

INFO 0660
(ACNS 24)

ACNS
CCSN

Advisory Committee on Nuclear
Comité consultatif de la sûreté nucléaire



CA9700310

ACNS
CCSN

Advisory Committee on Nuclear Safety
Comité consultatif de la sûreté nucléaire

ACNS-24

**BASIC PRINCIPLES FOR
REGULATING NUCLEAR ACTIVITIES**

by the

Advisory Committee on Nuclear Safety

March 1996

ABSTRACT

The AECB has developed as its mission statement:

"To ensure that the use of nuclear energy in Canada does not pose undue risk to health, safety, security and the environment."

This report proposes eleven qualitative principles for regulating nuclear activities whose achievement would satisfy the broad policy enunciated in the statement. They would further provide a basis for the specific regulatory requirements expressed by the AECB in its Regulations and other documents. They would thus represent a connecting link between the policy enunciated in the mission statement and the requirements.

The proposed principles are largely concerned with how the allowable risk should be set for members of the public, for industry workers, for society as a whole, and for the environment. In making these recommendations the risks from normal operation of the licensed facility and those from a possible serious accident are considered separately. The distribution of risk between geographic communities and between generations is also addressed in the proposed principles. These are listed in the final section of the report.

**NEXT PAGE(S)
left BLANK**

TABLE OF CONTENTS

	<u>Page</u>
ABSTRACT	iii
1. INTRODUCTION	1
2. PURPOSE AND OUTLINE	1
3. HISTORICAL CONTEXT	2
4. PROPOSED PRINCIPLES	4
4.1 Safety and Risk	4
4.2 Justification	4
4.3 Individual Risk and Collective Benefit	4
4.4 Meaning of Risk	5
4.5 Setting Risk Criteria	6
4.6 Occupational Risk	7
4.7 Population Dose	8
4.8 Possible Accidents	8
4.9 Future Generations	9
4.10 Local Communities	10
4.11 Environmental Protection	10
5. SUMMARY OF PRINCIPLES	12
REFERENCES	13
ACKNOWLEDGEMENTS	15
APPENDIX A: Managing risks on behalf of Canadians: Treasury Board Guidelines for Regulators	17

BASIC PRINCIPLES FOR REGULATING NUCLEAR ACTIVITIES

1. INTRODUCTION

The Atomic Energy Control Board (AECB) has statutory responsibility for the regulation of nuclear activities in Canada under the Atomic Energy Control Act (1946). These activities include the medical and industrial uses of radioisotopes and all aspects of nuclear-power generation. Regulation within the authority of the Act has the general aim of serving the people of Canada, as expressed in the AECB's mission statement:

"To ensure that the use of nuclear energy in Canada does not pose undue risk to health, safety, security and the environment".

In this statement "security" refers to prevention of illegal activities and is not discussed further in this report on safety.

The Advisory Committee on Nuclear Safety (ACNS) published its report ACNS-2 "Safety Objectives for Nuclear Activities in Canada" in 1982 [1]. This summarized the principles underlying the current regulations and licensing practice of the AECB. Since then there have been significant changes in the discipline of risk analysis and management, and in the public's expectation to be involved in policy making. Governments have to balance public demands for ever decreasing risk with opposition to over-regulation and excessive public spending.

The Treasury Board published guidelines for the preparation of cost-benefit analyses [2], but these have subsequently been withdrawn from use. At present all that exists is a one-page statement from the Treasury Board (reproduced as Appendix A [3]) of a broad objective for managing risks:

"In addressing risks to health, safety and the environment, the government will help Canadians achieve the maximum benefit possible in relation to costs."

and three principles, including

"Ensuring that taxpayers' money is wisely spent is also in the public interest. In the management of risk, the government will weigh the benefits of alternative actions against their costs and focus resources where they can do the most good."

This leaves the responsibility for interpreting these generalities into workable principles to the individual regulatory bodies.

2. PURPOSE AND OUTLINE

The purpose of this report is to propose, for present conditions, an explicit statement of basic principles for the safety of nuclear activities, justifying these to the extent possible by reference to general safety principles in society as a whole.

In this context the principles constitute a statement of what should be aimed at in order to implement the broad policy enunciated in the AECB's mission statement. They thus provide a connecting link between the policy and the requirements of the regulatory body, expressed by the AECB in its Regulations and other documents. Ideally, the principles should be derived logically from the policy, and the requirements from them. In practice, all that can be expected is that meeting the requirements will achieve the principles, and that achieving the principles will satisfy the policy. The proposed principles should reasonably correspond to society's will, to the extent that this can be determined. While requirements should be worded in a manner that allows monitoring for compliance, and are therefore often quantitative, principles are more general and often qualitative.

The proposed principles are applicable to all nuclear activities but they would have greatest effect on major ones such as power reactors and waste disposal facilities. For power reactors, the ACNS has proposed, as a lower tier document, "Proposed Quantitative Approach to Safety for Nuclear Power Plants in Canada", as ACNS-20 [4]. For some nuclear applications, such as the medical use of radionuclides, there may be no need for similar lower tier documents, but the principles should still be borne in mind when applying for, and approving, licences.

The next section provides some historical context for the discussion, leading to a proposal for specific principles in Section 4. These basic principles for regulating nuclear activities, recommended for endorsement by the AECB, are listed in the final section.

3. HISTORICAL CONTEXT

Basic safety principles were implicit in nuclear programs before the AECB was established in 1946. The USA's wartime Manhattan Project included a strong health-sciences element permitting the setting of limits to the exposure to radiation and providing means of protection during normal, or planned, operations. Its first nuclear reactor, which went critical in 1942 in Chicago, incorporated means for emergency shutdown, albeit ones now regarded as rudimentary, reflecting a recognition of the need to protect against unexpected events.

In Canada in 1947, Butler, with privileged access to the USA program, compiled a seminal report on allowable exposures to radiation [5]. Canada's first large reactor, the NRX research reactor, incorporated a multiplicity of safety devices. Nevertheless, in 1952, NRX suffered a serious accident that, while causing no casualties, released large amounts of radioactive materials into the environment. The accident made it obvious that multiple safety devices alone, even with redundancy, are not sufficient to ensure safety. They had to be applied logically in all aspects related to safety and be provided with adequate means for testing.

There followed a major rethinking of the approach to reactor safety that involved both protection and control. The rebuilt NRX reactor, and the new NRU reactor, became proving grounds for much of the new philosophy that emerged. The basic principles remained unchanged, viz., to ensure that workers and the public were protected from harmful levels of radiation, during normal operation and even in the event of equipment or human failures.

In 1957, Siddall, involved in the design of the NRU research reactor, noted an ever increasing demand for safety measures without regard to their expected benefit [6]. He proposed that the number of deaths resulting from an activity should be used as a safety criterion, for comparison with other activities yielding comparable benefits.

When the nuclear generation of electricity was contemplated, this principle became one that nuclear electricity should result in no more deaths than the same amount of electricity from coal, since coal-fired stations were then the realistic alternative in Ontario [7]. This has remained a principle of the Canadian program ever since, one that has been well satisfied [8].

In Canada and elsewhere, basic principles for regulating nuclear activities have been based on the recommendations of the International Commission for Radiological Protection (ICRP), notably its three Principles [9]:

1. No practice shall be adopted unless its introduction produces a positive net benefit (the Justification Principle).
2. All exposures shall be kept as low as reasonably achievable, economic and social factors being taken into account (the Optimization, or ALARA, Principle).
3. The exposures to individuals shall not exceed the limits recommended for the appropriate circumstances by the Commission (the Limitation Principle).

The essence of the last two principles is that risk should not be minimized but optimized for the public benefit, considering technical, economic and social factors, and that there be an absolute upper limit to the allowable risk for any individual. However, the ICRP Principles address only the potential harm from radiation, strictly ionizing radiation.

Since the ACNS issued its report ACNS-2 in 1982, the International Atomic Energy Agency's (IAEA) International Nuclear Safety Advisory Group has published 75-INSAG-3, "Basic Safety Principles for Nuclear Power Plants" [10]; and the IAEA's Nuclear Safety Standards Advisory Group has published "The Safety of Nuclear Installations" [11]. Both documents stipulate a General Objective *"to protect individuals, society and the environment by establishing and maintaining in nuclear power plants an effective defence against radiological hazard"*, plus two Subsidiary Objectives. One, the Radiation Protection Objective, effectively endorses the ICRP's Optimization and Limitation Principles for normal operation, while the other, the Technical Safety Objective, aims at ensuring that the likelihood and consequences of accidents would be small and below prescribed limits.

Recent debate within the membership of the US NRC's Advisory Committee on Reactor Safeguards, roughly equivalent to the Canadian ACNS, has been concerned with the desirability of setting as a principle a maximum estimated likelihood for a serious reactor accident, however that might be defined [12].

The implementation of the principles stated in ACNS-2 and 75-INSAG-3, as they apply to nuclear power plants, is discussed in ACNS-20 [4]. Implementation applied to the concept for

a repository for Canada's nuclear fuel waste is the subject of an environmental impact statement [13] prepared by Atomic Energy of Canada Limited (AECL) for review by the Federal Environmental Assessment and Review Process.

4. PROPOSED PRINCIPLES

4.1 Safety and Risk

Just as perfect health would be the absence of premature death, disease and injury, perfect safety would be the absence of risk of these ills. However, since all human activities involve some risk, there is no such thing as perfect safety, only relative safety. Mr. Justice Wright, [14] in his Reasons for Judgment in dismissing claims by Energy Probe and others concerning the Nuclear Liability Act, expressed it thus:

"The level of adequate protection need not, and almost certainly will not, be the level of 'zero risk'. ... '[S]afe is not the equivalent of risk-free [An activity] can hardly be considered 'unsafe' unless it threatens ... a significant risk of harm."

The main problem in setting basic principles for regulating nuclear activities is determining what level of safety should be required. This includes determining how that safety level should compare with those for other activities in society, and also how it could vary between nuclear workers and members of the public, between generations, and between geographical communities. Other problems are how whole populations and the environment should be protected.

