

TROPICALISATION DES INSTRUMENTS ELECTRONIQUES DE MESURES NUCLEAIRES

Le fonctionnement des instruments électroniques est souvent affecté par les conditions climatiques qui règnent dans les régions tropicales. Cela pose un problème pour les opérations faisant appel à l'énergie atomique, en particulier pour les nombreuses applications des radioisotopes, dans lesquelles les instruments électroniques jouent un rôle essentiel. D'une part, ces appareils, d'une grande sensibilité, ne sont fabriqués actuellement que dans un petit nombre de pays, pour la plupart de climat tempéré; d'autre part, un grand nombre des pays en voie de développement qui ont besoin des instruments en question sont situés dans les régions tropicales. Si les instruments ne sont pas spécialement étudiés et construits de manière à pouvoir supporter les climats tropicaux, des défaillances dans leur fonctionnement risquent de ralentir considérablement la marche des travaux dans un large secteur des programmes d'énergie atomique.

La question intéresse tout particulièrement l'Agence internationale de l'énergie atomique, car la fourniture d'instruments de mesures nucléaires représente une partie importante de son programme d'assistance technique. La plupart des pays qui ont besoin de l'aide de l'Agence se trouvent dans les régions tropicales, tandis que les quelques pays qui sont en mesure de fournir des instruments électroniques appartiennent le plus souvent aux régions tempérées. L'Agence désire donc s'assurer tout particulièrement que les instruments qu'elle fournit aux pays tropicaux sont conformes à certaines spécifications destinées à répondre aux besoins des climats de ces pays. A cette fin, la tâche la plus urgente est de fixer ces spécifications. C'est pourquoi l'Agence a organisé, en décembre 1961, une réunion de consultants de 11 pays pour étudier le problème et formuler des recommandations au sujet des spécifications techniques des instruments électroniques de mesures nucléaires destinés aux pays tropicaux. En s'inspirant largement de ces recommandations, on a depuis lors établi un guide général pour l'achat de matériel destiné aux pays tropicaux. Certaines des principales spécifications énoncées dans ce rapport, ainsi que les raisons pour lesquelles elles ont été adoptées, sont indiquées succinctement ci-après.

Conditions climatiques et conditions de fonctionnement

Le rapport de l'Agence fait observer que des deux principaux types de conditions climatiques existant dans les régions tropicales : chaleur humide et chaleur sèche, le premier a généralement les effets

les plus sérieux sur le comportement et le fonctionnement des instruments électroniques. Mais même dans les pays secs, les variations rapides et importantes de la température et la poussière excessive créent des difficultés. Un appendice au rapport contient une liste de pays tropicaux, avec l'indication des conditions climatiques qui règnent dans chacun (chaleur humide ou chaleur sèche).

La température et le degré d'humidité sont élevés dans des régions telles que la Malaisie, la Birmanie, la Thaïlande, les Indes orientales, les régions côtières de l'Inde, la Guyane, l'Afrique équatoriale, Madagascar, les Antilles au sud du 15ème parallèle, etc. Le climat est particulièrement pénible pendant la mousson ou la saison des pluies, qui peut durer six mois, et dans les régions où il pleut constamment. Le fait que la saison des pluies est également celle des plus fortes chaleurs aggrave encore le problème.

Dans les régions côtières de certains pays, la température de l'air pendant la saison chaude peut atteindre 40°C pendant la journée et subir de très fortes variations journalières. La température minimum enregistrée la nuit pendant la saison la moins chaude est d'environ 20°C sous abri. L'humidité relative est donc toujours très élevée et approche fréquemment du point de saturation, particulièrement dans les régions de forêts. La moisissure pénètre partout et de nombreux insectes parasites infestent ces régions.

La température est élevée et le degré d'humidité faible dans des régions comme l'Afrique du Nord, le Sahara, l'Arabie, l'Iran, la Turquie, les parties centrales de l'Inde, etc. La température de l'air peut atteindre + 60°C le jour et descendre jusqu'à - 20°C la nuit. Les variations journalières normales sont de l'ordre de 40°C. L'humidité relative est généralement très faible et peut descendre jusqu'à 5 %. La poussière et le sable sont partout présents dans ces régions et il faut en tenir compte dans l'étude et le choix du matériel. La lumière solaire exerce aussi des effets nuisibles sur des matériaux comme le caoutchouc et certaines matières plastiques.

