle de la CEPRR pourra être assumé par un ministère qui sera chargé de commanditer le rapport et de superviser le projet.

Une fois les équipes constituées comme indiqué ci-dessus et leurs responsabilités clairement fixées, il est indispensable de nouer rapidement avec les parties prenantes des liens permanents de communication. Ces liens présentent un double avantage :

- L'équipe EMP qui s'occupe du projet de réacteur de recherche recueille des informations et contributions qui viendront étayer le rapport (elle pourra ainsi se renseigner sur les besoins et applications du réacteur de recherche auprès de ses futurs utilisateurs et demander à l'organisme de réglementation de la sûreté nucléaire des précisions sur la procédure d'autorisation et les règlements particuliers).
- Les parties prenantes sont mieux informées et mieux préparées aux mesures d'exécution qui devront être engagées au cours des phases ultérieures du projet.

Lorsqu'il lui faudra établir l'étude de faisabilité, l'équipe EMP en charge du projet de réacteur de recherche devra pouvoir compter sur un personnel compétent possédant l'expérience et les connaissances requises pour définir les conditions auxquelles cette étude devra répondre et pour analyser les données et compiler le rapport sous différents éclairages – technique, socio-économique et juridique. Parmi les exigences auxquelles devra satisfaire le personnel pourront ainsi figurer :

- une bonne connaissance des réacteurs de recherche et de leurs applications ;
- le savoir-faire technique requis pour définir le cahier des charges fonctionnel d'un réacteur de recherche et peser les différentes hypothèses et autres considérations qui pourraient nourrir le rapport d'étude de faisabilité ;
- des compétences en matière de projet et de systèmes de gestion suffisamment poussées pour mener à bien l'étude de faisabilité et la préparation de son rapport, ainsi que pour s'assurer de la mise en place d'une stratégie appropriée de gestion du risque ;
- une connaissance fine de l'infrastructure du pays en question ;
- la maîtrise des questions juridiques et de l'activité des entreprises nécessaire à la préparation et à l'examen du rapport d'étude de faisabilité ;
- une expertise dans le domaine du financement afin de pouvoir élaborer et analyser des plans de financement ;
- un savoir-faire en matière de communication avec les parties prenantes et d'information du public.

Si le personnel n'est pas assez expérimenté, l'équipe EMP pourra être amenée à sous-traiter certaines tâches à un organisme d'appui, voire à déléguer ses responsabilités pour la réalisation de l'intégralité du rapport à une tierce partie. Il est déjà arrivé de confier cette tâche à des entreprises susceptibles de fournir des réacteurs de recherche, mais il faut bien voir qu'une telle solution risque de créer un conflit d'intérêts.

Les connaissances et expériences acquises aux étapes initiales de la première phase seront bien évidemment fort utiles au moment de la préparation du rapport et lors des phases ultérieures. Il serait par conséquent intéressant de faire en sorte que les postes clés soient occupés par les mêmes personnes tout au long du processus de planification et de mise en œuvre du réacteur de recherche.

2.8. DÉMARCHES PRÉPARATOIRES

Plusieurs démarches préparatoires importantes doivent être menées durant la première phase, avant la réalisation du rapport d'étude de faisabilité. Beaucoup concernent les questions d'infrastructure abordées au cours de cette première phase, comme nous le verrons dans la section 3. Cela étant, il est peu probable que toutes les conditions nécessaires en termes d'infrastructure soient réunies au stade de l'avant-projet ; aussi faudra-t-il évaluer la situation telle qu'elle se présente à ce moment et engager les démarches voulues pour veiller à ce que ces questions soient traitées en temps opportun, au plus tard avant l'étape 1. L'accomplissement de ces démarches devrait être du ressort du futur propriétaire et/ou

exploitant de l'installation (ou de l'équipe EMP), tandis que leur validation et les décisions en la matière devraient incomber à la CEPRR ou aux autorités nationales. Les démarches préparatoires à entreprendre au début de la première phase consisteront notamment :

- à fixer le cadre législatif et à s'assurer de sa capacité à élaborer et promulguer les textes de loi qu'exigent la construction et l'exploitation d'un réacteur de recherche offrant toutes les garanties de sûreté, de sécurité, de viabilité et de rentabilité ;
- à voir s'il existe déjà une réglementation relative à la sélection du site, à la conception du réacteur de recherche, à sa construction, à sa mise en service, à son exploitation et à son déclassement, et quels sont les aspects pour lesquels des dispositifs devront être élaborés ;
- à déterminer s'il y a lieu de mettre sur pied un organisme et un cadre de réglementation efficaces, qui puissent assumer notamment des fonctions essentielles en matière d'octroi d'autorisations, d'examen, d'évaluation, d'inspection et d'application de dispositifs réglementaires, ou encore d'information du public ;
- à désigner les futurs propriétaire et exploitant du réacteur de recherche, et à entamer des discussions avec les principales parties prenantes ;
- à choisir le ou les sites sur lesquels les installations pourraient être implantées, en s'appuyant sur les données existantes et sur une évaluation initiale de leur impact radiologique ;
- à définir le modèle de gestion des installations provisoirement retenu ;
- à s'assurer que les ressources – humaines, techniques et financières – disponibles suffiront à mener à bien les activités prévues durant la première phase, en ce compris la préparation du rapport d'étude de faisabilité.

Dès lors que la décision est prise de se doter d'un nouveau réacteur de recherche, il serait bon que les autorités soient prêtes, si ce n'est déjà le cas, à s'engager à adhérer aux conventions nucléaires internationales pertinentes pour ce qui concerne les déchets radioactifs, le combustible usé, la sûreté, les garanties, la sécurité ou encore la responsabilité nucléaire, à prendre acte qu'il s'agit là d'instruments essentiels pour exploiter en toute sécurité des installations nucléaires et pour pouvoir adhérer à des institutions internationales, et, ce faisant, pour avoir accès au soutien actif de la communauté nucléaire internationale (pour plus de précisions, voir le document de référence [2]).

2.9. PARTIES PRENANTES DU PROGRAMME

Les parties prenantes sont celles que le programme intéresse directement. Il peut s'agir de particuliers ou d'organismes qui y participent de manière directe ou indirecte, ou dont la mise en œuvre du programme de réacteur de recherche ou l'exploitation de ce dernier peut affecter les intérêts. Sont aussi potentiellement concernées des autorités qui pourraient influencer sur la planification, le déroulement et les résultats du programme. Comme indiqué au point 2.3 et dans les documents de référence [2] et [3], l'étude de faisabilité devra recenser les parties prenantes et déterminer leurs besoins, leurs exigences et leurs attentes. La figure 3 donne un exemple de l'éventail type des parties prenantes impliquées dans un projet de réacteur de recherche.

Le fait d'associer les parties intéressées aux premiers stades du cycle de vie d'un réacteur de recherche contribue à renforcer la confiance mutuelle sur les questions liées à la planification et à l'exploitation future du réacteur. Outre les groupes traditionnellement impliqués dans le processus décisionnel, tels que les clients potentiels et les institutions gouvernementales nationales et locales concernées, il convient également d'inclure dans les « parties prenantes » les médias, le grand public et les collectivités territoriales. La publication de l'AIEA intitulée « Stakeholder Involvement Throughout the Life Cycle of Nuclear Facilities » [8] esquisse la voie à suivre pour garantir une participation efficace des parties prenantes au cours des principales phases du cycle de vie des installations nucléaires (à savoir leur construction, leur exploitation, leur déclassement et la gestion des déchets) et recommande un certain

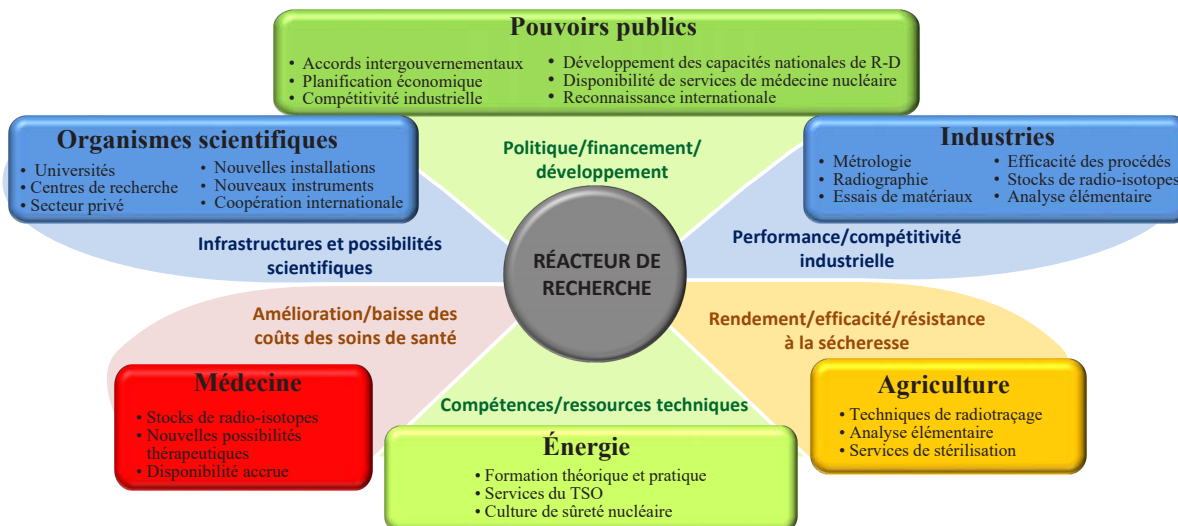


Figure 3. Parties prenantes, partenaires et utilisateurs d'un réacteur de recherche.

nombre de méthodes modernes à suivre pour la mise en œuvre de programmes visant à favoriser cette participation.

2.10. UTILISATION D'UNE APPROCHE GRADUÉE POUR LA PRÉPARATION D'UNE ÉTUDE DE FAISABILITÉ

Ainsi qu'il a déjà été dit, les réacteurs de recherche sont utilisés à des fins diverses et variées comme la recherche, la formation théorique et pratique, la production de radio-isotopes, les essais non destructifs, la recherche et le développement (R-D) de matériaux et combustibles, en ce compris la fusion nucléaire [9], ainsi qu'un certain nombre d'autres applications (voir figure 3 et document de référence [1]). Ils peuvent aussi servir à appuyer l'élaboration de programmes électronucléaires nationaux dans plusieurs grands domaines (voir l'annexe II pour plus de précisions) : 1) R-D, 2) mise en valeur des ressources humaines, 3) sensibilisation du public et renforcement de la confiance, et 4) élaboration d'autres éléments de l'infrastructure nationale.

Toutes les finalités précitées supposent des caractéristiques de conception et des régimes de fonctionnement bien distincts. Les caractéristiques de conception et d'exploitation des réacteurs de recherche peuvent sensiblement varier, de façon à pouvoir se prêter à l'utilisation de dispositifs expérimentaux très disparates qui sont susceptibles d'affecter leur performance.

Aussi les modalités retenues pour se conformer aux prescriptions de sûreté peuvent-elles être très différentes d'un réacteur de recherche à l'autre. Les éléments qui attestent du respect de ces prescriptions dans le cas d'un réacteur de recherche polyvalent de forte puissance pourront, par exemple, avoir peu de traits communs avec ceux que l'on trouve dans un réacteur de recherche de très faible puissance qui, de ce fait, présente pour le personnel du site et pour l'environnement un risque radiologique extrêmement réduit [10]. Les documents de référence [11] et [12], qui couvrent un large éventail de réacteurs de recherche, renferment des informations relatives à l'application des prescriptions de sûreté selon une approche graduée.

Dans le même ordre d'idées, bon nombre de questions liées à la planification, à la conception, à l'exploitation et au déclassement d'un réacteur de recherche sont similaires à celles que soulève en la matière une centrale nucléaire. Cela étant, si les problèmes techniques qui doivent être réglés dans un projet de centrale nucléaire sont d'une portée comparable, à bien des égards, à ceux que l'on rencontre dans un projet de réacteur de recherche, le degré de précision à prendre en compte et les risques propres

à l'un et à l'autre ne sont pas les mêmes, ce qui peut se traduire par des écarts considérables en raison des différences de taille et de complexité des installations respectives et, partant, des dangers radiologiques potentiels qu'elles présentent.