4.2 Justification

Before discussing the required safety level, a necessary principle is to determine that the proposed nuclear activity is expected to provide sufficient benefit to outweigh any likely harm. This requires a preliminary safety analysis, that need not be elaborate, with the subsequent detailed one representing a reiteration of this initial stage.

This justification principle is expressed for radiation exposures by the ICRP in its first principle. For many applications, e.g., the use of radioisotopes, the AECB determines what is justifiable. For a large nuclear facility, such as a power reactor or a used-fuel disposal site, however, the determination is essentially political, i.e., a policy decision by elected representatives, albeit with much technical input. This means that the factors to be weighed need not be confined to safety and economics but can include social factors such as local employment and security of supply.

Principle 1: Any nuclear activity should be justifiable by the expectation of a positive net benefit.

4.3 Individual Risk and Collective Benefit

In any nuclear activity, the exposure to radiation is just one of the risks that may be encountered. To fulfill the AECB's mission, all sources of risk have to be considered, and so

the ICRP's Optimization and Limitation Principles have to be extended to cover not just the radiological risk but all risks.

While it may appear self-evident that the risk from any activity should be kept as low as possible, the ICRP's Optimization Principle recognizes that other factors may be involved, i.e., that the risk should be optimized and not necessarily minimized. This optimization would be performed to provide the greatest benefit to society as a whole. To protect individuals who might be adversely affected by the optimization, an adaptation of the ICRP's Limitation Principle sets an upper limit to the risk to which any individual may be exposed.

Principle 2: The risk to any individual from a nuclear activity should be kept as low as reasonably achievable, economic and social factors being taken into account.

Principle 3: The risk to any individual from a nuclear activity should not exceed some limiting value.

4.4 Meaning of Risk

In applying Principles 2 and 3 a difficulty arises from the very wide differences in how people judge "risk". Professional risk analysts define "risk" as the product of the probability of an event and its harmful consequences*. Several studies [e.g. 15], however, have shown that members of the general public often believe the "risk" of a given event to differ by orders of magnitude from the professional estimates. When the estimate is based on actuarial information, e.g., the number of deaths per year from botulism in the U.S., where the difference is a factor of a hundred, it can be attributed to an ignorance of the facts on the part of the public. Some behavioural scientists have suggested that often the difference is due to a radically different meaning for "risk". Slovic et al. [15] have listed nine non-technical factors that the public considers important in assessing risk. These include whether the hazard is voluntary vs. coerced, familiar vs. exotic and chronic vs. catastrophic.

The ACNS adopts a position that provides for both professional estimates of risk and public perceptions of risk. It considers that those responsible for deciding what constitutes acceptable risk should be fully cognizant of the estimated risk, but should also have regard for the public will as expressed through the perceived risk. Apart from being consistent with the ICRP's Optimization Principle with regard to taking into account social factors, this approach recognizes that in today's society regulations must have broad public support.

In implementing the approaches, a clear distinction has to be maintained between the two components that go into the optimization process. First, there are quantified estimates of the risk from an activity and of the costs of various risk-reducing measures. These must be produced by qualified professionals. Second, there is the assessment of social factors, including

* In the present context, the potential consequence being used to assess the risk from an exposure to radiation is death, but other consequences, such as injury or genetic harm, could be used.

the economic and employment benefits from the activity and the factors involved in the public's perception of risk. The optimization process requires an assessment of the risk having regard to both components. Within the AECB the staff is responsible for assessing, or endorsing, the first and for identifying what is involved in the second: the Board members collectively are responsible for considering both in their capacity as decision-makers.

4.5 Setting Risk Criteria

From the start of nuclear-electricity production in Canada the principle for safety of the public has been that the estimated risk from nuclear power plants should not be significantly greater than the estimated risk from available alternative means of producing the same amount of power [6,7]. Information summarized in ACNS-10 [8] and the arguments of ACNS-20 [4] show that application of the ICRP's Optimization and Limitation Principles have more than satisfied this principle.

Over the years, however, public opinion has resulted in pressures to make nuclear energy much safer than available alternatives, as assessed by estimated risk. This trend is now being increasingly questioned as a misuse of limited resources.

Devoting society's limited resources to reducing unduly the risk in any particular sector would result in their not being available to reduce greater risks elsewhere - the consequence would be exposure of society to a greater than necessary overall risk.

It might therefore be argued that the risk from each alternative should be the same. However, this would ignore the possibility that some alternatives provide greater benefits than others. For instance, an alternative that reduced national vulnerability to imported oil, or provided greater domestic employment, might justify some greater risk. Also, public policy is not determined solely by economic factors - social factors such as public opinion have to be considered. Society has a greater horror of some hazards than others, and therefore is willing to spend more money and effort protecting against some than others. For instance, the public is concerned about an occasional aircraft accident causing hundreds of deaths but tolerates the greater carnage from daily road accidents and this fact has to be recognized. The public's fear of anything nuclear may require that the nuclear alternative have a lower risk (as estimated by risk analysts) than the others. While the ACNS as a technical body notes the existence of these social factors, it leaves to the Board members the necessary judgement of how they should be accommodated in setting particular requirements.

In implementing Principles 2 and 3, all aspects of the activity must be included in assessing the risk. For instance, the overall risk for the nuclear generation of electricity must include all component risks within the fuel cycle from mining the uranium to disposal of the wastes; and similarly for the alternatives.

The same principles for the activity as a whole should apply to any proposed safety measure within the activity, whether in design, operation, retrofit or elsewhere. This application of the principles should be that the cost-effectiveness of the measure, i.e., the dollars expended per life-year saved, should not grossly exceed some specified value without good justification.

However, Principle 2 recognizes that social factors as well as cost-effectiveness should be considered. Also, the cost of performing the optimization is a legitimate factor in the cost analysis.

To be valid, Principles 2 and 3 must consider all relevant risks, not just radiological ones. However, rigorous comparisons between alternatives are not always practicable through lack of information. In an example from electrical generation, while the risk of cancer from nuclear radiation can be estimated, albeit with some uncertainty, much less is known of the health risk from coal's combustion products [8]. Professional risk analysts can make their best estimates from the information available but, ultimately, the general public has to be convinced. Thus, in making these comparisons, the non-radiological risk should either be estimated and included or shown to be negligible.

A government policy that the risk from any activity should not grossly exceed some specified value without good justification would help nuclear regulators, and other safety regulators. However, the responsibility for deciding how safe is safe enough, and how much should be spent on safety, would be shifted to society as a whole. At present about 15 per cent of Canada's Gross Domestic Product (GDP) is devoted to measures specifically aimed at health and safety, not including national defence and all the infrastructure such as clean water, sewers, sanitation and food refrigeration essential to good health [16]. All these measures depend on there continuing to be sufficient wealth created to pay for them. The current process for setting requirements ignores the fact that the increase in life expectancy as an indirect result of wealth creation may exceed the decrease arising from the risks associated with the creation of that wealth [17]. In setting requirements, it is not the decrease that should be minimized but the net increase that should be maximized.

Principle 4: In setting safety requirements, the benefits to safety resulting from an activity should be recognized.

The same argument for responsible use of public funds leads to another conclusion, viz., that there is a "*de minimis*" risk below which the risks are so small that efforts to control them would constitute an undue expenditure of societal resources for an insignificant benefit in health protection. Thus risks below the *de minimis* level need not be considered. The question of a *de minimis* level is discussed further in AC-1 [18], a report by the ACNS in conjunction with the AECB's Advisory Committee on Radiological Protection. It recommends a *de minimis* dose rate for ionizing radiation that can be converted to a risk rate by using a conversion factor recommended by the ICRP [9].

4.6 Occupational Risk

Traditionally, the acceptable occupational risk has been substantially higher than that for the public. This has been variously defended from time to time by the fact that this is the accepted practice in industry worldwide; that the public is subject to a multitude of similar small risks while workers are subject, at work, to only that of their own industry; that the cost of a higher risk is offset by the benefit of employment and may be otherwise compensated financially; and

that better monitoring, and hence greater certainty in the risk, is possible for the workers. There is consensus that the exposure to any risk must be subject to informed consent.

These and other considerations are taken into account by the application of Principle 4 to workers, having regard to Principles 2 and 3 as well. As part of setting the allowable risk limit and defining the optimization process the risk to nuclear workers should be compared with that for workers in other industries.

Principle 5: The limiting and optimum risks of Principles 3 and 2, respectively, should not necessarily be the same for nuclear workers as for members of the public.

4.7 Population Dose

If a very large number of individuals were exposed to low doses of radiation, below any limit set for individuals, the total dose for the population as a whole, the population dose, could be significant. As long as the AECB endorses the ICRP's recommendation [9] that the probability of health effects should be assumed to be proportional to the dose, without any threshold, the harm to society would be determined by the population dose, regardless of how it is distributed. Thus population dose limits should be prescribed. In licensing existing nuclear power stations in Canada the limiting dose for individuals has been more restrictive than any reasonable population dose limit. However, for some accident scenarios it is conceivable that the risk limits for individuals would not adequately protect the population as a whole.

The need for this principle depends on the validity of the no-threshold hypothesis, which has been endorsed as a prudent assumption in setting requirements. However, the subject is controversial with several well qualified individuals arguing for the existence of a threshold in the response of health effects to radiation dose. Should future research show that there is a threshold, this principle should be reassessed and possibly eliminated.

Principle 6: For any nuclear activity, the estimated population dose should be kept as low as reasonably possible, economic and social factors being taken into account.

4.8 Possible Accidents

The risk from any industrial activity, e.g., nuclear-power generation, consists of two components: That resulting from normal, planned operation and that from possible but unexpected accidents. The two components must be considered separately because of the differences in their nature, and in the responses to them. The first component can be constantly monitored and, if found to exceed the regulated level, appropriate action can be taken, up to shutting down the plant. The second component can, however, only be estimated and the consequences may be little controlled once the accident occurs. (Intervention by the operators and mitigation through emergency measures are allowed for in the estimates.)

Both components must be considered in setting regulatory limits for nuclear activities. To provide assurance to the population at risk, the acceptable accident component, to be used in setting requirements, should be no greater than the more familiar component for normal

operation. In addition, the estimated risk to individuals from accidents should be optimized in accord with Principle 2. Thus, while both components of the risk would be within the same limiting value, and both would be optimized to give the greatest net benefit to society, they would not necessarily be equal in practice.

