

SAISIE DES DONNEES PHYSIQUES POUR  
UNE CENTRALE NUCLEAIRE

---

Introduction

D'ici 1985, le programme électronucléaire français nécessite la sélection d'une douzaine de sites qui doivent être choisis très schématiquement en conjuguant l'aspect technique au sens large et les aspects socio-politiques.

Pour le producteur d'électricité, les aspects techniques viennent en premier et permettent de définir si les sites envisageables sont "faisables" et à quel prix. Ils apparaissent comme les plus simples dans le processus d'élection des sites s'ils ne dépendent exclusivement que de conditions techniques.

Le site étant "faisable", il n'est ni accepté ni autorisé pour autant. Les aspects socio-politiques entrant en jeu sont plus particulièrement l'accueil réservé au site et à travers lui à l'énergie nucléaire par la collectivité locale et régionale mais aussi le respect des règles en matière d'impact de la future centrale dans l'environnement.

L'impact sur l'environnement constitue finalement l'élément majeur pour l'acceptation des sites nucléaires.

Cette étude d'impact justifie la recherche et la saisie de données de plus en plus nombreuses et va devenir un des critères essentiels de la sélection des sites.

Qu'il s'agisse de données biologiques, météorologiques, sismiques ou physiques, il faudra, pour Electricité de France, établir un bilan de l'état initial constitué d'échantillonnages de plus en plus nombreux et variés.

Il n'est pas question ici de présenter l'inventaire de l'ensemble des données qui vont permettre la sélection d'un site, mais d'indiquer la contribution de la cartographie, de la topographie et de la photogrammétrie pour le recueil des données physiques tant au niveau de la technique pour l'étude de la "faisabilité" que pour l'impact dans l'environnement.

Les documents et produits à caractère cartographique doivent correspondre à des besoins, pour la plupart bien définis, et de ce fait pratiquement standardisés au niveau de la présentation, de l'échelle et de la qualité.

Ce sont de ces produits et documents, adaptés à nos besoins des méthodologies utilisées pour les établir dont je vais essayer de vous entretenir.

Le choix d'un site pour l'implantation d'une centrale nucléaire suppose entre autres données :

- celles nécessaires à apprécier la capacité technique du site à recevoir la centrale,
- celles permettant d'informer les autorités publiques et administratives et la population locale de l'impact de la centrale dans son environnement.

D'autres considérations d'ordre politico-économique ou de distances de transport, d'estimation des probabilités sur l'évolution de la région déterminée, de répartition de la production d'électricité au sein du territoire, de sécurité des installations.... peuvent également influencer sur le choix du site. Les données physiques, techniques concernent :

- la géologie et la géomorphologie,
- la cartographie,
- l'état foncier ou cadastral,

enfin, pour les sites en bordure du littoral, la connaissance de :

- la courantologie, la bathymétrie, la thermographie et la houle.

La saisie des données physiques va s'échelonner en trois phases :

- la prospection des sites,
- la sélection,
- l'établissement du projet et sa réalisation.

## 1 - PROSPECTION DES SITES

A ce stade, seuls les documents existants sont utilisés.

Il s'agit :

- des cartes à petites échelles et des photographies aériennes réalisées et éditées par l'Institut Géographique National,
- des cartes géologiques ou sismiques,
- de la documentation du Service Hydrographique et Océanographique de la Marine,
- éventuellement, du parcellaire cadastral et de la situation géographique du site.

## 2 - SELECTION DES SITES

Parmi un certain nombre de sites prospectés, seul un pourcentage restreint va répondre, a priori, aux conditions d'exécution d'une centrale nucléaire.

Les sites retenus vont alors faire l'objet d'une étude plus minutieuse qui va nécessiter l'établissement de documents ou le recueil des données.

- localisés à grande échelle pour la cartographie,
- plus précis pour l'étude du milieu marin.

Les méthodologies et les techniques alors appliquées vont essayer de répondre à l'ensemble des informations qui vont permettre de sélectionner le site le meilleur.