En dehors des conditions climatiques générales, il faut aussi tenir compte, dans l'étude et la construction des instruments destinés aux pays tropicaux, des conditions de fonctionnement et des caractéristiques du milieu ambiant. Ainsi, les fluctuations de tension du courant électrique sont très fortes dans

certaines de ces régions. S'il est impossible de faire en sorte que tous les appareils résistent à de grandes fluctuations, il semble que tout le matériel destiné aux pays tropicaux devrait pouvoir résister en fonctionnement normal à des écarts d'au moins $\pm 10\%$ par rapport à la tension théorique; il devrait pouvoir résister occasionnellement à un écart de $\pm 20\%$ sans être endommagé.

Le milieu immédiat joue aussi un grand rôle, car la sévérité des conditions auxquelles les instruments sont soumis varie suivant qu'ils fonctionnent en plein air ou dans un laboratoire et, dans le deuxième cas, suivant que le laboratoire comporte ou non un système de conditionnement de l'air. On classe donc les conditions de fonctionnement dans les régions tropicales en trois catégories : à l'extérieur, dans des laboratoires sans conditionnement de l'air et dans des laboratoires avec conditionnement de l'air ou dans des zones spéciales. Un appendice au rapport contient une liste d'instruments électroniques de mesures nucléaires avec l'indication des conditions dans lesquelles chacun d'eux peut fonctionner.

Spécifications techniques essentielles

Le rapport indique toute une série de conditions auxquelles doivent satisfaire les matériaux et les circuits électroniques pour qu'on puisse les utiliser dans les instruments destinés aux pays tropicaux.

Les matériaux doivent être de toute première qualité et adaptés aux conditions climatiques exposées dans le document. Plus précisément, les matières adhésives doivent résister à l'humidité et à la moisissure; les isolants ne doivent pas absorber l'eau ou l'humidité; la viscosité des lubrifiants ne doit pas être altérée outre mesure dans les conditions tropicales. Tous les métaux doivent pouvoir résister aux conditions ambiantes, notamment en ce qui concerne la corrosion. Pour empêcher la corrosion due à une action électrolytique entre métaux différents en présence d'humidité, chaque métal doit être autant que possible choisi de manière que la différence de poten-

tiel entre deux métaux en contact ne dépasse pas 0,5 volt. Si cela n'est pas possible, les surfaces en contact doivent être revêtues par galvanoplastie ou finies de manière qu'elles répondent à la condition de différence de potentiel requise; sinon, les deux surfaces adjacentes doivent être isolées.

Une grande partie du rapport est consacrée aux spécifications concernant les circuits électroniques. On énonce une série de conditions minimums auxquelles les pièces doivent satisfaire en ce qui concerne la résistance à la chaleur, à l'humidité, à la moisissure, au brouillard salin, aux vibrations, etc. On donne ensuite des spécifications détaillées pour chaque catégorie de pièces. Par exemple, chaque fois que c'est possible, on utilisera des tubes électroniques de longue durée et on surveillera tout particulièrement les effets de l'échauffement radiant. Pour les transistors, on prendra soin de ne pas dépasser la température maximum de fonctionnement; le rapport souligne que les appareils à transistors doivent pouvoir fonctionner à une température ambiante d'au moins 40°C aussi bien que dans les conditions climatiques des pays tempérés.

Le rapport contient en outre des spécifications concernant l'étude, la construction, le marquage, les essais et l'emballage du matériel. Il précise que tout appareil commandé par l'Agence en vue de l'envoyer dans des pays tropicaux doit pouvoir résister à des chocs et à des vibrations, ainsi qu'aux vicissitudes du transport et de la manutention en transit sans que cela nuise à son bon fonctionnement et à sa précision. En ce qui concerne les essais, tout le matériel acheté par l'Agence doit avoir fonctionné pendant au moins 100 heures dans des conditions normales, en laboratoire ou en usine, avant d'être présenté pour certains essais de réception effectués en présence d'un représentant de l'Agence ou d'un agent désigné par elle. Dans certains cas, on procédera à des essais spéciaux en chaleur humide pour s'assurer de la fidélité d'un instrument de mesure ou de la résistance d'une pièce.

On s'est efforcé de fonder toutes les recommandations contenues dans le rapport sur des procédures approuvées sur le plan international, à savoir celles de la Commission électrotechnique internationale.