Principle 7: The estimated risk to individuals, attributable to accidents, should not exceed the limit set for normal operations, and should be optimized in accordance with Principle 2.

Because of the public's dread of a major accident affecting many people and of anything nuclear, there should be a limit set on the likelihood of a serious nuclear accident, defined here as one that releases enough nuclear materials to require evacuation of the surrounding population. The likelihood would be measured as the estimated frequency of such an accident, as given in the safety analysis performed by the licence applicant and endorsed by the AECB.

Principle 8: A limit should be set on the likelihood of a serious nuclear accident.

4.9 Future Generations

For some nuclear activities, particularly waste disposal, the public risk is essentially confined to generations thousands of years in the future. Views on the principle for the risk to future generations vary from one that future generations should bear no risk from activities that benefit ours to one that the risk should be discounted at the same rate as money, which would result in even a high risk being considered negligible within a few generations.

In seeking an agreed view several factors should be considered:

- Even when the products of a current activity no longer exist, e.g., nuclear electricity or medical radioisotopes, the knowledge and these technologies continue to be available. Thus future generations inherit some benefits. Also, the wealth created by these activities will continue to benefit future generations.
- Should some unexpected risk arise, e.g., leakage from a waste repository resulting from an earthquake, future generations may be capable of taking remedial action.
- The possibility of medical science discovering a cure for cancer sometime in the next thousand years cannot be discounted.
- Devoting the present generation's resources to protecting future generations, by reducing the resources available to protect the present generation, results in avoidable harm to the present generation. Such harm can have effects traceable through all future generations.

The compromise, proposed in ACNS-2 [2], is that the risk to future generations should be given a priority for prevention not less than that given to risks presented to the current generation. In the present context this means that the estimated risk to individuals in future generations should not exceed the current limit for individual risk; and that it should be made as low as reasonably achievable, economic and social factors (such as those given above) being taken into consideration.

While the individual limit and optimization process for risk management can be applied to future generations in much the same way as for the current and near-future generations, this is not true for populations. A population-dose limit could be set but it would not be feasible to estimate the actual population dose, since we cannot predict population distribution, or even the nature of populations, for generations thousands of years into the future.

Principle 9: The prevention of risk to future generations should be given a priority not less than that for the current generation.

4.10 Local Communities

An argument similar to that for the distribution of risk from the activity between generations concerns that between different geographical communities. One view is that those who benefit from the activity should bear the risk. However, this is contrary to the accepted practice for other activities. Any given community may bear a greater than average risk from one particular activity, but enjoy the benefits of many other activities whose risks are borne by other communities. This is considered fair as long as the total risks and benefits are in a rough balance. When there is an appreciable excess risk, or perceived risk, there are proposals that, for the greater good of the population as a whole, the affected community should be compensated appropriately, e.g., for the disposal of low-level radioactive wastes [19] and nuclear-fuel wastes [13].

Whether or not there be any compensation, there is no suggestion that local communities should be allowed to veto the passage of goods that satisfy transportation laws and regulations.

This principle thus represents an extension to a segment of the population the principle of maximizing the benefits of society as a whole but subject to protection of those most at risk. As for Principle 1 (Justification), the application of this principle may be outside the AECB's authority.

Principle 10: For any given community affected by a nuclear activity, the resulting economic and social benefits should outweigh the economic and social costs.

4.11 Environmental Protection

In considering what is needed to ensure protection of the environment, as required by the AECB's mission statement, "environment" must be defined. As for "risk", "environment" means different things to different people. Traditionally, the AECB has regarded the environment as

the physical and biological constituents of the biosphere, the water, air, soil and biota, here termed the "natural environment".

Limiting the risks to individuals and to populations incidentally protects this environment to a large extent. In general, complex organisms such as mammals, including humans, are more sensitive to radiation than simpler organisms [20]. Even if individuals were harmed the species would not be at risk. Vegetation generally requires higher exposures to radiation than animals to cause detectable harm. Limiting the frequency of serious accidents requiring evacuations similarly limits the frequency with which the environment surrounding a nuclear activity might be contaminated. Some therefore believe there to be no need for a separate principle to protect the natural environment.

However, there are reservations to this generalization:

"[... the hypothesis] that if [man] is protected, then other forms of life would not be subject to the deleterious effects of radiation to a greater degree ... has not been rigorously evaluated. Evidence is constantly emerging that natural processes concentrate radionuclides in various biota to levels significantly higher than in the universal media, air and water; little is known about the long-term consequences of such processes and the effects of enhanced radionuclide concentrations on biota themselves." [21]

Also, consideration has to be given to possible exceptions, such as:

- If an endangered species were to be exposed to substantial radiation, harm to individuals could harm the species.
- If a breeding ground for some species were to be contaminated by radioactive material, there is potential for harm to a large population.

For these reasons, each licence application has to be considered individually.

Since the release in 1987 of *Our Common Future* [22], the seminal report of the World Commission on Environment and Development, the meaning of "environment" has been extended to include social factors, e.g., economic, cultural, legal and intergenerational interests affecting the natural environment, here termed the "social environment". Protection of the environment is now encompassed into the broader concept of "sustainable development", or striving to meet the needs of the present generation without compromising the ability of future generations to meet their own needs.

The Canadian Environmental Assessment Act [23] requires the AECB, along with other federal departments and agencies, to promote sustainable development by considering effects on both the natural and social environments before licensing activities within its jurisdiction. Moreover, this act requires that, when an environmental assessment review is needed, it will be referred to the Minister of the Environment. Thus the AECB's statutory responsibility with respect to protecting the social environment is confined to determining whether such a review is appropriate. Nevertheless, the AECB, through its Mission Statement, has indicated its intention

to play its own part in protecting the environment, in accord with the federal government's broad policy of sustainable development. This, together with the AECB's endorsement of the ICRP's ALARA Principle that includes reference to social factors, indicates that the AECB should examine licence applications for their potential effects on both the natural and social environments. Some effects are potentially harmful but others are beneficial. In assessing the application the Board has to judge whether the predicted harmful effects are justified, having regard to all relevant factors.

Principle 11: Any adverse effects on the environment should be minimized in accordance with the principle of sustainable development, having regard to safety, economic and social factors.

5. SUMMARY OF PRINCIPLES

The following basic principles for regulating nuclear activities are recommended to the AECB for its endorsement:

- 1) Any nuclear activity should be justifiable by the expectation of a positive net benefit.
- 2) The risk to any individual from a nuclear activity should be kept as low as reasonably achievable, economic and social factors being taken into account.
- 3) The risk to any individual from a nuclear activity should not exceed some limiting value.
- 4) In setting safety requirements, the benefits to safety resulting from an activity should be recognized.
- 5) The limiting and optimum risks of Principles 3 and 2, respectively, should not necessarily be the same for nuclear workers as for members of the public.
- 6) For any nuclear activity, the estimated population dose should be kept as low as reasonably possible, economic and social factors being taken into account.
- 7) The estimated risk to individuals, attributable to accidents, should not exceed the limit set for normal operations, and should be optimized in accordance with Principle 2.
- 8) A limit should be set on the likelihood of a serious nuclear accident.
- 9) The prevention of risk to future generations should be given a priority not less than that for the current generation.
- 10) For any given community affected by a nuclear activity, the resulting economic and social benefits should outweigh the economic and social costs.
- 11) Any adverse effects on the environment should be minimized in accordance with the principle of sustainable development, having regard to safety, economic and social factors.

REFERENCES

1. ACNS, "Safety Objectives for Nuclear Activities in Canada", Report ACNS-2, April 1982. (AECB INFO-0055/REV.1)
2. Treasury Board Canada, Administrative Policy Manual, Chapter 490, "Socio-economic impact analysis", June 1982.
3. Treasury Board of Canada, Regulatory Affairs, Guidelines for Regulators: Managing Risks on Behalf of Canadians", Draft 4, September 25, 1994, Ottawa.
4. ACNS, "Proposed Quantitative Approach to Safety for Nuclear Power Plants in Canada", Report ACNS-20, 1994. (AECB INFO-0568(E))
5. Butler, G.C., "The Biological Basis of Maximum Permissible Exposure for Workers in the Field of Atomic Energy", 1947.
6. Siddall, E., "Reactor Safety Standards and their Attainment", Report AECL-498, 1957.
7. Boyd, F.C., "Canadian Nuclear Safety Philosophy - 50 Years of Development", 10th Conference of Canadian Nuclear Society, Ottawa, 1989.
8. ACNS, "Alternative Electrical Energy Systems - a comparison of the risks of occupational and public fatalities", Report ACNS-10, March 1989. (AECB INFO-0299(E), with insert)
9. International Commission on Radiological Protection, ICRP Publication 60, Annals of the ICRP, 21, 1-3, Pergamon Press, 1991.
10. International Atomic Energy Agency's International Nuclear Safety Advisory Group, "Basic Safety Principles for Nuclear Power Plants", Report 75-INSAG-3. 1988.
11. International Atomic Energy Agency's Nuclear Safety Standards Advisory Group "The Safety of Nuclear Installations", Safety Series Report No. 110. 1993.
12. Remick, F.J., Chairman, Advisory Committee on Reactor Safeguards, "Further ACRS comments on implementation of the safety goal policy", Letter to L.W. Zech, Chairman, US Nuclear Regulatory Commission, 1989 February 16.
13. Atomic Energy of Canada Limited, "Environmental impact statement on the concept for disposal of Canada's nuclear fuel waste", Report AECL-10711, 1994.
14. Wright, Mr. Justice Blenus, Ontario Court of Justice, General Division, Court File No. 46878/90Q, p. 59, March 23 1994.
15. Slovic, P., Fischhoff, B., Lichtenstein, S., "Rating the Risks", Environment, 21, 3, 1979.