Tout ceci montre combien une approche graduée est nécessaire lors de la préparation du rapport d'étude de faisabilité relatif à un réacteur de recherche.

3. CONTENU D'UNE ÉTUDE DE FAISABILITÉ RELATIVE À UN NOUVEAU RÉACTEUR DE RECHERCHE

3.1. INTRODUCTION

La présente section indique quelles sont les informations que l'on s'attend à trouver dans une étude de faisabilité relative à un nouveau programme de réacteur de recherche. Les indications qui sont ici données sont forcément assez générales, dans la mesure où elles cherchent à appeler l'attention sur des questions et considérations qui valent pour différents types de programmes de réacteurs de recherche dont les régimes de propriété, le mode de gestion, l'ampleur des activités, la technologie utilisée pour le réacteur ainsi que les applications et utilisations de ce dernier varient. Les orientations données ci-après tiennent compte d'éléments qui sont maîtrisés en interne par l'équipe EMP ou le principal organisme d'appui (par exemple les dispositions concernant les ressources humaines au sein du futur organisme exploitant) ou d'éléments extérieurs qui ont plus spécialement trait aux contraintes liées aux infrastructures nationales, sur lesquelles l'équipe EMP ne peut guère exercer une influence ou un contrôle direct (par exemple, le cadre réglementaire).

Pour démontrer la viabilité des propositions et des projets, l'équipe EMP ou le principal organisme d'appui d'un nouveau programme de réacteur de recherche se devra impérativement d'aborder dans le rapport d'étude de faisabilité ces deux séries d'éléments, à savoir ceux sur lesquels il est possible d'agir en interne et ceux soumis à des décisions et mesures imposées de l'extérieur. Il est probable que cela nécessitera une forte implication de la part des pouvoirs publics (par la voie, par exemple, de la CEPRR ou d'une instance équivalente, comme expliqué au point 2.7) et d'autres parties prenantes, afin qu'il puisse être correctement remédié aux failles qu'auraient fait ressortir l'analyse des dispositions proposées en interne pour le projet et l'examen des infrastructures nationales existantes et qu'il soit ainsi possible d'envisager la réalisation et l'exploitation sûre, sécurisée et durable d'une future installation de réacteur de recherche. Si ces questions et conditions ne sont pas correctement traitées, la faisabilité d'un programme de réacteur de recherche ne pourra être établie.

3.2. DESCRIPTION GÉNÉRALE DU CONTENU D'UNE ÉTUDE DE FAISABILITÉ

Le rôle d'une étude de faisabilité est d'examiner objectivement la viabilité d'une proposition. La question de savoir si le projet de nouveau réacteur de recherche qui est proposé sera jugé viable ou non par un décideur revient au final à évaluer les chances que sa mise en œuvre soit une réussite, ce qui repose en grande partie sur la justification du projet, sur sa faisabilité technique et sur une appréciation économique de ses coûts et avantages. L'étude de faisabilité constitue la base d'un engagement et d'un investissement à long terme, et vient étayer la conception détaillée de l'installation. Elle doit se présenter comme un document très complet qui corresponde, sous une forme récapitulative, aux conclusions tirées d'autres évaluations et rapports techniques établis durant la première phase (le plan stratégique préliminaire, par exemple).

Le rapport d'étude de faisabilité donne des informations contextuelles, parmi lesquelles une description des contraintes, hypothèses et méthodes qui ont été retenues pour déterminer la viabilité du programme, et les présente avec un degré de précision suffisant pour étayer des conclusions et recommandations. Il expose également les possibilités et les risques associés à la réalisation du programme. Si elle n'a pas déjà été évaluée et documentée au tout début de la première phase (dans un plan stratégique préliminaire, par exemple), l'étude de faisabilité doit également comporter des informations relatives à l'exploration des options et scénarios, y compris le recours éventuel à d'autres technologies ou solutions qui pourraient aussi répondre aux besoins des parties prenantes. Elle se doit en effet de démontrer que la solution technique qui a été retenue est la plus indiquée au regard des besoins répertoriés.

Le plus souvent, un rapport d'étude de faisabilité relatif à un programme de réacteur de recherche sera composé pour l'essentiel de quatre grandes sections, à savoir :

- i) des informations générales et contextuelles, qui feront notamment état des motifs sur lesquels repose le programme et de sa justification, de l'ampleur des besoins et des exigences des parties prenantes ainsi que des solutions alternatives qui ont été envisagées ; ces informations seront assorties d'une description du programme précisant la base de clients potentiels, les produits et services à fournir, de même que toutes les contraintes et hypothèses que pourraient imposer des facteurs externes. S'y ajouteront également des informations sur l'utilisation prévue du réacteur de recherche et sur son cahier des charges fonctionnel ;
- ii) une analyse, qui passera en revue chacune des 19 questions liées à l'infrastructure et s'accompagnera d'une présentation des méthodes d'évaluation auxquelles il a été fait appel, des données et critères utilisés, ainsi que d'un examen critique de tous les autres facteurs qui devraient être pris en considération pour se prononcer sur la viabilité du programme ;
- iii) des résultats indiquant si et comment les conditions exigées au cours de la première phase en matière d'infrastructure ont été remplies et un aperçu prévisionnel de la façon dont les conditions propres aux deuxième et troisième phases seront réunies, qui intégrera les coûts et avantages du programme, les possibilités qui pourraient être exploitées et les principaux risques qu'il conviendrait d'éviter, de réduire autant que faire se peut ou d'atténuer, ainsi qu'un plan de mise en œuvre ;
- iv) un résumé, des conclusions et des recommandations.

Le rapport d'étude de faisabilité devra également inclure une synthèse qui fasse ressortir les points saillants du document et les recommandations adressées aux décideurs. Cette structure est celle que l'on retrouve dans la liste des rubriques suggérées pour un tel rapport, qui figure à l'annexe I. La suite de la section 3 de la présente publication revient plus en détail sur les divers facteurs et les différents points qui devront être examinés dans le cadre de l'étude de faisabilité et présentés dans son rapport.

D'une manière générale, les facteurs et points à examiner dans l'étude de faisabilité peuvent être classés et organisés de plusieurs façons. Le fait de les ranger en diverses catégories est utile en ce que cela facilite l'analyse et permet de présenter les informations d'une manière logique et structurée qui simplifie la tâche des décideurs. L'un des moyens d'organiser ces informations est de se concentrer sur les facteurs externes et internes qui sont susceptibles d'influer sur le programme de réacteur de recherche – ou d'être impactés par ledit programme – et qui revêtent une grande importance pour la viabilité du projet. Les facteurs externes peuvent être évalués en procédant à une analyse PESTEL¹, bien connue de tous. Les facteurs internes (organisationnels) à prendre en considération sont généralement examinés selon la

¹ L'analyse PESTEL (politique, économique, sociologique, technologique, environnementale et légale) décrit un ensemble de « macro facteurs » qui permettent de cerner la composante externe de la planification stratégique. Elle donne un aperçu des différents facteurs externes à prendre en considération.

méthode FFOM² (voir également le document de référence [3] pour ce qui concerne l'usage qui en est fait à des fins de planification stratégique) ou selon le modèle des 7S de McKinsey³. Une autre perspective qui peut être envisagée est celle qui consiste à se concentrer plus particulièrement sur les prérequis d'une étude de faisabilité d'un réacteur de recherche au regard des forces du marché : la justification d'un tel projet implique ici une évaluation de l'utilité potentielle d'un réacteur de recherche, ce qui suppose que l'on détermine les besoins des parties prenantes et leurs motivations (prise en compte de la demande), ainsi que la disponibilité de ressources essentielles en termes notamment de technologie, de combustible, de moyens humains et financiers, et de coûts y afférents (prise en compte de l'offre).

Ces méthodes consistant à structurer les différents éléments pour étayer l'analyse ne s'excluent pas mutuellement et nous avons choisi, dans le présent document, une approche qui combine les deux perspectives de façon cohérente en examinant les prérequis d'une étude de faisabilité et en nous appuyant sur les 19 questions liées à l'infrastructure qui figurent dans la publication consacrée aux grandes étapes d'un projet de réacteur de recherche [2], de manière à avoir une idée plus précise et plus rationnelle de la viabilité du projet. Le cadre ainsi défini permet de structurer l'étude de faisabilité d'un programme de réacteur de recherche ainsi que le rapport y afférent. On observera que la teneur de plusieurs des 19 questions liées à l'infrastructure dépend en grande partie de décisions et interventions que les pouvoirs publics sont amenés à prendre ou à engager quel que soit le programme (le cadre réglementaire, par exemple), tandis qu'elle est, pour d'autres, très étroitement associée à des considérations propres au programme qui dépendront pour beaucoup de décisions et interventions émanant du promoteur du projet. Cela étant, ces questions devront pour la plupart être appréciées d'un point de vue global qui reflète aussi bien les responsabilités des pouvoirs publics que celles du promoteur. Le cadre général de l'infrastructure qui est ici présenté et que l'on retrouve dans le document de référence [2] est globalement applicable, mais ne se veut ni exhaustif ni nécessairement approprié à tous les cas de figure, et doit par conséquent être adapté aux exigences nationales.

3.3. INFORMATIONS GÉNÉRALES ET CONTEXTUELLES

L'étude de faisabilité d'un projet de réacteur de recherche doit obligatoirement être précédée d'un certain nombre d'activités et de divers rapports (voir, pour plus de précisions, la section 2 et la figure 2), qui viendront s'inscrire dans un processus de prise de décision et d'élaboration graduel.

Le premier élément de l'argumentaire du programme à faire valoir dans le rapport d'étude de faisabilité pourrait être une justification au regard des besoins, établie sur la base d'une liste complète de ce que qu'attendent et réclament les utilisateurs d'un éventuel réacteur de recherche ainsi que d'autres clients ayant recours aux produits et services issus de l'exploitation d'un tel réacteur. Cette justification du programme appellera en toute logique des informations concernant l'utilisation prévue du réacteur de recherche, son cahier des charges fonctionnel et les installations auxiliaires y afférentes. Les besoins des utilisateurs et clients potentiels doivent en effet faire l'objet d'une brève description des spécifications fonctionnelles du réacteur proposé et de ses éventuelles installations auxiliaires, ainsi que de leurs caractéristiques générales (fourchette des niveaux de puissance, valeurs du flux neutronique et

² La synthèse FFOM (forces - faiblesses - opportunités - menaces) est un outil de gestion conçu pour réaliser une évaluation structurée de la capacité d'une organisation à changer ou de la nécessité qu'elle a de le faire. Elle repose sur une catégorisation des fonctions ou des tâches telle qu'elle ressort des informations recueillies (lors d'une réunion des utilisateurs, dans le cadre d'une présentation ou durant une séance de réflexion, par exemple). Elle exige de préciser l'objectif de l'activité commerciale ou du projet envisagé et de recenser les facteurs internes et externes qui faciliteraient ou entraveraient la réalisation de cet objectif. Les discussions engagées dans la foulée avec les principales parties prenantes permettraient ensuite d'affiner l'analyse.