16. Lind, N.C., "Policy Goals for Health and Safety", Risk Analysis Journal, vol.15, n.6, Dec. 1995.
17. Siddall, E., "Safety Policy in the Production of Electricity", International Meeting on Thermal Nuclear Reactor Safety, Chicago, Sept. 1982.
18. ACRP & ACNS, "Recommended De Minimis Radiation Dose Rates for Canada", Report AC-1, 1990. (AECB INFO-0355)
19. Siting Process Task Force on Low-Level Radioactive Waste Disposal, "Opting for Cooperation", Energy, Mines and Resources Canada (undated).
20. Davis, P.A. et al., "The disposal of Canada's nuclear fuel waste: The biosphere model, BIOTRAC, for postclosure assessment", Report AECL-10720, COG-93-10, Section 1.2.4 and relevant references, 1993.
21. S.R. Joshi, A. Walton. Environmental Radioactivity, Canadian Chemical News, pp 22-25, 1991.
22. Our Common Future, World Commission on Environment and Development, Oxford University Press, 1987.
23. Government of Canada, "Canadian Environmental Assessment Act", Statutes of Canada 1992, Chapter 37, Bill C-13, Assented to 23rd June, 1992.

ACKNOWLEDGEMENTS

Members of the Working Group:

J.A.L. Robertson (Chairman)
W.J. Megaw
A. Pearson
J.T. Rogers

Advisory Committee Secretariat:

R.J. Atchison
P.A. Smith

The Committee wishes to acknowledge the helpful comments and suggestions made by some members of the Advisory Committee on Radiological Protection during the preparation of this document. This acknowledgement, however, in no way implies that these individuals or that Committee have endorsed the final version of this document.

**NEXT PAGE(S)
left BLANK**

APPENDIX A

Draft 4, November 29 '94

**Managing risks on behalf of Canadians:
Treasury Board Guidelines for Regulators [3]**

Objective

In addressing risks to health, safety and the environment, the government will help Canadians achieve the maximum benefit possible in relation to costs.

Principles

Canadians view health, safety and the quality of the environment as important concerns. The federal government's efforts to reduce risk in these areas is part of its obligation to serve the public interest. The government must also meet its enforcement obligations.

Ensuring that taxpayers' money is wisely spent is also in the public interest. In the management of risk, the government will weigh the benefits of alternative actions against their costs and focus resources where they can do the most good.

To be effective, the responsibility for managing risks must be shared. To this end, the federal government is committed to working in partnership with industry, labour, interest groups, professional organizations, other levels of government and interested individuals.

ACNS
CCSN

Advisory Committee on Nuclear Safety
Comité consultatif de la sûreté nucléaire

CCSN-24

**PRINCIPES FONDAMENTAUX
DE LA RÉGLEMENTATION
DES ACTIVITÉS NUCLÉAIRES**

ACNS

Advisory Committee on Nuclear Safety

CCSN

Comité consultatif de la sûreté nucléaire

CCSN-24

**PRINCIPES FONDAMENTAUX
DE LA RÉGLEMENTATION
DES ACTIVITÉS NUCLÉAIRES**

par le

Comité consultatif de la sûreté nucléaire

mars 1996

RÉSUMÉ

La CCEA s'est donné la mission suivante :

«S'assurer que l'utilisation de l'énergie nucléaire au Canada ne pose pas de risque indu pour la santé, la [sûreté], la [sécurité] et l'environnement.»

Le présent rapport propose onze principes qualitatifs pour la réglementation des activités nucléaires dont l'application permettrait de respecter la politique générale formulée dans l'énoncé qui précède. Ces principes constitueraient aussi une base pour les exigences particulières de la réglementation exprimées par la CCEA dans son règlement et ses autres documents. Ils serviraient ainsi de lien entre, d'une part, la politique formulée dans l'énoncé de la mission et, d'autre part, les exigences.

Les principes proposés portent en grande partie sur la façon dont le risque admissible devrait être fixé pour les membres du public, les travailleurs de l'industrie, l'ensemble de la société et l'environnement. Dans l'élaboration des recommandations, les risques associés à l'exploitation normale de l'installation autorisée et les risques associés à un accident grave possible sont pris en considération séparément. Il est également tenu compte, dans les principes proposés, de la distribution du risque entre les collectivités géographiques et entre les générations. Ces principes sont énumérés dans la dernière section du rapport.

**NEXT PAGE(S)
left BLANK**

TABLE DES MATIÈRES

	<u>Page</u>
RÉSUMÉ	iii
1. INTRODUCTION	1
2. OBJET ET APERÇU	1
3. CONTEXTE HISTORIQUE	2
4. PRINCIPES PROPOSÉS	4
4.1 Sûreté et risque	4
4.2 Justification	4
4.3 Risque individuel et bénéfice collectif	5
4.4 Signification du risque	5
4.5 Établissement des critères de risque	6
4.6 Risque professionnel	8
4.7 Dose à la population	8
4.8 Accidents possibles	8
4.9 Générations futures	9
4.10 Collectivités locales	10
4.11 Protection de l'environnement	11
5. RÉSUMÉ DES PRINCIPES	12
BIBLIOGRAPHIE	15
REMERCIEMENTS	17
ANNEXE A : Lignes directrices à l'intention des responsables de la réglementation qui gèrent les risques au nom des Canadiens	19

PRINCIPES FONDAMENTAUX DE LA RÉGLEMENTATION DES ACTIVITÉS NUCLÉAIRES

1. INTRODUCTION

La Commission de contrôle de l'énergie atomique (CCEA) a la responsabilité légale de la réglementation des activités nucléaires au Canada en vertu de la Loi sur le contrôle de l'énergie atomique (1946). Ces activités comprennent les applications médicales et industrielles des radio-isotopes et tous les aspects de la production d'électricité au moyen de l'énergie nucléaire. La réglementation en vertu de la Loi a comme objectif général de desservir les Canadiens, comme l'exprime l'énoncé de la mission de la CCEA :

«S'assurer que l'utilisation de l'énergie nucléaire au Canada ne pose pas de risque indu pour la santé, la [sûreté], la [sécurité] et l'environnement.»

Dans cet énoncé, «sécurité» est utilisé au sens de prévention des activités illégales et le sujet n'est pas approfondi davantage dans le présent rapport sur la sûreté.

Le Comité consultatif de la sûreté nucléaire (CCSN) a publié son rapport CCSN-2, «Objectifs de sûreté relatifs aux activités nucléaires au Canada», en 1982 [1]. Ce rapport résumait les principes sous-jacents à la réglementation actuelle et aux pratiques en matière de délivrance de permis par la CCEA. Depuis, d'importants changements se sont produits dans le domaine de l'analyse et de la gestion du risque et dans l'attente du public quant à sa participation à l'élaboration des politiques. Les gouvernements doivent trouver un équilibre entre les demandes concernant un risque toujours plus faible, d'une part, et l'opposition à une sur-réglementation et à des dépenses publiques excessives, d'autre part.

Le Conseil du Trésor a publié des lignes directrices pour la préparation d'analyses coûts-avantages [2], mais elles ont par la suite cessé d'être appliquées. À l'heure actuelle, les seules lignes directrices qui existent sont un énoncé d'une page, émis par le Conseil du Trésor (reproduit à l'annexe A [3]), d'un objectif général pour la gestion des risques :

«En tenant compte des risques pour la santé, la sûreté et l'environnement, le gouvernement aidera les Canadiens à tirer le plus grand bénéfice possible par rapport aux coûts.» [traduction d'un passage du document de référence 3]

et trois principes, dont le suivant :

«Veiller à ce que l'argent des contribuables soit judicieusement utilisé est également dans l'intérêt du public. Dans la gestion du risque, le gouvernement évaluera les avantages offerts par des options de rechange en fonction de leurs coûts et il affectera les ressources aux options où elles rapporteront le plus.» [traduction d'un passage du document de référence 3]

Les organismes de réglementation individuels héritent ainsi de la responsabilité de traduire ces généralités en principes applicables.

2. OBJET ET APERÇU

L'objet du présent rapport est de proposer, en fonction des conditions actuelles, un énoncé explicite des principes fondamentaux de la sûreté des activités nucléaires, justifiant ces principes dans la mesure du possible par comparaison aux principes généraux de sûreté applicables à la société dans son ensemble.

Dans ce contexte, les principes constituent un énoncé des objectifs qui devraient être visés en vue de l'application de la politique générale formulée dans l'énoncé de la mission de la CCEA. Ils constituent ainsi un lien entre la politique et les exigences de l'organisme de réglementation, exprimées par la CCEA dans son règlement et ses autres documents. Dans une situation idéale, les principes devraient découler logiquement de la politique et les exigences devraient découler des principes. Dans la pratique, on peut seulement s'attendre à ce que le respect des exigences permette l'application des principes et que l'application des principes soit une façon de se conformer à la politique. Les principes proposés devraient correspondre de façon raisonnable à la volonté de la société, dans la mesure où cette volonté peut être déterminée. Alors que les exigences devraient être formulées de façon qu'il soit possible de vérifier si elles sont respectées, et sont par conséquent souvent quantitatives, les principes sont plus généraux et sont souvent qualitatifs.

Les principes proposés sont applicables à toutes les activités nucléaires mais leur effet le plus marqué s'exerce sur les activités importantes dans lesquelles sont utilisés, par exemple, des réacteurs de puissance et des installations d'évacuation des déchets. En ce qui concerne les réacteurs de puissance, le CCSN a proposé, comme document de niveau inférieur, le rapport CCSN-20, «Approche quantitative proposée en matière de sûreté pour les centrales nucléaires au Canada» [4]. Pour certaines applications nucléaires, par exemple l'utilisation des radionucléides à des fins médicales, il ne serait peut-être pas nécessaire de disposer de documents de niveau inférieur de ce type, mais il faudrait quand même tenir compte des principes lors de la présentation d'une demande de licence ou de permis et lorsqu'une autorisation est accordée.

La prochaine section donne un contexte historique pour la discussion, ce qui mène à une proposition pour des principes particuliers à la section 4. Ces principes fondamentaux de la réglementation des activités nucléaires, soumis à la CCEA pour qu'elle les approuve, sont énumérés dans la dernière section.

3. CONTEXTE HISTORIQUE

Les principes fondamentaux de sûreté étaient implicites dans les programmes nucléaires avant la création de la CCEA en 1946. Le projet Manhattan des États-Unis, pendant la guerre, comprenait un important élément de radioprotection qui permettait l'établissement de limites d'exposition au rayonnement et prévoyait des mesures de protection pendant les activités normales ou planifiées. Le premier réacteur nucléaire utilisé dans le cadre de ce projet, dont l'état est devenu critique en 1942 à Chicago, comprenait des dispositifs d'arrêt d'urgence qui, même s'ils sont aujourd'hui considérés comme rudimentaires, indiquent qu'on était alors conscient de la nécessité de moyens de protection contre les événements imprévus.

Au Canada, en 1947, Butler, qui jouissait d'un accès privilégié au programme américain, a rédigé un rapport fécond sur les expositions admissibles au rayonnement [5]. Le premier gros réacteur canadien, le réacteur de recherche NRX, comprenait une multitude de dispositifs de sûreté. Néanmoins, en 1952, le NRX a été le site d'un grave accident qui, même s'il n'a causé aucune mort, a entraîné le rejet de grandes quantités de substances radioactives dans l'environnement. Cet accident a prouvé clairement que des dispositifs de sûreté multiples seuls, même redondants, ne sont pas suffisants pour assurer la sécurité. Ils doivent être utilisés de façon logique dans tous les aspects liés à la sûreté et doivent être munis d'outils adéquats permettant l'exécution d'essais.

On a par la suite repensé en profondeur la philosophie de la sûreté des réacteurs en tenant compte de la protection et du contrôle. Le réacteur NRX reconstruit et le nouveau réacteur NRU sont devenus des terrains d'essai pour une grande partie de la nouvelle philosophie

élaborée. Les principes fondamentaux sont restés les mêmes, c.-à-d. veiller à ce que les travailleurs et le public soient protégés contre les niveaux de rayonnement dangereux en condition d'utilisation normale et même en situation de défaillances du matériel ou d'erreur humaine.

En 1957, Siddall, qui participait à la conception du réacteur de recherche NRU, a observé une demande sans cesse grandissante pour des mesures de sûreté sans égard aux avantages prévus [6]. Il a proposé que le nombre de morts attribuables à une activité soit utilisé comme critère de sûreté, pour fin de comparaison avec d'autres activités produisant des avantages comparables.

Lorsqu'on a envisagé la production d'électricité au moyen de l'énergie nucléaire, ce principe a pris la signification suivante : la production d'électricité au moyen de l'énergie nucléaire ne devrait pas causer plus de morts que la production d'une même quantité d'électricité à partir du charbon, étant donné que les centrales alimentées au charbon étaient alors l'option de rechange réaliste en Ontario [7]. Ce principe est depuis lors resté un principe du programme canadien, et il a été bien respecté [8].

Au Canada et ailleurs, les principes fondamentaux de la réglementation des activités nucléaires sont basés sur les recommandations de la Commission internationale de protection radiologique (CIPR), notamment sur ses trois principes [9] :

1. Aucune pratique ne doit être adoptée à moins que son introduction ne produise un bénéfice net positif (principe de justification).
2. Toutes les expositions doivent être maintenues au niveau le plus bas que l'on pourra raisonnablement atteindre, compte tenu des facteurs économiques et sociaux (principe d'optimisation ou principe ALARA).
3. L'exposition des individus ne doit pas dépasser les limites recommandées par la Commission dans les circonstances en question (principe de limitation).

L'essence des deux derniers principes est que le risque devrait être optimisé plutôt que réduit au minimum dans l'intérêt du public, compte tenu de facteurs techniques, économiques et sociaux, et qu'il existe une limite supérieure absolue du risque admissible pour tout individu. Cependant, les principes de la CIPR ne visent que le dommage potentiel dû aux rayonnements, strictement les rayonnements ionisants.

Depuis que le CCSN a publié son rapport CCSN-2 en 1982, le Groupe consultatif international pour la sûreté nucléaire (INSAG) de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) a publié son rapport 75-INSAG-3, «Principes fondamentaux de sûreté pour les centrales nucléaires» [10], et le Groupe consultatif sur les normes de sûreté nucléaire de l'AIEA a publié le rapport «La sûreté des installations nucléaires» [11]. Les deux documents spécifient un objectif général, visant à «protéger les personnes, la société et l'environnement en établissant et en maintenant dans les centrales nucléaires un système de protection efficace contre les dangers radiologiques», et deux objectifs secondaires. L'un, l'objectif de radioprotection, appuie efficacement les principes d'optimisation et de limitation de la CIPR en condition d'exploitation normale et l'autre, l'objectif technique de sûreté, vise à assurer que la probabilité et les conséquences des accidents soient faibles et inférieures à des limites prescrites.

Des discussions récentes au sein du *Advisory Committee on Reactor Safeguards* du NRC aux États-Unis, qui est à peu près le pendant du CCSN au Canada, ont porté sur l'avantage d'établir comme principe une probabilité estimée maximale d'accident grave de réacteur, quelle que soit la façon dont cette probabilité est définie [12].

L'application des principes formulés dans les rapports CCSN-2 et 75-INSAG-3, en ce qui concerne les centrales nucléaires, est étudiée dans le rapport CCSN-20 [4]. L'application visant le concept d'un site d'évacuation des déchets de combustible nucléaire du Canada constitue le sujet d'un énoncé d'impact environnemental [13] préparé par Énergie atomique du Canada Limitée (EACL) et soumis à l'examen du Processus fédéral d'évaluation et d'examen en matière d'environnement.

4. PRINCIPES PROPOSÉS

4.1 Sûreté et risque

Tout comme une santé parfaite serait l'absence de mort prématurée, de maladie et de blessures, une sûreté parfaite serait l'absence de risque de ces problèmes. Cependant, comme toutes les activités humaines comportent une part de risque, il ne peut pas exister de sûreté parfaite; il ne peut exister qu'une sûreté relative. Monsieur le juge Wright [14], dans ses motifs de rejet des demandes présentées par Enquête énergétique et par d'autres au sujet de la Loi sur la responsabilité nucléaire, a exprimé cette idée de la façon suivante :

«Il n'est pas nécessaire que le niveau de protection adéquate soit le niveau de 'risque zéro' et il est presque certain qu'il ne le sera pas. '... [S]ûre ne signifie pas sans risque ... [Une activité] peut difficilement être considérée comme 'dangereuse' à moins qu'elle comporte ... un risque important de dommage.» [traduction d'un passage du document de référence 14]

Le principal problème dans l'établissement de principes fondamentaux pour la réglementation des activités nucléaires consiste à déterminer le niveau de sûreté qui doit être exigé. À cette fin, il faut entre autres déterminer de quelle façon ce niveau de sûreté doit se comparer à ceux d'autres activités de la société, et aussi de quelle façon il peut varier entre les travailleurs du secteur nucléaire et les membres du public, entre les générations et entre les collectivités géographiques. Les autres difficultés ont trait à la détermination de la façon dont les populations entières et l'environnement doivent être protégés.

4.2 Justification

Avant de s'intéresser au niveau de sûreté requis, il faut s'assurer que l'activité nucléaire proposée offrira, selon les prévisions, des avantages suffisants pour l'emporter sur tout dommage possible. À cette fin, il faut effectuer une analyse de sûreté préliminaire, qui n'a pas besoin d'être détaillée, l'analyse détaillée subséquente constituant une répétition de cette étape initiale.

La CIPR formule ce principe de justification pour les expositions aux rayonnements dans son premier principe. Pour bon nombre d'applications, par exemple l'utilisation de radio-isotopes, la CCEA détermine ce qui est justifiable. Cependant, dans le cas d'une grosse installation nucléaire, par exemple un réacteur de puissance ou un site d'évacuation de combustible épuisé, la décision est essentiellement politique, c.-à-d. qu'elle est prise par des représentants élus qui s'appuient toutefois sur une bonne quantité d'informations techniques. Ainsi, les facteurs à prendre en considération n'ont pas à être limités aux aspects sûreté et économie; ils peuvent comprendre des facteurs sociaux, comme la situation locale sur le plan de l'emploi et la sécurité d'approvisionnement.

Principe 1 : Toute activité nucléaire doit être justifiable par la prévision d'un bénéfice net positif.

4.3 Risque individuel et bénéfice collectif

Dans toute activité nucléaire, l'exposition aux rayonnements n'est qu'un des risques possibles. Pour accomplir la mission de la CCEA, il faut tenir compte de toutes les sources de risques, de sorte que les principes d'optimisation et de limitation de la CIPR doivent être étendus pour tenir compte non seulement du risque radiologique, mais de tous les risques.

Même s'il peut sembler évident que le risque associé à toute activité doit être maintenu au plus bas niveau possible, le principe d'optimisation de la CIPR tient compte du fait que d'autres facteurs peuvent jouer un rôle, c.-à-d. que le risque devrait être optimisé et pas nécessairement réduit au minimum. Cette optimisation serait faite dans le but d'offrir le plus grand bénéfice possible à l'ensemble de la société. Afin de protéger les individus pour lesquels cette optimisation pourrait avoir des effets néfastes, une adaptation du principe de limitation de la CIPR établit une limite supérieure du risque auquel tout individu peut être exposé.

Principe 2 : Le risque auquel est exposé un individu en raison d'une activité nucléaire devrait être maintenu au niveau le plus bas qu'il est raisonnablement possible d'atteindre, compte tenu des facteurs économiques et sociaux.

Principe 3 : Le risque auquel est exposé un individu en raison d'une activité nucléaire ne devrait pas dépasser une certaine valeur limite.

4.4 Signification du risque

Dans l'application des principes 2 et 3, une difficulté est créée par les façons très différentes dont les personnes jugent le «risque». Les professionnels en matière d'analyse du risque définissent le «risque» comme le produit de la probabilité d'un événement par ses conséquences néfastes*. Cependant, plusieurs études [par exemple le document de référence 15] ont montré que le «risque» estimé par les membres du grand public pour un événement donné diffère par plusieurs ordres de grandeur du risque estimé par les professionnels. Lorsque l'estimation est basée sur des données actuarielles, par exemple le nombre de morts par année causées par le botulisme aux États-Unis, la différence, qui est de l'ordre de la centaine, peut être attribuée à une ignorance des faits de la part du public. Certains spécialistes de la science du comportement ont supposé que la différence est souvent due à une signification radicalement différente donnée au mot «risque». Slovic et coll. [15] ont énuméré neuf facteurs non techniques que le public considère comme importants dans l'évaluation du risque, notamment la nature spontanée ou forcée du danger, sa nature familière ou étrangère et sa nature chronique ou catastrophique.