³ Le Cadre des 7S de McKinsey est un modèle de gestion mis au point dans les années 1980 par des consultants de renom, Robert H. Waterman, Jr. et Tom Peters, qui proposaient une vision organisationnelle stratégique intégrant entreprises, filiales et équipes. Les 7S (*structure, strategy, systems, skills, style, staff* et *shared values*) désignent la structure, la stratégie, les systèmes, les compétences, le style, le personnel et les valeurs partagées.

spectres énergétiques, type de réacteur, applications, ou encore modèle de référence). La majorité de ces informations figurera dans le plan stratégique élaboré dans le cadre de l'étude de faisabilité [2]. Le plan stratégique – ou le résumé qui en est présenté dans le rapport d'étude de faisabilité – devra également renvoyer à une évaluation des autres options qui ont été examinées au motif qu'elles étaient susceptibles de répondre aux besoins des utilisateurs. Le rapport devra en outre indiquer succinctement les modalités de déploiement du programme envisagées par le plan stratégique, en précisant notamment quelles seront les démarches à engager, qui en sera chargé, quels seront les indicateurs utilisés pour mesurer quantitativement l'avancement du projet, quelles seront les ressources qu'il conviendra de mobiliser et quels seront les délais à prévoir en termes d'exécution et de programmation du projet. Il devra donc comprendre, dans un exposé liminaire ad hoc, une synthèse d'un plan stratégique actualisé ; à défaut, ces informations devront être intégralement reprises dans les documents accompagnant le rapport (sous forme de volumes supplémentaires ou d'annexes, par exemple).

Deuxième aspect d'une importance capitale : les motifs qui sous-tendent le projet. Les raisons qui incitent les États Membres à vouloir construire et exploiter un nouveau réacteur de recherche sont, on le sait, diverses et variées. Il peut s'agir de motifs à caractère foncièrement stratégique, tels que l'aspiration à disposer d'une offre sûre de radiopharmaceutiques à usage domestique, la volonté de se doter localement des compétences et capacités indispensables au lancement d'un programme électronucléaire, et ainsi de suite.

Il pourrait à l'inverse s'agir d'un motif commercial rendant impérative la fourniture de services propres à un réacteur nucléaire, tels que des services d'irradiation ou des travaux de recherche portant sur la production et l'exportation de radiopharmaceutiques. Le plus souvent, l'organisme exploitant d'un réacteur de recherche s'emploiera à en optimiser l'usage à des fins à la fois stratégiques et financières [5] – les réacteurs polyvalents proposant toute une gamme de services en sont parfois l'illustration. Néanmoins, à quelques rares exceptions près, les réacteurs destinés à un seul usage et les réacteurs polyvalents sont en règle générale détenus et exploités par des organismes publics, tels qu'une commission nationale de l'énergie atomique, un institut national de recherche nucléaire ou une université.

À l'avenir, le recours à des partenariats entre le secteur public et le secteur privé pourrait s'intensifier pour financer des investissements dans des réacteurs non producteurs de puissance (en d'autres termes, des réacteurs de recherche). Compte tenu de la diversité des motifs et des régimes de propriété, et dans la mesure où l'intérêt des pouvoirs publics devrait prendre en considération les facteurs externes intangibles qui se dessineraient après un laps de temps relativement long (par exemple, des avantages en termes d'éducation et de santé), les évaluations financières et les décisions fondées uniquement sur des indicateurs quantitatifs tangibles risquent de ne pas suffire. Aussi n'est-il peut-être pas idéal de s'en remettre, pour juger de la faisabilité d'un programme de réacteur de recherche, à ces seuls indicateurs et à ces seules projections. Il faudrait en réalité prendre en compte les besoins et les avantages sociaux, technologiques et économiques qui pourraient y être plus largement liés, mais qu'il est parfois difficile de quantifier.

Il faudrait également avoir conscience que les indicateurs financiers tangibles reposant sur les durées de développement et d'exploitation ne sauraient à eux seuls constituer les principaux critères de décision. Outre qu'il est malaisé de déterminer l'évolution des coûts d'exploitation sur plusieurs décennies, il est peu probable qu'un organisme qui exploite un réacteur de recherche sans qu'il y soit poussé par un intérêt commercial impérieux puisse dégager des moyens financiers suffisants au cours de la durée de vie utile dudit réacteur pour lui permettre de s'acquitter de ses obligations relatives au déclassement de ce dernier et à la gestion des déchets radioactifs à long terme [2].

Les coûts associés à tout ce qui touche à la fin de vie du réacteur devront de toute évidence être pris en considération dans l'analyse coûts-avantages d'une étude de faisabilité. La teneur d'un rapport d'étude de faisabilité telle qu'elle est suggérée dans la présente publication peut, à cet égard, être différente de ce que l'on pourrait généralement attendre d'une étude de faisabilité pour de nombreux autres types de grands projets d'infrastructure, comme le montre la figure 4.

Outre les éléments susmentionnés, le rapport d'étude de faisabilité devra expressément inclure d'autres informations contextuelles, notamment une description de la composition et de la structure du

Infrastructure exploitée pour un motif commercial impératif	INSTALLATIONS DE RECHERCHE DÉTENUES ET EXPLOITÉES PAR LE SECTEUR PRIVÉ (ENTREPRISES PHARMACEUTIQUE, P. EX.)	INFRASTRUCTURE PÉTROCHIMIQUE (RAFFINERIES, P. EX.)
Infrastructure stratégique pilotée par les pouvoirs publics	RÉACTEURS DE RECHERCHE	CENTRALES NUCLÉAIRES
	Avantages intangibles ou incertains et coûts importants	Projet principalement dicté par le calcul des coûts et avantages (financiers)

Figure 4. Illustration des secteurs qu'occupent généralement les réacteurs de recherche pour lesquels les considérations sociopolitiques au sens large l'emportent sur les simples arguments économiques et qui nécessitent une ferme adhésion et un engagement sans faille de la part des pouvoirs publics.

futur organisme exploitant (et de son propriétaire, s'il s'agit de deux entités distinctes), de son mandat, de ses responsabilités, de ses dirigeants, de sa gestion et de sa capacité à mettre le projet sur les rails (en d'autres termes, les moyens financiers, techniques et humains disponibles, y compris les liens tissés avec des organisations internationales et des institutions partenaires). Toutes les contraintes ou hypothèses susceptibles de conditionner ou d'influencer de quelque autre manière la base de planification devront par ailleurs être communiquées.

3.4. ANALYSE ET ÉVALUATION DES FACTEURS INFLUANT SUR L'ÉTUDE DE FAISABILITÉ

Pour pouvoir agir sur les différents volets et facteurs appelés à figurer dans toute étude de faisabilité, il faudra réunir des données et informations sur une série de sujets, les analyser et déterminer ensuite en quoi elles pèsent sur la décision relative à la viabilité du projet. Les volets et facteurs en question englobent de nombreux éléments que peut en grande partie maîtriser l'équipe EMP du réacteur de recherche ou son principal organisme d'appui, et qui sont parfois aisément quantifiables. Lorsque tel est le cas, certains points essentiels peuvent être rapidement réglés, au terme d'une évaluation relativement simple.

À l'inverse, quelques-uns refléteront sans doute la situation des infrastructures nationales [2] chargées de soutenir un programme de réacteur de recherche. L'équipe EMP aura peu de prise sur ces éléments qui, de surcroît, ne se prêteront guère à des évaluations quantifiables, de sorte que les décisions en la matière, de même que leur incidence sur la viabilité du projet, exigeront vraisemblablement une appréciation nettement plus subjective (par le truchement, par exemple, de la CEPRR).

Les recommandations formulées dans les pages qui suivent ont été agencées en tenant compte des 19 questions spécifiques d'infrastructure jugées importantes dans l'approche par étapes pour un nouveau projet de réacteur de recherche [2]. L'équipe EMP et les pouvoirs publics seront à même de se forger une idée très complète des obligations et des engagements qu'impliquent la conception, la construction, l'exploitation et le déclassement d'un réacteur de recherche ; il leur faudra pour ce faire s'assurer que les

questions d'infrastructure ont été correctement traitées et que les ressources disponibles suffiront à y faire face. Les pouvoirs publics devront par ailleurs se doter d'une stratégie nationale à long terme qui devra refléter et intégrer les grandes orientations dans lesquelles le programme de réacteur de recherche est supposé trouver sa place aux côtés d'autres composantes de la stratégie.

L'un des documents majeurs qui permet de savoir si les États Membres possèdent une infrastructure nationale répondant aux conditions voulues est celui cité en référence [4]. La méthode qu'il propose repose sur l'autoévaluation. En regard de chaque question figurent des exemples qui indiquent quelles sont les conditions à réunir et comment faire pour apporter la preuve de leur réalisation. À supposer que les politiques, stratégies ou orientations relatives à l'infrastructure nationale fassent apparaître des failles et/ou omissions, il faudra en général une intervention ciblée et des efforts assidus de la part des pouvoirs publics ou autres entités pour y remédier. L'équipe EMP chargée du projet de réacteur de recherche devra en effet être assurée d'entrée de jeu que les questions liées à l'infrastructure nationale peuvent être réglées comme il se doit et que les éventuelles réserves qui pourraient être formulées ne viendront pas entraver à l'excès la viabilité dudit projet – même s'il appartient aux décideurs de se prononcer sur la validité de ces assurances.

Aux fins du rapport d'étude de faisabilité, il faudra nécessairement insister sur l'examen des conditions concernant les 19 questions liées à l'infrastructure nationale auquel il convient de procéder durant la première phase. Pour autant, si l'on veut démontrer la fiabilité de l'ensemble du programme, il sera tout aussi important de prendre également en compte, en les anticipant, les questions qui se poseront dans le cadre des deuxième et troisième phases de l'étude, ainsi que les conditions auxquelles il faudra satisfaire en la matière. Les situations nationales sont cependant à ce point variables que la présente publication préfère ne donner aucune indication quant aux conditions à remplir au cours de ces phases ultérieures. Le document de référence [4] contient néanmoins des informations complémentaires fort utiles.

Les 19 questions liées à l'infrastructure (documents de référence [2] et [4]) devront être analysées et étudiées selon une approche graduée afin de déterminer si elles concernent ou non le programme de réacteur de recherche envisagé. Si l'équipe EMP estime que l'une de ces 19 questions et les conditions à remplir qui y sont associées ne s'appliquent pas audit programme, il conviendra de s'en expliquer clairement dans la section correspondante du rapport d'étude de faisabilité.

3.5. RÉCAPITULATIF DES LACUNES CONSTATÉES EN TERMES D'INFRASTRUCTURE ET MESURES RECOMMANDÉES EN VUE D'Y REMÉDIER POUR CE QUI CONCERNE LA PREMIÈRE PHASE

Lors de la première phase, un exercice complet d'autoévaluation devra être mené à bien pour s'assurer que l'infrastructure en place permet d'entreprendre un nouveau programme de réacteur de recherche et, partant, que toutes les entités ont conscience de leurs rôles et responsabilités au cours de cette phase et de celles qui suivront. Le rapport d'autoévaluation [4] est à cet égard d'une grande utilité pour indiquer comment les questions et conditions en matière d'infrastructure ont été remplies ou réglées. Une attention particulière doit être accordée dans le rapport d'étude de faisabilité aux lacunes ou failles recensées lors de l'analyse réalisée à l'occasion de son établissement. S'il est démontré que ces carences affecteront la viabilité du projet, il faudra en faire clairement état dans la section correspondante du rapport. Outre une description claire de la lacune ou de la faille repérée pour chaque question liée à l'infrastructure nationale, il sera bon d'en préciser le type (problème interne ou extérieur à l'équipe EMP – en d'autres termes, susceptible ou non d'être, selon le cas, maîtrisé ou géré) ainsi que les organismes ou entités qui seront chargés de le corriger. Il conviendra également de trouver les mesures nécessaires pour remédier à la situation, en indiquant les solutions imaginées pour corriger la carence détectée.

Il conviendra d'exposer en détail les différentes questions à régler, les lacunes à combler pour améliorer la situation actuelle et la rendre conforme aux attentes – en précisant également leur importance –, ainsi que les mesures et moyens nécessaires pour y apporter une solution, et, par souci

d'exhaustivité, d'en faire état dans le rapport pour chaque point consacré aux questions d'infrastructure. Il faut avoir conscience que beaucoup de lacunes et failles auxquelles une réponse doit être apportée pour parvenir à une situation satisfaisante sur tel ou tel aspect de l'infrastructure peuvent être liées à des problèmes d'un autre ordre. La solution trouvée sur un point peut aussi valoir, en tout ou en partie, pour un autre point. En vue de structurer et de synthétiser les résultats de cette analyse sous une forme qui se prête à une présentation de haut niveau, et afin de pouvoir mettre en lumière les liens transversaux entre ces multiples aspects, il pourrait être judicieux de suivre ici une simple approche matricielle [4].