Le CCSN adopte une position qui tient compte des estimations du risque faites par les professionnels et des perceptions du risque par le public. Il considère que les personnes chargées de décider ce qui constitue un risque acceptable devraient être bien au courant du risque estimé mais devraient aussi tenir compte de la volonté du public, qui est représentée par le risque perçu. En plus d'être conforme au principe d'optimisation de la CIPR pour ce qui est de tenir compte des facteurs sociaux, cette approche est basée sur le fait que dans la société actuelle les règlements doivent recevoir un large appui du public.

* Dans le présent contexte, la conséquence potentielle utilisée pour évaluer le risque associé à une exposition au rayonnement est la mort, mais d'autres conséquences, par exemple une lésion ou des dommages génétiques, pourraient être utilisées.

Dans la mise en application des approches, une distinction nette doit être maintenue entre les deux composantes qui entrent dans le processus d'optimisation. D'abord, il y a les estimations quantifiées du risque attribuable à une activité et des coûts de différentes mesures de réduction du risque. Ces estimations doivent être produites par des professionnels qualifiés. En deuxième lieu, il y a l'évaluation de facteurs sociaux, y compris les avantages sur les plans de l'économie et de l'emploi découlant de l'activité et les facteurs qui interviennent dans la perception du risque par le public. Le processus d'optimisation nécessite une évaluation du risque qui tient compte des deux composantes. À la CCEA, le personnel a la responsabilité d'évaluer, ou d'approuver, la première composante et de déterminer les éléments qui interviennent dans la seconde : les membres de la Commission ont collectivement la responsabilité de tenir compte des deux composantes en tant que décideurs.

4.5 Établissement des critères de risque

Depuis qu'on a commencé à produire de l'électricité au moyen de l'énergie nucléaire au Canada, on a adopté comme principe en matière de sûreté du public que le risque estimé associé aux centrales nucléaires ne devrait pas dépasser de façon appréciable le risque estimé associé aux options de rechange pour la production de la même quantité d'électricité [6, 7]. Les informations résumées dans les rapports CCSN-10 [8] et les arguments du rapport CCSN-20 [4] montrent que l'application des principes d'optimisation et de limitation de la CIPR a été plus que conforme au principe susmentionné.

Au fil des années, cependant, des pressions ont été exercées en raison de l'opinion publique pour que l'énergie nucléaire soit beaucoup plus sûre que les options de rechange disponibles, comme l'indique le risque estimé. On se demande de plus en plus aujourd'hui si cette tendance ne constitue pas un mauvais usage de ressources limitées.

L'affectation de ressources limitées de la société à la réduction exagérée du risque dans un secteur particulier se traduit par l'absence de ces ressources pour réduire des risques plus grands dans d'autres secteurs, ce qui en fin de compte entraîne une exposition de la société à un risque global plus élevé que nécessaire.

On peut par conséquent soutenir que le risque associé à chaque option de rechange devrait être le même. Cependant, on ne tiendrait pas compte alors de la possibilité que certaines options offrent plus d'avantages que d'autres. Par exemple, une option qui réduit la dépendance nationale par rapport au pétrole importé ou qui améliore la situation de l'emploi au pays peut justifier un risque plus élevé. De plus, la politique gouvernementale ne dépend pas uniquement de facteurs économiques; des facteurs sociaux, comme l'opinion publique, doivent être pris en considération. La société craint plus certains dangers que d'autres et est par conséquent prête à consacrer plus d'argent et d'efforts pour se protéger contre ces dangers. Par exemple, le public s'inquiète au sujet des accidents d'avions occasionnels qui causent des centaines de morts, mais il tolère les accidents quotidiens de la route qui font bien plus de victimes, et ce fait doit être pris en considération. En raison de la crainte du public concernant tout ce qui est de nature nucléaire, il se pourrait qu'on exige pour l'option nucléaire un risque moins élevé (estimé par les professionnels de l'analyse du risque) que pour les autres options. Bien qu'il constate l'existence de ces facteurs sociaux, le CCSN, en tant que comité technique, laisse aux membres de la Commission le soin de porter le jugement nécessaire sur la façon dont ces facteurs doivent être pris en considération dans l'établissement d'exigences particulières.

Dans la mise en application des principes 2 et 3, il faut tenir compte de tous les aspects de l'activité pour évaluer le risque. Par exemple, le risque global pour la production d'électricité au moyen de l'énergie nucléaire doit tenir compte des risques associés à chacune des

composantes du cycle du combustible, allant de l'extraction de l'uranium à l'évacuation des déchets. Il en va de même pour les options de rechange.

Les principes qui s'appliquent à l'activité dans son ensemble devraient s'appliquer à toute mesure de sûreté proposée à l'intérieur de l'activité, que ce soit au niveau de la conception, de l'exploitation, de la modernisation ou à un autre niveau. Cette application des principes devrait être telle que le rapport coût-efficacité de la mesure, c.-à-d. le nombre de dollars dépensés pour chaque année de vie épargnée, ne dépasse pas de façon appréciable une certaine valeur spécifiée, à moins que la situation soit bien justifiée. Cependant, dans le principe 2 on reconnaît que les facteurs sociaux et le rapport coût-efficacité doivent être pris en considération. De plus, le coût rattaché à l'optimisation est un facteur légitime dans l'analyse des coûts.

Pour être valides, les principes 2 et 3 doivent tenir compte de tous les risques pertinents, pas seulement des risques radiologiques. Cependant, il n'est pas toujours possible de faire des comparaisons rigoureuses entre les différentes options en raison du manque d'informations. Dans un exemple concernant la production d'électricité, le risque de cancer causé par le rayonnement nucléaire peut être estimé, encore que ce soit avec une certaine incertitude, mais on possède beaucoup moins de données sur les risques pour la santé associés aux produits de combustion du charbon [8]. Les professionnels de l'analyse du risque peuvent faire leurs meilleures estimations en se basant sur les informations disponibles mais, en bout de ligne, il faut convaincre le grand public. Par conséquent, dans ces comparaisons, il faut soit évaluer le risque non radiologique et le prendre en considération, soit montrer qu'il est négligeable.

Une politique gouvernementale en vertu de laquelle le risque associé à toute activité ne devrait pas dépasser de façon appréciable une certaine valeur spécifiée sans qu'une bonne justification soit fournie aiderait les responsables de la réglementation nucléaire et les autres responsables de la réglementation en matière de sûreté. Cependant, la responsabilité de décider quel niveau de sûreté est suffisant et quel montant on doit consacrer à la sûreté est laissée à la société dans son ensemble. À l'heure actuelle, environ 15 pour cent du produit intérieur brut (PIB) du Canada est consacré à des mesures portant spécifiquement sur la santé et la sécurité, sans englober les sommes consacrées à la défense nationale et à toute l'infrastructure pour des services comme la purification de l'eau, les réseaux d'égouts, l'assainissement et la réfrigération des aliments, qui sont essentiels à la santé [16]. Toutes ces mesures reposent sur la création soutenue de richesses suffisantes permettant de les payer. Le processus actuel d'établissement d'exigences ne tient pas compte du fait que l'augmentation de l'espérance de vie en tant que conséquence indirecte de la création de richesses peut l'emporter sur la diminution de l'espérance de vie résultant des risques rattachés à la création de ces richesses [17]. Dans l'établissement des exigences, ce n'est pas la diminution de l'espérance de vie qui devrait être réduite mais l'accroissement net qui devrait être augmenté.

Principe 4 : Dans l'établissement des exigences en matière de sûreté, il faut tenir compte des avantages pour la sûreté résultant d'une activité.

L'argument de l'utilisation judicieuse des fonds publics conduit à une autre conclusion, à savoir qu'il existe un niveau «*de minimis*» au-dessous duquel le risque est tellement faible que les efforts visant à le réduire constitueraient une dépense indue des ressources de la société en vue d'obtenir un avantage insignifiant sur le plan de la protection de la santé. Par conséquent, il n'est pas nécessaire de tenir compte des risques au-dessous du niveau *de minimis*. La question d'un niveau *de minimis* est approfondie dans le rapport CC-1 [18], produit par le CCSN en collaboration avec le Comité consultatif de la radioprotection de la CCEA. On recommande dans ce rapport un débit de dose *de minimis* pour le rayonnement ionisant qui peut être converti en un taux de risque à l'aide d'un facteur de conversion recommandé par la CIPR [9].

4.6 Risque professionnel

Le risque professionnel acceptable a toujours été sensiblement plus élevé que le risque pour le public. Cette situation a été occasionnellement justifiée de diverses façons par le fait qu'elle constitue la façon de procéder qui est acceptée dans l'industrie à l'échelle mondiale; que le public est exposé à une multitude de petits risques similaires alors que les travailleurs ne sont exposés, dans l'exécution de leurs fonctions, qu'au risque associé à leur propre industrie; que le coût d'un risque plus élevé est compensé par le bénéfice de l'emploi et peut aussi être compensé sur le plan financier; et qu'une meilleure surveillance, et par conséquent une plus grande certitude concernant le risque, sont possibles dans le cas des travailleurs. Il y a unanimité pour affirmer que l'exposition à un risque, quel qu'il soit, doit faire l'objet d'un consentement éclairé.

Ces aspects et d'autres sont pris en considération par l'application du principe 4 aux travailleurs, si l'on tient compte des principes 2 et 3 également. Dans le cadre de l'établissement de la limite de risque admissible et de la définition du processus d'optimisation, le risque auquel sont exposés les travailleurs du secteur nucléaire devrait être comparé à celui auquel sont exposés les travailleurs dans d'autres secteurs de l'industrie.

Principe 5 : Le risque limite et le risque optimum des principes 3 et 2 respectivement ne devraient pas nécessairement être les mêmes pour les travailleurs du secteur nucléaire que pour les membres du public.

4.7 Dose à la population

Si un très grand nombre d'individus sont exposés à de faibles doses de rayonnement, inférieures à toute limite établie pour les individus, la dose totale pour l'ensemble de la population, c.-à-d. la dose à la population, peut être importante. Tant que la CCEA appuie la recommandation de la CIPR [9] selon laquelle la probabilité d'effets sur la santé devrait être supposée comme étant proportionnelle à la dose, sans considérer aucun seuil, le préjudice pour la société serait déterminé par la dose à la population, quelle que soit sa distribution. Par conséquent des limites de dose à la population devraient être prescrites. Dans la délivrance de licences ou de permis relatifs aux centrales nucléaires au Canada, la dose limite pour les individus a été plus restrictive que toute limite raisonnable de dose à la population. Cependant, pour certains scénarios d'accidents, il est possible que les limites de risque auxquels sont exposés les individus n'assurent pas une protection adéquate de l'ensemble de la population.

La nécessité de ce principe dépend de la validité de l'hypothèse d'absence de seuil, laquelle a été acceptée comme une hypothèse prudente dans l'établissement des exigences. Cependant, la question prête à la controverse car plusieurs spécialistes soutiennent qu'il existe un seuil de dose de rayonnement pour la production d'effets sur la santé. Si les travaux de recherche futurs montrent qu'il existe un seuil, il faudra réévaluer le principe et peut-être l'éliminer.

Principe 6 : Pour toute activité nucléaire, la dose estimée à la population devrait être maintenue au niveau le plus bas qu'il est raisonnablement possible d'atteindre, compte tenu des facteurs économiques et sociaux.

4.8 Accidents possibles

Le risque associé à toute activité industrielle, par exemple la production d'électricité au moyen de l'énergie nucléaire, comprend deux composantes : le risque résultant de l'exploitation normale et prévue, et le risque résultant des accidents possibles mais imprévus. Il faut tenir compte des deux composantes séparément parce qu'elles sont de nature différente et qu'elles entraînent des

réponses différentes. La première composante peut être surveillée continuellement et, lorsqu'elle dépasse le niveau fixé, une mesure appropriée, allant jusqu'à l'arrêt de la centrale, peut être prise. La deuxième composante, cependant, peut seulement être estimée et il est difficile de maîtriser ses conséquences une fois que l'accident se produit. (L'intervention des opérateurs et l'atténuation des conséquences par l'application de mesures d'urgence sont prises en considération dans les estimations.)

Il faut tenir compte des deux composantes dans l'établissement des limites réglementaires applicables aux activités nucléaires. Pour offrir une protection à la population à risque, la composante acceptable associée aux accidents, à utiliser dans l'établissement des exigences, ne devrait pas dépasser la composante mieux connue qui est associée à l'exploitation normale. De plus, le risque individuel estimé associé aux accidents devrait être optimisé conformément au principe 2. Ainsi, même si elles étaient inférieures à la même valeur limite et étaient optimisées de façon à donner le plus grand bénéfice net pour la société, les deux composantes du risque ne seraient pas nécessairement égales en pratique.

Principe 7 : Le risque estimé pour les individus, attribuable aux accidents, ne devrait pas dépasser la limite fixée pour l'exploitation normale et il devrait être optimisé conformément au principe 2.

En raison de la crainte que manifeste le public au sujet des accidents importants qui peuvent toucher un grand nombre de personnes et de tout ce qui est nucléaire, une limite devrait être établie pour la probabilité d'un accident nucléaire grave, c.-à-d. d'un accident qui se traduit par le rejet d'une quantité de substances nucléaires suffisante pour nécessiter l'évacuation de la population avoisinante. La probabilité serait mesurée comme la fréquence estimée d'un tel accident, tel que spécifié dans l'analyse de sûreté effectuée par le demandeur de permis ou de licence et approuvé par la CCEA.

Principe 8 : Une limite devrait être fixée pour la probabilité d'un accident nucléaire grave.

4.9 Générations futures

Pour certaines activités nucléaires, en particulier l'évacuation des déchets, le risque pour le public est essentiellement confiné aux générations sur une période s'étendant jusqu'à des milliers d'années dans le futur. Les points de vue concernant le principe du risque pour les générations futures couvrent une gamme comprise entre une approche selon laquelle les générations futures ne devraient être exposées à aucun risque attribuable à des activités qui profitent à notre génération et une approche selon laquelle le risque devrait diminuer au même taux que la valeur de l'argent, ce qui signifierait que même un risque élevé serait considéré comme négligeable dans quelques générations.

Dans la recherche d'un point de vue qui ferait l'unanimité, plusieurs facteurs doivent être pris en considération :

- Même lorsque les produits d'une activité actuelle n'existent plus, par exemple de l'électricité d'origine nucléaire ou des radio-isotopes médicaux, les connaissances et les techniques associées à cette activité sont encore disponibles. Par conséquent, les générations futures héritent de certains bénéfices. De plus, les générations futures continueront de bénéficier des richesses créées par ces activités.

- Si un risque imprévu survenait, par exemple une fuite à partir d'un dépôt de déchets causée par un séisme, les générations futures pourraient être capables de prendre les mesures de correction nécessaires.
- La possibilité que la science découvre un remède contre le cancer d'ici mille ans ne peut pas être ignorée.
- En utilisant les ressources de la génération actuelle pour protéger les générations futures, on réduit par le fait même les ressources disponibles pour protéger la génération actuelle et on lui cause des dommages inévitables. Ces dommages peuvent avoir des effets reconnaissables sur toutes les générations futures.

Le compromis, proposé dans le rapport CCSN-2 [2], consiste à accorder à la minimisation du risque pour les générations futures une priorité qui ne soit pas moindre que la priorité accordée au risque pour la génération actuelle. Dans le contexte actuel, ce compromis signifie que le risque estimé pour les individus des générations futures ne devrait pas dépasser la limite actuelle de risque individuel et qu'il devrait être fixé au niveau le plus bas qu'il soit raisonnablement possible d'atteindre, compte tenu des facteurs économiques et sociaux (comme ceux qui ont été mentionnés précédemment).

Dans le cas de l'individu, la limite et le processus d'optimisation de la gestion du risque peuvent être appliqués aux générations futures à peu près de la même façon qu'à la génération actuelle et aux générations qui la suivent de près, mais il n'en va pas de même dans le cas de la population. Une limite de dose à la population pourrait être établie mais il ne serait pas possible d'estimer la dose réelle à la population, puisqu'il est impossible de prévoir quelle sera la distribution des populations ou même la nature des populations dans des milliers d'années.

Principe 9 : La priorité accordée à la prévention du risque pour les générations futures ne devrait pas être moindre que la priorité accordée pour la génération actuelle.

4.10 Collectivités locales

Un raisonnement similaire à celui qui s'applique à la distribution entre les générations du risque découlant d'une activité s'applique à sa distribution entre les différentes collectivités géographiques. Selon un point de vue, ceux qui bénéficient de l'activité devraient supporter le risque. Cependant, ce point de vue est contraire à la façon de procéder qui est acceptée pour d'autres activités. Toute collectivité donnée peut supporter un risque plus élevé que la moyenne attribuable à une activité particulière mais jouir des avantages d'un grand nombre d'autres activités dont les risques sont supportés par d'autres collectivités. Cette situation est considérée comme équitable dans la mesure où les risques et avantages totaux s'équilibrent approximativement. Pour les situations dans lesquelles il existe un excédent appréciable de risque, ou de risque perçu, des propositions ont été faites à l'effet que, pour le plus grand bien de l'ensemble de la population, la collectivité touchée reçoive une compensation appropriée, par exemple pour l'évacuation de déchets faiblement radioactifs [19] et de déchets de combustibles nucléaires [13].

Qu'il existe ou non une forme de compensation quelconque, il n'existe aucune proposition en vertu de laquelle les collectivités locales devraient être autorisées à opposer leur veto au passage de matières qui sont conformes aux lois et règlements visant le transport.

Ce principe représente donc un élargissement pour un segment de la population du principe de maximisation des bénéfices pour l'ensemble de la société, sous réserve qu'une protection soit

offerte aux personnes les plus à risque. Comme dans le cas du principe 1 (justification), l'application de ce principe peut dépasser le champ de compétence de la CCEA.

Principe 10 : Pour toute collectivité donnée touchée par une activité nucléaire, les bénéfices économiques et sociaux résultants devraient l'emporter sur les coûts économiques et sociaux.

4.11 Protection de l'environnement

Pour déterminer les éléments nécessaires en vue d'assurer la protection de l'environnement, tel qu'exigé dans l'énoncé de la mission de la CCEA, il faut définir ce qu'on entend par «environnement». Comme le terme «risque», le terme «environnement» prend des sens différents pour différentes personnes. Traditionnellement, la CCEA a considéré l'environnement comme l'ensemble des constituants physiques et biologiques de la biosphère, l'eau, l'air, le sol et le biote, qu'on appelle dans le présent contexte «environnement naturel».

La limitation des risques auxquels sont exposés les individus et les populations protège indirectement cet environnement dans une large mesure. En général, les organismes complexes, comme les mammifères, y compris les humains, sont plus sensibles au rayonnement que les organismes simples [20]. Même si les individus subissent des dommages, l'espèce n'est pas menacée. Pour présenter des dommages détectables, les végétaux doivent habituellement être soumis à des expositions plus élevées que les animaux. La limitation de la fréquence d'accidents graves nécessitant des évacuations se traduit également par une limitation de la fréquence à laquelle l'environnement qui entoure le site d'une activité nucléaire peut être contaminé. Certains ne voient par conséquent pas la nécessité d'un principe distinct pour assurer la protection de l'environnement naturel.

Cependant, certaines réserves s'appliquent à cette généralisation :

«[...] l'hypothèse] selon laquelle si [l'homme] est protégé, les autres formes de vie ne sont pas davantage exposées aux effets nuisibles du rayonnement ... n'a pas été évaluée rigoureusement. De nouveaux éléments viennent constamment confirmer que les processus naturels entraînent une concentration de radionucléides dans divers biotes jusqu'à des niveaux sensiblement plus élevés que dans les milieux universels, l'air et l'eau; on sait peu de choses au sujet des conséquences à long terme de ces processus et des effets des concentrations accrues de radionucléides sur les biotes eux-mêmes.» [traduction d'un passage du document de référence 21]

De plus, il a été tenu compte de certaines exceptions possibles, par exemple :

- À la suite de l'exposition d'une espèce menacée à un rayonnement important, le dommage causé aux individus pourrait causer du dommage à l'espèce.
- La contamination d'une aire de reproduction d'une espèce par une substance radioactive causerait un risque de dommage à une grande population.