Il va de soi que l'importance et les répercussions des lacunes et failles constatées seront de mieux en mieux cernées à mesure que le projet avance et que toutes les conditions requises concernant l'infrastructure nationale devront être réunies avant que le réacteur de recherche n'entre en service. Cela étant, le règlement de certaines questions devra se faire par étapes. Aussi pourrait-il être approprié, au cas où une carence ne serait pas totalement comblée lors de la première phase – celle de l'avant-projet – dont doit rendre compte le rapport, de se limiter à recenser les restrictions et insuffisances qui subsistent et qui risquent d'être toujours présentes au cours des deuxième et troisième phases ; peut-être aussi serait-il indiqué de suggérer de prévoir par la suite des contre-mesures et de préciser à quelle date il serait préférable de les déployer. Il est absolument essentiel d'identifier et de décrire, au stade de l'avant-projet, les différentes lacunes et de déterminer les contre-mesures à prendre pour franchir l'étape 1 [2, 4].

Certaines lacunes recensées peuvent concerner plusieurs questions d'infrastructure, de sorte qu'il conviendra de les recouper afin de s'assurer que i) chaque lacune est dûment prise en compte pour toutes les questions et que ii) les moyens requis pour l'application d'éventuelles contre-mesures ont été optimisés en veillant à éviter les chevauchements et à tirer parti des synergies potentielles. Il arrive parfois que les actions correctives et autres contre-mesures qu'appellent des carences au demeurant parfaitement identifiées ne soient pas jugées revêtir un caractère d'urgence et puissent dépendre d'une analyse plus poussée, ou qu'il soit préférable d'attendre d'y voir plus clair quant à leurs implications. Il est recommandé d'indiquer dans le rapport d'étude de faisabilité en quelles circonstances un tel cas de figure est possible.

Chaque lacune ou faille recensée lors de la première phase doit faire l'objet d'une évaluation destinée à déterminer en quoi elle pourrait affecter la faisabilité globale du programme. Une réévaluation périodique des résultats de l'analyse des lacunes par l'équipe chargée d'établir le rapport devra être programmée afin de pouvoir lancer des mises en garde sur les questions qui ne sont pas correctement réglées ou qui ne l'ont pas été en temps et en heure, et qui occasionnent de ce fait des retards dans le calendrier du projet ou qui compromettent gravement la faisabilité du programme.

3.6. ANALYSE COÛTS-AVANTAGES ET PRÉVISIONS BUDGÉTAIRES

Pour pouvoir apprécier la faisabilité économique et financière d'un programme de réacteur de recherche, le rapport d'étude de faisabilité devra fournir des estimations très pointues quant aux investissements nécessaires pour la conception et la construction du réacteur. Il faudra par ailleurs évaluer les coûts récurrents liés à l'étude de faisabilité proprement dite ainsi que ceux qu'entraîneront ultérieurement l'exploitation, la maintenance et le déclassement du réacteur. Pour être complet, l'exercice d'estimation des coûts devra aussi prendre en considération les frais générés par les mesures à prendre pour mettre en place une infrastructure nationale appropriée. L'analyse budgétaire préliminaire exige, à l'instar du chiffrage des coûts, une estimation des recettes escomptées établie en fonction de l'usage auquel est destiné le réacteur de recherche. Cette analyse financière de haut niveau a simplement pour but d'indiquer les coûts et les revenus potentiels du projet, qui permettront de se faire une idée de sa viabilité financière dès les premiers stades de la planification.

Ainsi qu'il a été dit plus haut, étant donné la diversité des motifs et des régimes de propriété, et compte tenu de ce que l'intérêt des pouvoirs publics à investir dans un réacteur de recherche devrait inclure les effets externes intangibles qui en résulteraient à plus ou moins long terme – tels que ses avantages sur les plans éducatif et sanitaire, par exemple –, il faudrait peut-être éviter de s'en tenir à des

évaluations financières reposant exclusivement sur les indicateurs aisément quantifiables que constituent les dépenses, les revenus et l'amortissement des actifs corporels. Aussi n'est-il peut-être pas idéal de s'en remettre, pour juger de la faisabilité d'un programme de réacteur de recherche, à ces simples projections et indicateurs financiers. Mieux vaudrait en réalité prendre en compte les avantages sociaux, technologiques et économiques qui pourraient y être plus largement associés – facteurs intangibles qu'il est cependant parfois difficile de quantifier. En dépit de cette apparente complexité, une analyse coûts-avantages rigoureuse s'impose, car c'est sur elle que reposeront les investissements et les décisions à prendre. Outre qu'ils disposeraient ainsi d'une estimation assez précise des coûts directs liés à la construction, à l'exploitation et au déclassement du réacteur de recherche en se laissant toutefois une marge d'incertitude raisonnable, les pouvoirs publics devraient aussi mettre dans la balance les « recettes » qu'ils pourraient tirer d'un tel projet. Il leur faudra pour ce faire établir des prévisions de revenus tangibles reflétant la demande escomptée de produits et services, et traduire les avantages intangibles en mesures financières quantifiables. Une analyse de ce type, dont la description dépasse le cadre de la présente publication, pourra être réalisée sans difficulté en appliquant diverses méthodes existantes, notamment l'analyse comparative et l'analyse de valeur, à des hypothèses et scénarios appropriés. L'essentiel de notre propos sera consacré, dans le reste de ce point, aux estimations budgétaires et, plus particulièrement, aux mesures financières tangibles.

Il est important de s'assurer que les considérations budgétaires qui figurent dans le rapport d'étude de faisabilité comportent une estimation des coûts et revenus du réacteur de recherche sur toute sa durée de vie et de veiller à ce qu'elle soit assortie de marges appropriées pour toutes les phases du projet. Afin d'étayer les estimations budgétaires et de structurer les estimations de coûts, il conviendra de répartir les coûts associés à un projet de réacteur de recherche en différentes catégories organisées selon un ordre logique. Une grille indicative pourra ainsi être réalisée, qui établira les coûts approximatifs liés notamment aux principaux éléments que sont :

- l'étude de faisabilité proprement dite [13] : constitution des équipes et formation à prévoir à leur intention, élaboration d'un plan stratégique préliminaire, autoévaluation de l'infrastructure nucléaire nationale, choix d'un ou de plusieurs sites candidats présélectionnés, services de conseil et contrats de sous-traitance auprès d'experts externes ;
- le processus d'appel d'offres [6] : établissement des offres, évaluation, attribution des marchés et activités de suivi ;
- les ressources humaines [14] : frais de personnel, notamment ceux qui concernent les agents administratifs, les techniciens et les cadres qui seront affectés au futur organisme d'exploitation, à l'instance de réglementation et autres autorités, ainsi que ceux appelés à gérer et superviser le projet tout au long des phases de planification et de développement, et rémunérations et frais généraux liés aux agents d'exploitation dans le cadre de l'utilisation du réacteur de recherche ;
- le site [15] : frais d'études, de caractérisation et d'acquisition, et coûts associés à la préparation du terrain et à la maintenance des installations – aménagement de voies carrossables, raccordement aux différents réseaux (électricité, eau, assainissement), pose de clôtures, par exemple ;
- l'appui technique externe : services techniques divers et variés qui seront nécessaires pendant la durée de vie du projet et dont certains pourront être totalement ou partiellement sous-traités ;
- les services de consultation juridique et autres : avocats, économistes et autres professionnels auxquels il conviendra selon toute vraisemblance de faire ponctuellement appel ;
- les travaux de construction : frais de personnel, de matériaux et d'équipements à prévoir pour la construction des bâtiments et autres infrastructures du site et pour le réacteur de recherche, ainsi que pour les installations et les activités de soutien auxiliaires. Des travaux pourront également être nécessaires par la suite en vue d'une extension des installations ;
- l'exploitation et la maintenance ultérieures : les achats récurrents de matériel et de consommables devront être chiffrés sur une base annuelle à la lumière d'une grille de référence établie en fonction de leur utilisation ;

- le combustible nucléaire [16] : mise au point, approvisionnement et conditionnement du combustible usé, entreposage provisoire et à long terme, renvoi du combustible usé au fournisseur et/ou stockage définitif ;
- la gestion des déchets radioactifs et du combustible usé [17, 18] ;
- le démantèlement et le déclasséement [19] : y compris la remédiation du site selon que de besoin ;
- les accords de garanties ;
- les évaluations et accords en matière de sécurité [20] ;
- les évaluations et les autorisations en matière de sûreté [21].

Ces différents éléments qui s'étaleront sur toute la durée de vie du projet pourront être rangés sous un petit nombre de rubriques, à l'image de celles reproduites dans la figure 5.

Outre les estimations des coûts qui interviendront tout au long du projet, il faudra évaluer les revenus financiers que ce dernier pourrait produire, en se fondant sur la stratégie envisagée pour son exploitation [5]. Les services à fournir devront à l'évidence être établis à la lumière d'une analyse des besoins actuels et futurs en la matière. Il conviendra de s'appuyer sur les estimations de coûts, les flux de recettes et les sources de financement pour déterminer les besoins de trésorerie propres à chacune des catégories d'estimations de coûts précitées. Ces dernières devront également indiquer à quel moment devront être engagées les dépenses afférentes aux différentes phases du projet (élaboration, construction, exploitation courante, déclasséement, etc.). L'établissement d'une liste précisant les principales hypothèses sur lesquelles reposent les éventuelles projections sera ici d'une importance majeure.

Aux coûts directs liés au développement et à l'exploitation du réacteur de recherche et de ses installations auxiliaires sur toute la durée de vie du projet viendront s'ajouter des exigences supplémentaires imposées par les pouvoirs publics et éventuellement par d'autres parties prenantes : obligations relatives au financement des organismes de réglementation, organisation de formations théoriques et pratiques, besoins d'infrastructures supplémentaires, voire dispositions à prendre pour la gestion des déchets radioactifs. L'équipe EMP ou le principal organisme d'appui risque d'avoir bien du mal à évaluer avec plus ou moins de certitude les coûts que cela pourrait représenter, mais leur estimation est indispensable pour procéder à une analyse budgétaire générale. D'où l'importance capitale d'associer, pour l'établissement du rapport, les organismes publics concernés et des consultants externes.

Même pour une analyse financière basique telle que l'on s'attend à trouver dans un rapport d'étude de faisabilité, force est de constater que l'estimation des sommes à déboursier et des revenus attendus est un exercice complexe, et qu'il existe un grand nombre d'autres techniques et outils capables de déterminer les coûts et avantages qui doivent être renseignés dans cette étude. Il ne nous appartient pas d'évaluer ici ces techniques et outils ; qu'il nous soit seulement permis de signaler, pour ne donner qu'un seul exemple, qu'il est possible de s'en remettre pour ce faire à la méthode axée sur le rapport coûts-avantages.

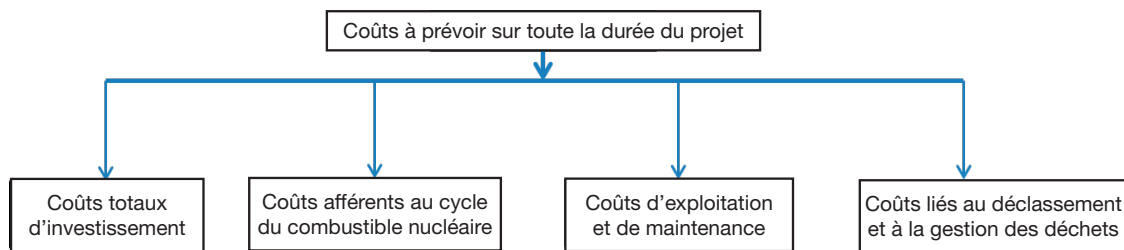


Figure 5. Catégorisation des principaux coûts à prévoir pour un programme de réacteur de recherche sur toute sa durée.