Pour ces raisons, chaque demande de permis ou de licence doit être considérée individuellement.

Depuis la publication en 1987 du document *Our Common Future* [22], un rapport fécond de la Commission mondiale de l'environnement et du développement, la signification du terme «environnement» a été élargie de façon à comprendre des facteurs sociaux, par exemple les aspects économiques, culturels, légaux et intergénérationnels exerçant des effets sur l'environnement naturel, appelé dans le présent contexte «environnement social». La protection

de l'environnement est maintenant englobée dans le concept plus vaste de «développement durable» ou de développement visant à répondre aux besoins de la génération actuelle sans nuire à la capacité des générations futures de répondre à leurs propres besoins.

En vertu de la Loi canadienne sur l'évaluation environnementale [23], la CCEA, ainsi que d'autres ministères et organismes fédéraux, doivent encourager le développement durable en tenant compte des effets exercés sur l'environnement naturel et l'environnement social avant d'accorder une autorisation pour des activités relevant de leur compétence. De plus, en vertu de cette loi, tout examen d'évaluation environnementale nécessaire doit être soumis au ministre de l'Environnement. Ainsi, la responsabilité légale de la CCEA en matière de protection de l'environnement social se limite à déterminer si un tel examen est approprié. Néanmoins, la CCEA, par l'énoncé de sa mission, a indiqué son intention de jouer son rôle sur le plan de la protection de l'environnement, conformément à la vaste politique de développement durable du gouvernement fédéral. Cet engagement de la CCEA, avec l'appui qu'elle a donné au principe ALARA de la CIPR, lequel tient compte des facteurs sociaux, indique qu'elle devrait déterminer si les demandes de permis ou de licences comportent des risques pour l'environnement naturel et l'environnement social. Certains effets sont potentiellement nuisibles, mais d'autres sont bénéfiques. Dans l'évaluation d'une demande, la Commission doit déterminer si les effets nuisibles prévus sont justifiés, compte tenu de tous les facteurs pertinents.

Principe 11 : Tout effet nuisible sur l'environnement devrait être minimisé conformément au principe du développement durable, compte tenu du facteur de sûreté et des facteurs économiques et sociaux.

5. RÉSUMÉ DES PRINCIPES

Les principes fondamentaux suivants, concernant la réglementation des activités nucléaires, sont proposés à la CCEA pour qu'elle les approuve :

- 1) Toute activité nucléaire doit être justifiable par la prévision d'un bénéfice net positif.
- 2) Le risque auquel est exposé un individu en raison d'une activité nucléaire devrait être maintenu au niveau le plus bas qu'il est raisonnablement possible d'atteindre, compte tenu des facteurs économiques et sociaux.
- 3) Le risque auquel est exposé un individu en raison d'une activité nucléaire ne devrait pas dépasser une certaine valeur limite.
- 4) Dans l'établissement des exigences en matière de sûreté, il faut tenir compte des avantages pour la sûreté résultant d'une activité.
- 5) Le risque limite et le risque optimum des principes 3 et 2 respectivement ne devraient pas nécessairement être les mêmes pour les travailleurs du secteur nucléaire que pour les membres du public.
- 6) Pour toute activité nucléaire, la dose estimée à la population devrait être maintenue au niveau le plus bas qu'il est raisonnablement possible d'atteindre, compte tenu des facteurs économiques et sociaux.
- 7) Le risque estimé pour les individus, attribuable aux accidents, ne devrait pas dépasser la limite fixée pour l'exploitation normale et il devrait être optimisé conformément au principe 2.

- 8) Une limite devrait être fixée pour la probabilité d'un accident nucléaire grave.
- 9) La priorité accordée à la prévention du risque pour les générations futures ne devait pas être moindre que la priorité accordée pour la génération actuelle.
- 10) Pour toute collectivité donnée touchée par une activité nucléaire, les bénéfices économiques et sociaux résultants devraient l'emporter sur les coûts économiques et sociaux.
- 11) Tout effet nuisible sur l'environnement devrait être minimisé conformément au principe du développement durable, compte tenu du facteur de sûreté et des facteurs économiques et sociaux.

BIBLIOGRAPHIE

1. CCSN, «Objectifs de sûreté relatifs aux activités nucléaires au Canada», rapport CCNS-2, avril 1982. (CCEA INFO-0055/RÉV-1)
2. Conseil du Trésor du Canada, Manuel de la politique administrative, chapitre 490, «Analyse de l'impact socio-économique», juin 1982.
3. Conseil du Trésor du Canada, Direction des affaires réglementaires, «Lignes directrices à l'intention des responsables de la réglementation qui gèrent les risques au nom des Canadiens», version préliminaire n° 4, 25 septembre 1994, Ottawa.
4. CCSN, «Approche quantitative proposée en matière de sûreté pour les centrales nucléaires au Canada», rapport CCSN-20, 1994. (CCEA INFO-0568(F))
5. Butler, G.C., «The Biological Basis of Maximum Permissible Exposure for Workers in the Field of Atomic Energy», 1947.
6. Siddall, E., «Reactor Safety Standards and their Attainment», rapport AECL-498, 1957.
7. Boyd, F.C., «Canadian Nuclear Safety Philosophy - 50 Years of Development», 10^e Conférence annuelle de la Société nucléaire canadienne, Ottawa, 1989.
8. CCSN, «Alternative Electrical Energy Systems - a comparison of the risks of occupational and public fatalities», rapport CCSN-10, mars 1989. (CCEA, INFO-0299(E)), avec ajout
9. Commission internationale de protection radiologique, Publication 60 de la CIPR, Annals of the ICRP, 21, 1-3, Pergamon Press, 1991.
10. Agence internationale de l'énergie atomique, Groupe consultatif international pour la sûreté nucléaire, «Principes fondamentaux de sûreté pour les centrales nucléaires», rapport 75-INSAG-3, 1988.
11. Agence internationale de l'énergie atomique, Groupe consultatif sur les normes de sûreté nucléaire, «La sûreté des installations nucléaires», Collection sûreté n° 110, 1993.
12. Remick, F.J., président, Advisory Committee on Reactor Safeguards, «Further ACRS comments on implementation of the safety goal policy», lettre envoyée à L.W. Zech, président, US Nuclear Regulatory Commission, 16 février 1989.
13. Énergie atomique du Canada Limitée, «Étude d'impact sur l'environnement concernant le concept de stockage permanent des déchets de combustible nucléaire du Canada», rapport AECL-10711F, 1994.
14. Wright, Blenus (Monsieur le juge), Cour de justice de l'Ontario, Division générale, dossier n° 46878/90Q, p. 59, 23 mars 1994.
15. Slovic, P., Fischhoff, B., Lichtenstein, S., «Rating the Risks», Environment, 21, 3, 1979.
16. Lind, N.C., «Policy Goals for Health and Safety», Risk Analysis Journal, vol.15, n° 6, déc. 1995.

17. Siddall, E., «Politique de sécurité dans la production de l'électricité», International Meeting on Thermal Nuclear Reactor Safety, Chicago, sept. 1982.
18. CCRP et CCSN, «Débits de dose de rayonnements *de minimis* recommandés au Canada», rapport CC-1, 1990. (CCEA, INFO-0355(F))
19. Siting Process Task Force on Low-Level Radioactive Waste Disposal, «Opting for Cooperation», Énergie, Mines et Ressources Canada (sans date).
20. Davis, P.A. et coll., «Le stockage permanent des déchets de combustible nucléaire du Canada : Le modèle de biosphère, BIOTRAC, pour l'évaluation de post-fermeture», rapport AECL-10720, COG-93-10, Section 1.2.4 et références pertinentes, 1993.
21. S.R. Joshi, A. Walton, Environmental Radioactivity, L'actualité chimique canadienne, p. 22-25, 1991.
22. Our Common Future, World Commission on Environment and Development, Oxford University Press, 1987.
23. Gouvernement du Canada, «Loi canadienne sur l'évaluation environnementale», Statuts du Canada 1992, chapitre 37, projet de loi C-13, sanctionnée le 23 juin 1992.

REMERCIEMENTS

Membres du groupe de travail :

J.A.L. Robertson (président)
W.J. Megaw
A. Pearson
J.T. Rogers

Membres du Secrétariat des comités consultatifs :

R.J. Atchison
P.A. Smith

Le Comité tient à remercier certains membres du Comité consultatif de la radioprotection pour les précieux commentaires et suggestions qu'ils ont faits pendant la préparation du présent document. Ces remerciements ne signifient toutefois pas que ces personnes ou que ce Comité ont approuvé la version finale du présent document.

**NEXT PAGE(S)
left BLANK**

**Lignes directrices à l'intention des responsables de la réglementation
qui gèrent les risques au nom des Canadiens [3]**

Objectifs

En tenant compte des risques pour la santé, la sûreté et l'environnement, le gouvernement aidera les Canadiens à tirer le plus grand bénéfice possible par rapport aux coûts.

Principes

Les Canadiens considèrent que la santé, la sûreté et la qualité de l'environnement sont des questions importantes. Les efforts du gouvernement fédéral en vue de réduire le risque dans ces domaines font partie de son obligation de desservir l'intérêt public. Le gouvernement doit aussi respecter ses obligations en matière d'application de la loi.

Veiller à ce que l'argent des contribuables soit judicieusement utilisé est également dans l'intérêt public. Dans la gestion du risque, le gouvernement évaluera les avantages offerts par des options de rechange en fonction de leurs coûts et il affectera les ressources aux options où elles rapporteront le plus.

Pour être efficace, la responsabilité de la gestion des risques doit être partagée. À cette fin, le gouvernement fédéral s'est engagé à travailler en collaboration avec l'industrie, la main-d'oeuvre, les groupes d'intérêts, les organisations professionnelles, d'autres paliers de gouvernement et des individus intéressés.

[traduction]