3.7. GESTION DU RISQUE

La gestion du risque est une composante primordiale des bonnes pratiques de gestion qu'il convient de respecter tout au long d'un projet de réacteur de recherche, y compris lors de la réalisation de l'étude de faisabilité. Bien qu'il soit très souvent perçu comme étant immanquablement voué à un échec, le risque est en réalité la conséquence d'incertitudes par rapport à un objectif, que ces incertitudes relèvent d'une opportunité (positive) ou d'une menace (négative). Une certaine prise de risques est inévitable si l'on veut que les objectifs du projet soient atteints, et il faut que ces risques soient identifiés et gérés autant que faire se peut. Dès lors qu'ils ne peuvent être totalement évités, ils constituent un facteur essentiel dont il convient de tenir compte dans la gestion de tout projet, et leur évaluation, solide et pertinente, doit faire partie intégrante des décisions stratégiques. Un projet de réacteur de recherche n'a de chance d'aboutir qu'à la condition que ses responsables maîtrisent et limitent les risques : il est en effet, comme tout projet, entouré d'impondérables dont nul ne peut prédire l'issue avec certitude. L'un des aspects importants du rapport d'étude de faisabilité, qui renforcera la viabilité du projet, consistera à étayer l'approche de l'équipe EMP concernant la gestion de ces risques et à démontrer qu'ils sont identifiés et sous contrôle.

Il s'agira en l'espèce de gérer l'exposition aux risques ; il conviendra, en d'autres termes, de s'attacher à déterminer quels sont les risques susceptibles de se matérialiser, à réduire si possible leur incidence et à atténuer, le cas échéant, leurs répercussions potentielles sur le projet. Le but est ici de faire en sorte que cette exposition demeure d'un niveau acceptable sans que cela entraîne des coûts excessifs.

La gestion des facteurs de risque suppose que l'on ait accès à :

- des informations fiables et à jour les concernant ;
- des processus décisionnels s'appuyant sur un cadre d'analyse et d'évaluation ;
- des moyens de surveillance de ces risques ;
- un mécanisme de contrôle adéquat pour y faire face.

L'une des solutions souvent utilisées pour réunir des informations concernant les risques perçus et évaluer leur importance, ainsi que pour consigner les actions qui doivent être ou ont été prises en la matière consiste à établir un plan de gestion des risques et un registre des risques. Ce dernier, qui peut se présenter sous la forme d'un document très simple, n'en est pas moins un outil de communication des plus utiles lorsqu'il faut partager des informations avec toutes les parties concernées par l'identification et la gestion des risques.

Les risques sont généralement évalués selon leur gravité potentielle. Il est d'usage d'exprimer le degré d'un risque comme étant le produit de deux paramètres : sa probabilité et son impact. La probabilité qu'un événement se matérialise est généralement appréciée selon une échelle qualitative. Pour chaque risque identifié, il faudra ici déterminer la probabilité de réalisation de l'événement. On pourrait, par exemple, utiliser les cinq degrés de probabilité suivants :

- très faible ;
- peu probable ;
- probable ;
- hautement probable ;
- quasi certain.

L'impact d'un risque lorsque survient effectivement l'événement malheureux (parfois dénommé la « conséquence ») est lui aussi apprécié de manière qualitative, en se fondant sur un avis d'expert dans un cadre cohérent. Pour chaque risque identifié, il faudra répondre à la question suivante : « À supposer que l'événement se produise, quelle sera l'ampleur de sa conséquence ou de son impact ? » On pourra par exemple classer les niveaux d'impact comme suit :

- minime ou nul ;

- modeste ;
- modéré ;
- majeur : retards à prévoir, mais l'étape pourra être franchie ;
- inacceptable : l'étape ne pourra pas être franchie.

Le risque résulte de la combinaison d'un danger et de la vulnérabilité du projet. Même s'il est possible d'évaluer l'impact d'un risque donné, son importance dépendra de la tolérance au risque dont fait preuve l'individu ou l'organisme appelé à le prendre. D'où la nécessité, en règle générale, d'établir pour chaque organisme une échelle de risque. Dans le cas, par exemple, d'un organisme opérant dans le secteur des réacteurs de recherche, l'impact des risques pourra être déterminé sous quatre angles :

- la faisabilité technique et les conséquences qui en découlent en termes de performance ;
- le calendrier des travaux ;
- les coûts ;
- les répercussions sur d'autres groupes.

L'équipe EMP devra définir la stratégie à mettre en œuvre face aux risques. La stratégie la plus courante se présente comme suit :

- éviter le risque ;
- si le risque est inévitable, le transférer (à quiconque semble le mieux à même de le gérer) ;
- si le risque ne peut être transféré, l'atténuer ;
- s'il n'est pas possible de l'atténuer, accepter le risque ou le gérer.

L'atténuation d'un risque suppose de réduire la probabilité de le voir se concrétiser, de minimiser l'exposition à ce risque s'il survient, ou de limiter les effets délétères qui résultent de sa réalisation. Plusieurs solutions sont possibles pour atténuer un risque, notamment celles qui consistent à le partager (en l'étalant sur différents marchés, par exemple) ou à prévoir des mesures d'urgence. Lorsqu'il s'avère impossible d'atténuer un risque, on peut en théorie espérer que seuls les risques négligeables devront être acceptés et gérés ; dans les faits, tel n'est cependant pas toujours le cas.

Un registre des risques est un moyen commode d'enregistrer les informations relatives aux risques et aux décisions dont ils ont éventuellement fait l'objet, ce qui permet de veiller à ce que tous les membres de l'équipe de projet en soient avertis et de les communiquer à d'autres parties prenantes. Un tel registre indiquera le plus souvent :

- la liste de tous les dangers liés au projet de réacteur de recherche ;
- les risques réputés découler de ces dangers ;
- le niveau de risque estimé pour chacun d'entre eux (probabilité x impact) ;
- la réaction envisagée pour y faire face ;
- le stade du projet auquel interviendra la réaction, et qui s'en chargera ;
- l'effet estimé de la réaction ;
- qui supportera la conséquence du risque, le cas échéant.

La pratique normale voudrait que le responsable de la gestion du risque soit tenu de passer les facteurs de risque en revue une fois par mois minimum et que la direction du projet réexamine elle aussi, tous les mois ou tous les trimestres, les risques les plus importants.

Dans les projets de réacteurs de recherche, les risques parmi les plus difficiles à gérer seront ceux qui ont trait aux interventions des parties prenantes extérieures sur lesquelles l'équipe EMP n'a parfois que peu ou pas d'influence directe – les instances de réglementation et les communautés locales touchées par le projet. Ces acteurs extérieurs ont le pouvoir de peser considérablement sur l'exécution d'un projet de réacteur de recherche, et il incombera au promoteur d'élaborer une stratégie pour tenter de communiquer

avec ces parties prenantes externes (et d'autres) afin de limiter la probabilité et les répercussions des risques en question. Parmi les risques externes auxquels l'équipe EMP pourrait être exposée figurent notamment :

- les incertitudes quant à l'engagement et au soutien des autorités nationales ;
- les désaccords concernant l'évaluation des besoins potentiels des utilisateurs et des clients, et la réponse à y apporter pour ce qui est de la nature et du volume des produits et services ;
- les incertitudes ou les modifications notables relatives au cahier des charges fonctionnel du réacteur et/ou de ses installations auxiliaires ;
- les retards apportés par les parties prenantes à des décisions d'une importance cruciale pour la mise en œuvre du projet ;
- les difficultés à obtenir des instances de réglementation le feu vert à des moments clés du projet ;
- les retards ou les perturbations que pourrait subir le processus de choix préliminaire du site en raison d'une forte opposition au projet de la part de groupes de pression ;
- les incertitudes quant aux modalités des approvisionnements en combustible ;
- les incertitudes relatives au financement du projet.

L'évaluation des risques ne doit pas seulement couvrir les aspects techniques d'un projet de réacteur de recherche ; elle doit aussi s'intéresser à ses aspects sociaux et politiques ainsi qu'aux risques associés à son montage et à son financement. Aussi serait-il bon de définir des catégories de risques spécifiques à prendre en considération pour chaque projet, de façon à faciliter la tâche des responsables en charge de la gestion de ces risques et à les aider à les analyser, les documenter, les présenter et les réévaluer.

L'identification, l'évaluation et la gestion des risques sont des composantes essentielles de tous les projets de réacteurs de recherche, quels que soient le type de réacteur, sa puissance, son propriétaire et autres critères. À mesure que l'envergure et la complexité du projet se dessinent, il peut se révéler nécessaire de prévoir de recourir, de temps à autre, à une procédure plus approfondie de gestion des risques. L'approche envisagée pour la gestion et le registre initial des risques doit être définie au stade de l'avant-projet, puis progressivement affinée et maintenue tout au long de la durée de vie du projet. Il conviendra d'expliquer dans le rapport d'étude de faisabilité comment l'approche fondée sur les risques a été mise à profit pour gérer les effets potentiels d'événements incertains qui pourraient survenir pendant la durée du projet, de manière à renforcer la confiance dans la viabilité des propositions.

L'état d'avancement du projet doit être en permanence comparé au calendrier prévisionnel et aux interventions définies dans le plan stratégique, afin de pouvoir détecter les risques susceptibles de peser sur sa faisabilité. En outre, les risques que posent les lacunes mentionnées plus haut dans la section 3 doivent être analysés et consignés dans le registre, conjointement avec ceux qui résultent de la mise en œuvre du projet.

Il ne faut jamais perdre de vue que, moyennant un minimum d'effort et de discernement, les risques qui ont été identifiés peuvent être parfaitement maîtrisés et gérés à toutes les phases du projet. La méconnaissance de l'approche d'un projet fondée sur les risques peut compliquer, dans un premier temps, la mise au point d'un plan de gestion et d'un registre des risques appropriés, mais l'effort que cela exige en vaudra largement la peine et sera même indispensable. La tentation peut aussi être grande de considérer la gestion du risque comme un exercice théorique. Ce serait faire fausse route. Il est absolument primordial d'avoir conscience des risques et de leurs implications. Au même titre qu'il convient de réexaminer régulièrement les risques proprement dits et les réponses circonstanciées à y apporter s'ils venaient à se concrétiser, les outils de gestion des risques auxquels il est fait appel doivent être périodiquement évalués pour s'assurer qu'ils sont toujours adaptés.

On trouvera à l'annexe II du document de référence [3] et dans le document de référence [22] plus de précisions à ce sujet, ainsi qu'un certain nombre d'exemples illustrant l'analyse, l'évaluation et la gestion des risques associés à un projet de réacteur de recherche.

3.8. SYNTHÈSE DU RAPPORT D'ÉTUDE DE FAISABILITÉ

Le rapport d'étude de faisabilité doit comporter, en guise de conclusion, une synthèse exposant succinctement comment a été réalisée ladite étude, à quelles analyses il a été procédé et quels en ont été les principaux résultats. Cette brève synthèse doit démontrer que le projet :

- a établi qu'il était nécessaire de s'équiper d'une installation de réacteur de recherche et est en mesure, après examen des différentes options, de répondre à ces besoins ;
- pourrait être mis en œuvre par une entité (futur propriétaire/exploitant ou propriétaire-exploitant) possédant l'aptitude et les moyens de le mener à bien ;
- a répertorié les 19 questions liées à l'infrastructure nationale auxquelles une réponse satisfaisante doit être donnée pour appuyer son exécution, sachant que cela peut exiger des engagements de la part des autorités nationales et autres parties prenantes ainsi que du futur propriétaire/exploitant ;
- est entièrement chiffré sur toute sa durée de vie, si élevés soient ces coûts, et tient compte de facteurs externes tant positifs que potentiellement négatifs ;
- intègre comme il se doit l'ensemble des risques majeurs qui y sont associés du début jusqu'à la fin de son cycle de vie ;
- est a priori accepté par le grand public ou la population locale.

La synthèse doit également revenir dans les grandes lignes sur chacune des 19 questions liées à l'infrastructure nationale et formuler des recommandations quant aux mesures les plus urgentes à prendre pour remédier à d'éventuelles carences. Les recommandations relatives à chaque question doivent consister en des démarches que l'équipe EMP sera invitée à accomplir pour venir à bout des principales difficultés recensées pour la phase immédiate du projet (première phase) et celles à venir, et doivent également indiquer les interventions et ressources que les autorités et autres parties prenantes devront engager en ce qui concerne les lacunes et failles qui ressortent desdites questions.

Dès lors qu'il aura été démontré que l'étude de faisabilité a donné lieu à une analyse approfondie dont il a été tiré des résultats objectifs, la principale conclusion sur laquelle devra s'achever le rapport ne pourra consister qu'à recommander, selon le cas :

- de lancer sans plus attendre le projet de réacteur de recherche ;
- de prendre des mesures supplémentaires et/ou correctives avant d'aller plus loin ;
- de reconsidérer l'opportunité du projet.

Cette recommandation se doit d'être tranchée : elle témoignera de la position claire et cohérente qui aura été prise quant à la faisabilité du projet telle qu'elle ressort d'une analyse solide et approfondie. Elle devra permettre aux responsables, après examen minutieux, d'étayer leur décision relative à la viabilité du projet, qu'elle soit positive ou négative.

4. CONCLUSION

L'étude de faisabilité a pour fonction de déterminer si la proposition qui est soumise est objectivement viable et si elle est assortie d'éléments factuels et d'arguments suffisants et appropriés. Elle constitue, face à un projet de développement de grande ampleur, un élément essentiel du processus de décision et donne lieu à la publication d'un document technique, le rapport d'étude de faisabilité, qui vient officiellement étayer, sur la base de diverses analyses et évaluations, la viabilité et la durabilité d'un projet de réacteur de recherche en appréciant de façon critique la justification d'une nouvelle installation et en examinant les différents facteurs susceptibles d'avoir des répercussions sur la réussite du projet et

sur la probabilité que ce réacteur puisse, dans des conditions sûres et économiques, répondre aux objectifs qui lui ont été assignés. C'est elle qui peut être à l'origine d'investissements à long terme ; c'est elle aussi qui pointe du doigt les carences en termes d'infrastructure et qui sous-tend toute la conception de l'installation.

Après avoir passé en revue les préalables requis pour une étude de faisabilité, nous avons indiqué, dans la présente publication, ce que devrait contenir une telle étude, en insistant plus particulièrement sur la nécessité de procéder à des évaluations concernant la validité des dispositifs existants relatifs aux 19 questions liées à l'infrastructure nationale – dispositifs qui sont d'une grande importance pour assurer la sûreté et la sécurité d'un nouveau réacteur de recherche ainsi que pour veiller à la durabilité de sa conception, de sa construction, de son exploitation et de son déclassement. Nous avons fait état, pour chaque question liée à l'infrastructure, des obligations et engagements majeurs auxquels les autorités ainsi que l'équipe EMP ou le principal organisme d'appui étaient tenus, et l'accent a été mis sur la nécessité de corriger les failles et de combler les lacunes qui existent entre la réalité actuelle et la situation telle qu'elle devra se présenter à l'avenir. Nous avons aussi souligné combien il est important d'inclure dans le rapport une analyse coûts-avantages et insisté sur la nécessité de retenir, s'agissant du volet budgétaire, le haut de la fourchette des estimations. Nous avons aussi relevé un autre élément important à prévoir dès le début du projet, à savoir la gestion du risque ; l'étude de faisabilité devra démontrer que le promoteur a procédé à une évaluation des risques associés au projet et pris des mesures visant à les limiter ou à en atténuer les conséquences, ou qu'il a mis en place une stratégie pour les gérer.

Le point d'orgue des travaux réalisés pour déterminer la faisabilité d'un nouveau programme de réacteur de recherche consistera à établir le rapport, document dont il devra ressortir que l'État Membre concerné est en mesure de prendre une décision éclairée quant à l'opportunité ou non de lancer un tel programme.

RÉFÉRENCES

- [1] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Applications of Research Reactors, IAEA Nuclear Energy Series No. NP-T-5.3, IAEA, Vienna (2014).
- [2] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Specific Considerations and Milestones for a Research Reactor Project, IAEA Nuclear Energy Series No. NP-T-5.1, IAEA, Vienna (2012).
- [3] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Strategic Planning for Research Reactors, IAEA Nuclear Energy Series No. NG-T-3.16, IAEA, Vienna (2017).
- [4] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Evaluation of the Status of National Nuclear Infrastructure Development, IAEA Nuclear Energy Series No. NG-T-3.2 (Rev. 1), IAEA, Vienna (2016).
- [5] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Technical Requirements in the Bidding Process for a New Research Reactor, IAEA Nuclear Energy Series No. NP-T-5.6, IAEA, Vienna (2014).
- [6] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Utilization Related Design Features of Research Reactors: A Compendium, Technical Reports Series No. TRS 455, IAEA, Vienna (2007).
- [7] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Commercial Products and Services of Research Reactors, IAEA-TECDOC-1715, IAEA, Vienna (2013).
- [8] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Stakeholder Involvement Throughout the Life Cycle of Nuclear Facilities, IAEA Nuclear Energy Series No. NG-T-1.4, IAEA, Vienna (2011).
- [9] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Applications of Research Reactors towards Research on Materials for Nuclear Fusion Technology, IAEA-TECDOC-1724, IAEA, Vienna (2013).
- [10] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Use of a Graded Approach in the Application of the Safety Requirements of Research Reactors, IAEA Safety Standards Series No. SSG-22, IAEA, Vienna (2012).
- [11] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Safety of Research Reactors, IAEA Safety Standards Series No. SSR-3, IAEA, Vienna (2016).
- [12] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Code of Conduct on the Safety of Research Reactors, IAEA, Vienna (2006).
- [13] KOREA DEVELOPMENT INSTITUTE, General Guidelines for Preliminary Feasibility Studies (fifth edition), Public and Private Infrastructure Investment Management Centre, Seoul (2008).
- [14] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The Operating Organization and the Recruitment, Training and Qualification of Personnel for Research Reactors, IAEA Safety Standards Series No. NS-G-4.5, IAEA, Vienna (2008).
- [15] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Site Evaluation for Nuclear Installations, IAEA Safety Standards Series No. NS-R-3 (Rev. 1), IAEA, Vienna (2016).
- [16] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Cost Aspects of the Research Reactor Fuel Cycle, IAEA Nuclear Energy Series No. NG-T-4.3, IAEA, Vienna (2010).
- [17] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Handling and Processing of Radioactive Waste from Nuclear Applications, Technical Report Series No. 402, IAEA, Vienna (2001).
- [18] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Policies and Strategies for Radioactive Waste Management, IAEA Nuclear Energy Series No. NW-G-1.1, IAEA, Vienna (2009).
- [19] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Cost Estimation for Research Reactor Decommissioning, IAEA Nuclear Energy Series No. NW-T-2.4, IAEA, Vienna (2013).
- [20] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Nuclear Security Management for Research Reactors and Related Facilities, IAEA, Vienna (2016).
- [21] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Safety Analysis for Research Reactors, Safety Reports Series No. 55, IAEA, Vienna (2008).
- [22] CLAYTON, C.R.I., Managing Geotechnical Risks, Report prepared under the DETR Partners in Technology programme for the Institution of Civil Engineers, London, Thomas Telford Publishing, London (2001).

Annexe I

LISTE DES RUBRIQUES PROPOSÉES POUR UN RAPPORT D'ÉTUDE DE FAISABILITÉ RELATIF À UN NOUVEAU PROGRAMME DE RÉACTEUR DE RECHERCHE

Le modèle ci-après peut servir à la préparation d'un rapport d'étude de faisabilité relatif à un nouveau programme de réacteur de recherche. Il revêt nécessairement un caractère général et ne saurait en aucun cas prétendre à l'exhaustivité ; aussi devra-t-il être adapté pour répondre aux besoins particuliers des États Membres. Le rapport devra reposer sur une étude de faisabilité solide et détaillée, établie par un personnel expérimenté spécialisé dans des domaines divers et multiples (utilisation des réacteurs de recherche, technologie, sûreté, questions juridiques, gestion du projet, finances et comptabilité, relations publiques, etc.). Il devra au final constituer une évaluation faisant ressortir les raisons pour lesquelles il apparaît justifié de le soumettre aux pouvoirs publics et autres parties prenantes afin de leur permettre de se prononcer en toute connaissance de cause.

Nous suggérons de structurer le rapport comme suit.

- Partie 1 : Informations générales et contextuelles qui fassent notamment état des exigences des parties prenantes, des solutions alternatives et d'une description du programme précisant la base de clients potentiels, les services à fournir, de même que les contraintes et hypothèses liées à des facteurs externes
 - 1.1. Informations générales
 - 1.2. Principales parties prenantes, recensement et quantification des besoins (justification)
 - 1.3. Possibilités offertes (y compris, le cas échéant l'alignement sur des objectifs nationaux)
 - 1.4. Synthèse du plan stratégique préliminaire
 - 1.5. Description de l'installation appelée à accueillir le réacteur de recherche proposé (cahier des charges fonctionnel) et portée des prestations prévues (y compris l'identification du ou des sites potentiels)
 - 1.6. Confirmation, à titre informatif, de la volonté, de la capacité et des moyens que possède le futur organisme exploitant d'assurer la conception, la construction, l'exploitation et le déclassement de l'installation
- Partie 2 : Analyse comprenant notamment une présentation des méthodes d'évaluation employées, des données et critères utilisés, ainsi qu'un examen critique des divers facteurs à prendre en considération pour se prononcer sur la faisabilité du projet
 - 2.1. Périmètre de l'analyse, des hypothèses et des contraintes
 - 2.2. Méthodes d'analyse suivies
 - 2.3. Études approfondies de la demande
 - 2.4. Études des options techniques
 - 2.5. Examen critique des questions liées à l'infrastructure nationale et des conditions exigées pour la première phase (19 questions)
 - 2.6. Prise en compte des conditions requises en matière d'infrastructure nationale pour les deuxième et troisième phases
 - 2.7. Incertitudes, informations manquantes et hypothèses
 - 2.8. Solutions alternatives pour la passation des marchés et la gestion des fournisseurs
 - 2.9. Options préliminaires concernant la conception, la construction, l'exploitation et le déclassement
 - 2.10. Analyse économique (incluant un modèle de coûts financiers, les scénarios possibles et des études de sensibilité)
 - 2.11. Recensement des risques, analyse et stratégies de gestion envisageables

- Partie 3 : Résultats indiquant les coûts et avantages du projet, les possibilités qui pourraient être exploitées et les principaux risques qu'il conviendrait d'éviter, de réduire ou d'atténuer, et plan de mise en œuvre
 - 3.1. Résultats des études relatives à la demande de produits et services (nature, qualité, volume, etc., desdits produits et services)
 - 3.2. Solutions technologiques
 - 3.3. Modèles de gestion, de gouvernance et de dotation de personnel
 - 3.4. Résultats de l'analyse des lacunes au regard des 19 conditions liées aux infrastructures nationales
 - 3.5. Résumé des besoins financiers, du financement du programme et du budget pluri-annuel
 - 3.6. Calendrier de mise en œuvre précisant notamment les points de décision et les étapes importantes
 - 3.7. Modèle économique et plan d'action pour son exécution
 - 3.8. Gestion du risque
- Partie 4 : Synthèse présentant notamment des conclusions et recommandations ainsi qu'un bref argumentaire quant à la viabilité du projet

Annexe II

SYNTHÈSE D'UNE RÉUNION TECHNIQUE DE L'AIEA

La réunion technique de l'AIEA sur le rôle des réacteurs de recherche dans l'appui aux programmes électronucléaires s'est tenue du 21 au 24 juin 2016 au siège de l'AIEA, à Vienne. L'objectif principal de la réunion était de donner aux participants la possibilité de mettre en commun et d'examiner des données d'expérience, les difficultés rencontrées et les enseignements tirés quant au rôle que les réacteurs de recherche ont joué, et jouent, dans l'appui aux programmes électronucléaires en cours. La réunion a rassemblé 30 participants de 24 États Membres.

À l'issue des exposés présentés et à la lumière des discussions auxquelles ils ont ensuite donné lieu, les participants ont conclu que les réacteurs de recherche pouvaient effectivement apporter une contribution notable aux nouveaux programmes électronucléaires ou à ceux déjà en place. Plusieurs grands domaines de contribution ont été recensés : 1) recherche-développement (R-D), 2) mise en valeur des ressources humaines, 3) sensibilisation du public et renforcement de la confiance, 4) élaboration d'autres éléments de l'infrastructure nationale.

II-1. RECHERCHE-DÉVELOPPEMENT

Les participants se sont dits conscients que les réacteurs de recherche constituent des outils indispensables pour tester des matières et combustibles qui puissent assurer le maintien en exploitation, la prolongation de la durée de vie et la sûreté du parc existant de centrales nucléaires ainsi que pour permettre la mise au point de nouvelles technologies électronucléaires et de nouveaux cycles du combustible. Cela étant, l'industrie nucléaire mondiale peut d'ores et déjà compter sur quelques réacteurs d'essai de matériaux capables de rendre de tels services. Aussi les participants ont-ils estimé que, compte tenu des coûts et du temps qu'exige la construction d'un réacteur de recherche qui soit en mesure de doter un pays de capacités de cet ordre, mieux vaudrait mettre en place des programmes de collaboration ou des consortiums internationaux s'articulant autour de réacteurs de recherche à haute performance existants ou prévus. Ils ont fait observer que la coopération internationale dans le domaine des réacteurs de recherche concourt efficacement à l'exploitation des centrales nucléaires dans le monde entier et que les entreprises de services publics s'en remettent à ces programmes internationaux de collaboration pour répondre à leurs besoins de R-D.

Les participants ont également relevé que les États Membres qui se lancent dans des programmes électronucléaires recherchent généralement des centrales nucléaires de conception éprouvée, homologuées dans l'État d'origine ; leur choix ne se porte pas sur des centrales d'un type inédit, soucieux en cela de limiter les risques que comporte la construction d'une installation totalement nouvelle et de réduire au maximum les incertitudes quant aux coûts que cela suppose. Ils ont donc considéré que le fait de s'équiper d'un réacteur de recherche national qui serait affecté à la phase initiale des travaux de R-D ne serait guère d'une grande contribution, à court ou moyen terme, à l'élaboration d'un programme électronucléaire dans les pays primo-accédants.

Les participants ont également souligné que les réacteurs de recherche de faible et de moyenne puissance offraient l'avantage de contribuer à des travaux de R-D qui profitent au secteur électronucléaire (notamment pour ce qui concerne le cycle du combustible), et ce dans divers domaines : mesures de données nucléaires, mise au point et validation de codes, ou encore essais et étalonnage de détecteurs de rayonnements et de systèmes de commande destinés aux centrales nucléaires. Ils ont fait remarquer que ces activités se prêtaient aussi, dans certains cas, à une coopération internationale. Ils ont néanmoins reconnu que certains États Membres exploitant des centrales nucléaires se servaient de leurs réacteurs de recherche de faible et de moyenne puissance et des installations qui y étaient associées (les cellules chaudes, par exemple) pour disposer d'un certain degré d'autonomie nationale dans la gestion de leurs

centrales (c'est notamment le cas de l'Argentine, de l'Inde et du Pakistan), ainsi que pour conserver les connaissances et compétences qu'ils se sont forgées dans l'interprétation des résultats et implications de tests spécifiques et de leur conformité au regard des prescriptions réglementaires nationales. Ils ont recommandé sur ce point que les États Membres tiennent dûment compte de l'envergure (actuelle et/ou envisagée) de leur programme électronucléaire national et procèdent à une analyse coûts-avantages avant de décider de s'équiper d'un réacteur de recherche à cet effet.

II-2. MISE EN VALEUR DES RESSOURCES HUMAINES

Les participants à la réunion ont reconnu que les possibilités d'acquérir une expérience pratique et de former le personnel, comme l'exigent les programmes électronucléaires, sont certes nombreuses (grâce, par exemple, aux simulateurs de centrales nucléaires) ; pour autant, ils ont estimé que la mise en place d'une filière éducative nationale de renforcement des capacités et de préservation des connaissances nucléaires pouvait tirer parti des éléments concrets qu'apporte à certains égards l'accès à des réacteurs de recherche, qu'ils soient implantés sur le territoire national ou soient durablement accessibles à l'étranger.

L'expérience tirée des coalitions de réacteurs de recherche (à l'image, par exemple, de l'Initiative en faveur des réacteurs de recherche d'Europe orientale – EERRI – à laquelle participent l'Autriche, la Hongrie, la République tchèque et la Slovaquie), celle qu'offrent les cours pratiques que mettent depuis peu en place les États Membres (le premier a été testé par l'Indonésie et la Malaisie, le deuxième par la Thaïlande et le Viet Nam), le projet de réacteur-laboratoire par Internet de l'AIEA (auquel sont associées l'Argentine et la France, qui hébergent les installations hôtes) et le programme ICERR de Centres internationaux désignés par l'AIEA s'appuyant sur des réacteurs de recherche (le premier à avoir été retenu à cet effet étant le CEA, en France) ont été présentés comme de bons exemples de ce qui pouvait être fait pour donner accès, moyennant des coûts et délais raisonnables, à des réacteurs de recherche dans un but de renforcement des capacités. Les participants ont encouragé les États Membres, en particulier les pays primo-accédants en passe de lancer des programmes nucléaires, à saisir ces opportunités pour expérimenter les solutions pratiques qui leur sont proposées en matière de valorisation des ressources humaines. Ils se sont dits sensibles aux efforts déployés par l'AIEA pour mettre sur pied et faire fonctionner ce type de coalitions, outils et programmes de collaboration qui permettent de mieux comprendre les engagements, les enjeux et les perspectives liés à l'exploitation d'une installation nucléaire.

Les participants ont également apprécié les exemples qu'ont évoqués plusieurs États Membres concernant le recours à des réacteurs de recherche nationaux aux fins d'une valorisation des ressources humaines axée sur les programmes nucléaires en général et sur la formation théorique et pratique dans le domaine nucléaire en particulier.

Les participants ont en outre abordé la question de l'utilisation de réacteurs de recherche dans la formation du personnel des centrales nucléaires et des organismes nationaux de réglementation. Bien que ces organismes exigent rarement une telle formation pratique pour pouvoir travailler dans des installations de réacteurs de recherche, les représentants de plusieurs États Membres ont indiqué qu'ils savaient d'expérience que les entreprises de services publics et les organismes précités considéraient que l'utilisation de réacteurs de recherche pour dispenser les formations de base et les mises à niveau du personnel (dans le cadre d'un programme complet de formation et de perfectionnement) constituait un atout. L'Autriche (qui a dispensé une formation à du personnel slovaque), de même que l'Allemagne, la République islamique d'Iran, la République tchèque et la Slovaquie (dont la formation s'est cantonnée à leurs besoins nationaux), ont ainsi fait part de leur expérience positive en la matière.

D'aucuns ont par ailleurs indiqué, lors de la réunion, que les connaissances et les données d'expérience nucléaires qu'un réacteur de recherche national permettait d'acquérir avaient aidé certains États Membres à prendre une décision plus éclairée concernant la mise en place d'un nouveau programme électronucléaire. Les participants ont également reconnu qu'un réacteur de recherche pouvait être un facteur d'incitation à l'acquisition de compétences nucléaires nationales. Ils ont ainsi pu entendre l'expérience vécue par de nombreux États Membres qui avaient constitué des organismes d'appui

technique gravitant autour d'installations et de groupes de spécialistes des réacteurs de recherche pour apporter leur concours tant aux instances de réglementation que des compagnies d'électricité recourant au nucléaire.

II-3. SENSIBILISATION DU PUBLIC ET RENFORCEMENT DES CAPACITÉS

Les participants sont parvenus à la conclusion qu'un réacteur de recherche correctement géré pouvait amener le public à mieux connaître et comprendre les technologies nucléaires, y compris les centrales nucléaires, et contribuer à instaurer un climat de confiance, ce qui peut avoir un impact positif sur les populations locales et les décideurs appelés à se prononcer sur l'opportunité d'un programme électronucléaire. Il a notamment été question à ce sujet de ce qui s'était passé au Ghana, en Inde, en Pologne et en Roumanie, à savoir que le fait d'avoir permis au public d'avoir accès aux informations relatives aux réacteurs de recherche en exploitation avait donné aux citoyens le sentiment que l'on pouvait se fier à la technologie de ces réacteurs et aux programmes électronucléaires.

Les débats qui ont émaillé la réunion ont également montré que les réacteurs de recherche exploités de manière sûre et sécurisée favorisent l'éclosion d'une culture de sûreté et de sécurité nucléaires dans les États.

II-4. ÉLABORATION D'AUTRES ÉLÉMENTS DE L'INFRASTRUCTURE NATIONALE

À l'origine, les programmes électronucléaires sont nés de programmes nationaux dont le but était de développer les compétences scientifiques et technologiques nucléaires bâties autour des réacteurs de recherche et de l'infrastructure sur laquelle ils reposaient. Aujourd'hui, on constate que les pays qui se lancent dans un programme électronucléaire ont suivi des approches très différentes : certains ont opté pour l'approche historique (construire d'abord un réacteur de recherche national et passer ensuite à la construction de centrales nucléaires), d'autres ont choisi de mettre simultanément en route un projet de réacteur de recherche et un programme électronucléaire, tandis que d'autres encore se sont lancés dans un programme électronucléaire sans se doter d'un projet de réacteur de recherche.

Les participants à la réunion ont relevé qu'il était possible de mettre sur pied une infrastructure nationale pour un programme électronucléaire en s'appuyant sur un certain nombre d'applications et d'installations faisant appel au domaine nucléaire et aux rayonnements ionisants et que, dans les pays primo-accédants, les réacteurs de recherche n'étaient pas toujours au cœur de ces préoccupations. Force leur a été de constater que la construction d'un réacteur de recherche national n'était pas une condition préalable à la mise en place d'un programme électronucléaire.

Les participants ont toutefois bien perçu que, si la décision était prise de construire un réacteur de recherche avant de lancer un programme électronucléaire, l'infrastructure nationale destinée au projet de réacteur de recherche profiterait par la suite, pour peu qu'elle soit correctement conçue, au programme électronucléaire. Les participants ont insisté à cet égard sur la nécessité d'établir l'infrastructure destinée à un programme de réacteur de recherche conformément aux normes et bonnes pratiques internationales (telles que les normes de sûreté de l'AIEA et l'approche par étapes pour lesdits réacteurs), de façon à en optimiser les avantages pour le programme électronucléaire envisagé. Les retours d'information provenant des missions INIR de l'AIEA ont également montré que la mise en place d'une infrastructure nationale pour un programme électronucléaire dans un État Membre primo-accédant se trouvait facilitée (en particulier dans ses deux premières phases) dès lors que cet État exploitait déjà un réacteur de recherche pour lequel il disposait d'un personnel compétent, d'une organisation de réglementation reconnue et de programmes d'applications dynamiques.

Les participants ont toutefois admis qu'un réacteur de recherche national mal géré et mal utilisé ou un nouveau programme de réacteur de recherche qui n'aurait pas été correctement conçu et mis en œuvre risquaient d'avoir un impact très négatif dans un pays en passe de lancer un programme électronucléaire.

Au terme de la réunion, il a été recommandé que les États Membres qui décideraient de se doter simultanément d'un programme de réacteur de recherche et d'un programme électronucléaire devraient prendre des dispositions pour s'assurer qu'ils disposent des ressources financières et humaines suffisantes pour mettre en œuvre et maintenir les deux. Une telle décision supposerait également une coordination efficace pour assurer le bon déroulement de chacun des programmes, compte tenu de leurs différences en termes de calendrier, de coûts, de compétences requises et autres spécificités.

Les participants ont par ailleurs fait valoir que la durée de vie utile d'un réacteur de recherche était en principe supérieure à la durée nécessaire à l'établissement d'un programme électronucléaire. Le fait de justifier la construction d'un réacteur de recherche national par la seule volonté d'appuyer la mise en place de l'infrastructure nationale voulue pour un programme électronucléaire risquerait donc de compromettre la viabilité de l'exploitation d'un tel réacteur à un stade ultérieur de sa durée de vie. Les participants à la réunion ont souligné, sur ce point, combien il était important, si l'on souhaitait se doter d'un nouveau réacteur de recherche, d'élaborer un bon argumentaire et un solide programme d'utilisation en se conformant aux orientations données par l'AIEA (en particulier pour les applications des réacteurs de recherche et leur planification stratégique) et aux normes de sûreté en la matière.

Annexe III

CONTENU DES FICHIERS COMPLÉMENTAIRES : RAPPORTS NATIONAUX RELATIFS À DES ÉTUDES DE FAISABILITÉ RELATIVES À DES PROGRAMMES DE RÉACTEURS DE RECHERCHE

Plusieurs rapports nationaux relatifs à des études de faisabilité portant sur des programmes de réacteurs de recherche peuvent être consultés sur la page du site web consacrée à la présente publication www.iaea.org/fr/publications. Ces rapports illustrent, grâce à un certain nombre d'exemples fournis par les États Membres, les études de faisabilité réalisées récemment pour de nouveaux programmes de réacteurs de recherche. L'AIEA remercie le Brésil, le Kenya, le Maroc, le Nigeria, les Philippines, la République de Corée, la Tanzanie et la Thaïlande pour leurs contributions.

Le tableau A-1 indique les auteurs et titres des documents communiqués.

TABLEAU A-1. CONTENU DES FICHIERS COMPLÉMENTAIRES

Auteur(s)	Fonction ou organisation	Titre du document
I. J. Obadia, J. A. Perrotta	Commission nationale de l'énergie nucléaire (CNEN) du Brésil, Rio de Janeiro (Brésil)	Brazil: Multipurpose Research Reactor Project
H. Mpakany, J. Mwangi	Office kényan de l'électronucléaire (KNEB), Nairobi (Kenya)	Kenya: The Justification for a Research Reactor
A. Boufraquech, B. El Bakkari, A. Jraut, B. Nacir	Centre national de l'énergie, des sciences et des techniques nucléaires (CNESTEN), Rabat (Maroc)	Morocco: Review of the Feasibility Study Undertaken for the Moroccan TRIGA Mark II Research Reactor
F. I. Ibitoye	Commission nigériane de l'énergie atomique (NAEC), Abuja, Nigeria	Nigeria: Feasibility Study of a Multipurpose Research Reactor
K. M. Romallosa, A. Astronomo, N. Guillermo, R. Olivares, U. Bautista, M. Ramiro, V. Parami	Institut philippin de recherche nucléaire (PNRI), Quezon City (Philippines)	Philippines: Conduct of Feasibility Study on the Establishment of a New Research Reactor
I. C. Lim, S. I. Wu	Institut coréen de recherche sur l'énergie atomique (KAERI), Daejeon (République de Corée)	Republic of Korea: Feasibility Study for Ki-Jang Research Reactor (KJRR)
S. Mdoe, I. Makundi, J. Ngaile	Commission tanzanienne de l'énergie atomique (TAEC), Arusha (Tanzanie)	Tanzania: Pre-feasibility Study for a First Research Reactor
K. Tiyaun, S. Wetchagarun, N. Klaysuban, S. Boonmark	Institut thaïlandais de technologie nucléaire (TINT), Bangkok (Thaïlande)	Thailand: A Feasibility Study of the Research Reactor Project for the Ongkharak Nuclear Research Center

PERSONNES AYANT COLLABORÉ À LA RÉDACTION ET À L'EXAMEN DU TEXTE

Abu Saleem, K.	Commission jordanienne de l'énergie atomique
Bignan, G.	Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (France)
Blaumann, H.	Comisión Nacional de Energía Atómica (Argentine)
Borio di Tigliole, A.	Agence internationale de l'énergie atomique
Boufraquech, A.	Centre national de l'énergie, des sciences et des techniques nucléaires (Maroc)
Coulon, J. P.	Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (France)
De Lorenzo, N.	INVAP (Argentine)
Degnan, P.	Consultant indépendant (Australie)
Jinchuk, D.	Agence internationale de l'énergie atomique
Lim, I. C.	Institut coréen de recherche sur l'énergie atomique (République de Corée)
Mdoe, S.	Commission tanzanienne de l'énergie atomique
Obadia, I.	Commission nationale de l'énergie nucléaire (Brésil)
Park, C.	Institut coréen de recherche sur l'énergie atomique (République de Corée)
Petelin, A.	Institut de recherche sur les réacteurs nucléaires (Fédération de Russie)
Ridikas, D.	Agence internationale de l'énergie atomique
Shikunov, A.	Institut de recherche sur les réacteurs nucléaires (Fédération de Russie)
Shim, S.	Agence internationale de l'énergie atomique
Shokr, A. M.	Agence internationale de l'énergie atomique
Zhukova, A.	Agence internationale de l'énergie atomique

Réunions de consultation

Vienne (Autriche), 2-6 février 2015

Vienne, 30 mai-3 juin 2016

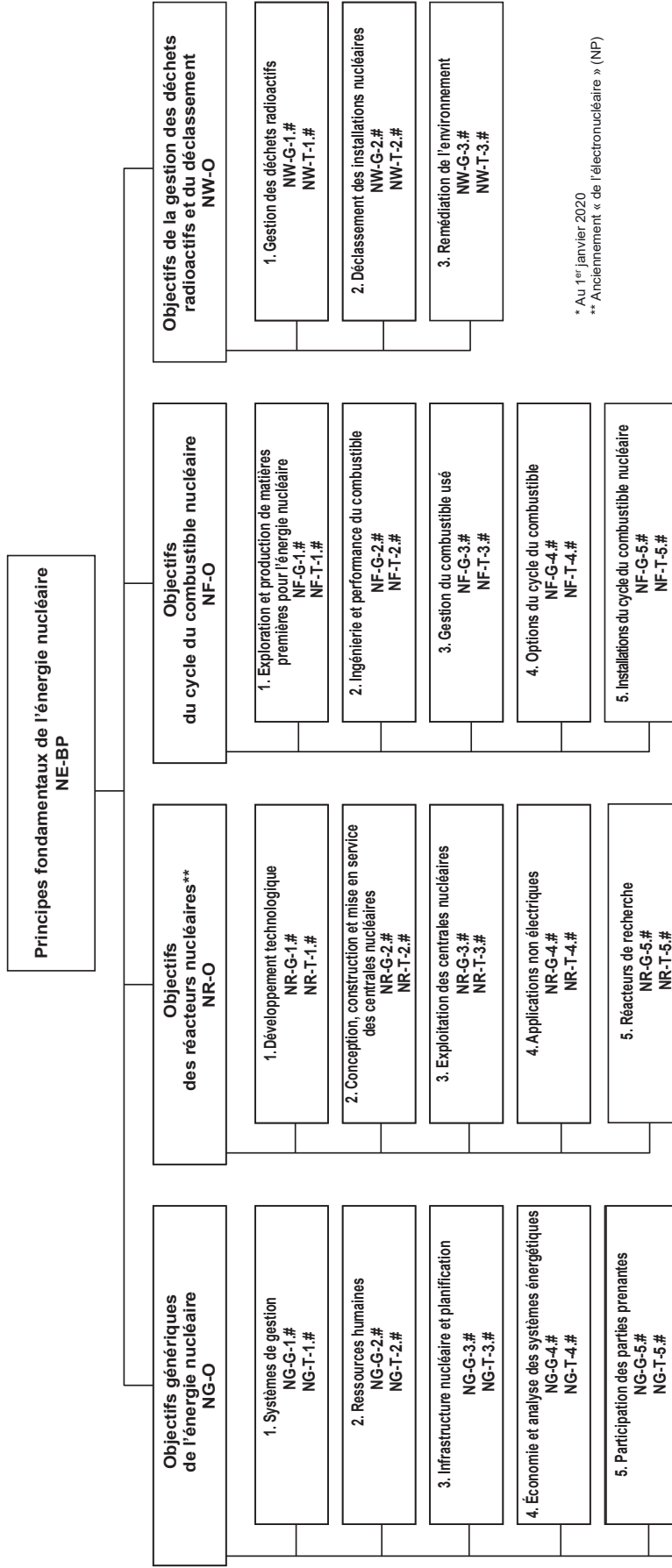
Réunion technique

Vienne (Autriche), 21-24 juin 2016

Formation/atelier

Vienne (Autriche), 9-13 octobre 2017

Structure de la collection Énergie nucléaire de l'AIEA *



Légende

BP : Principes fondamentaux
O : Objectifs
G : Guides et méthodologies
T : Rapports techniques
Numéros 1 à 6 : Désignation des sujets
: Numéro du guide ou du rapport

Exemples

NG-G-3.1 : Énergie nucléaire générale (NG), Guides et méthodologies (G), Infrastructure nucléaire et planification (sujet 3), numéro 1
NR-T-5.4 : Réacteurs nucléaires (NR), rapport technique (T), réacteurs de recherche (sujet 5), numéro 4
NF-T-3.6 : Combustible nucléaire (NF), rapport technique (T), gestion du combustible utilisé (sujet 3), numéro 6
NW-G-1.1 : Gestion des déchets radioactifs et déclassament (NW), Guides et méthodologies (G), gestion des déchets radioactifs (sujet 1), numéro 1



IAEA

Agence internationale de l'énergie atomique

N° 26

OÙ COMMANDER ?

Vous pouvez vous procurer les publications de l'AIEA disponibles à la vente chez nos dépositaires ci-dessous ou dans les grandes librairies.

Les publications non destinées à la vente doivent être commandées directement à l'AIEA. Les coordonnées figurent à la fin de la liste ci-dessous.

AMÉRIQUE DU NORD

Bernan / Rowman & Littlefield

15250 NBN Way, Blue Ridge Summit, PA 17214 (États-Unis d'Amérique)

Téléphone : +1 800 462 6420 • Télécopie : +1 800 338 4550

Courriel : orders@rowman.com • Site web : www.rowman.com/bernan

RESTE DU MONDE

Veuillez-vous adresser à votre libraire préféré ou à notre principal distributeur :

Eurospan Group

Gray's Inn House

127 Clerkenwell Road

London EC1R 5DB

(Royaume-Uni)

Commandes commerciales et renseignements :

Téléphone : +44 (0) 176 760 4972 • Télécopie : +44 (0) 176 760 1640

Courriel : eurospan@turpin-distribution.com

Commandes individuelles :

www.eurospanbookstore.com/iaea

Pour plus d'informations :

Téléphone : +44 (0) 207 240 0856 • Télécopie : +44 (0) 207 379 0609

Courriel : info@eurospangroup.com • Site web : www.eurospangroup.com

Les commandes de publications destinées ou non à la vente peuvent être adressées directement à :

Unité de la promotion et de la vente

Agence internationale de l'énergie atomique

Centre international de Vienne, B.P. 100, 1400 Vienne (Autriche)

Téléphone : +43 1 2600 22529 ou 22530 • Télécopie : +43 1 26007 22529

Courriel : sales.publications@iaea.org • Site web : <https://www.iaea.org/fr/publications>