## 21 - Chronologie des réalisations cartographiques

### 211 - Systèmes de références

Les systèmes de référence utilisés sont :

- pour la planimétrie : le système de projection Lambert,
- pour l'altimétrie : le nivellement général de la France.

Ultérieurement, le système de projection Lambert sera transformé, pour plus de commodité, dès le début de la réalisation des ouvrages, en système local.

Pour l'altimétrie, une constante définitive établira la relation entre les altitudes marines et NGF.

### 212 - Couvertures photographiques aériennes

D'entrée, les couvertures photographiques aériennes prévoient l'établissement :

- a) de mosaïques couleurs et tramées noir et blanc,
- b) de plans topographiques à grandes échelles 1/5 000, 1/2 000, 1/1 000,
- c) de photographies obliques qui serviront de support à l'insertion du projet dans son environnement,
- d) de vues terrestres à partir desquelles pourront être examinées les différentes vues de la centrale projetée (photomontages).

Les photographies aériennes sont effectuées à partir de plans de vol recouvrant largement le site et permettant la restitution stéréophotogrammétrique

format des clichés : 23 x 23  
 couverture longitudinale : 66 %  
 couverture transversale : 20 %  
 focale : 152 mm  
 émulsion : kodak couleur  
 échelle de la couverture : 1/8 000

Cette couverture (10 à 20 km<sup>2</sup> environ) est complétée d'une couverture panchromatique en noir plus localisée.

### 213 - Utilisation des photographies aériennes

Les photographies aériennes vont servir à :

- l'étude stéréoscopique du site,
- la confection de mosaïques couleurs à l'échelle du 1/5 000,

- accessoirement la confection d'orthophotoplans,
- l'établissement de plans topographiques et orographiques aux échelles du :
  - 1/5 000 éventuellement
  - 1/2 000 nécessairement
  - 1/1 000 accessoirement

#### a) Etude stéréoscopique du site

L'étude stéréoscopique par couples des photos contact du site ou photo-interprétation apporte les informations concernant :

- la composition géologique de la structure du site,
- des indications sur l'environnement, urbanisme et constructions, voies d'accès et de communication, cultures, zones touristiques,
- la confection de maquettes.

La comparaison de ces photographies à celles établies antérieurement par l'Institut Géographique National permet de connaître l'évolution géomorphologique du sol durant plusieurs décennies.

#### b) Mosaiques

Les mosaïques aériennes couleur conviennent bien - par la richesse de leur contenu et par le fait qu'elles embrassent globalement la zone du site - au choix de la localisation de la centrale.

La transformation de la mosaïque couleur en mosaïque tramée en noir et blanc reproductible sur papier héliographique répond aux besoins des utilisateurs.

Cette mosaïque tramée, équipée quantitativement des limites administratives :

- du domaine public maritime ou fluvial,
- des départements et communes,
- des propriétés privées,

apporte une contribution supplémentaire à la détermination du choix de l'emplacement des installations.

Si nécessaire, cette mosaïque tramée peut être complétée de l'orographie par l'adjonction des courbes altimétriques obtenues :

- soit des cartes existantes à plus petites échelles,
- soit par restitution directe des courbes altimétriques à partir de la couverture aérienne au 1/8 000.

La mosaïque peut être complétée de la toponymie.

Ainsi, ces mosaïques apportent une grande richesse d'informations pour l'étude du site, tout en demeurant un sous-produit de la photographie aérienne qui sera, elle, utilisée à d'autres fins et essentiellement à la confection des plans topographiques.

#### c) Orthophotoplans

La confection d'orthophotoplans fut utilisée pour quelques sites, mais la complexité de leur établissement et l'inconvénient dû à leur altération locale (désagréable à leur examen) nous fait pratiquement abandonner ce document au profit de la mosaïque.

d) Plans topographiques et orographiques à grandes échelles

- plans au 1/5 000

Il arrive quelquefois, pour des questions de délais, qu'il faille pouvoir apprécier un site avant d'être en possession de la couverture aérienne au 1/8 000 et surtout du canevas au sol de stéréo-préparation.

Dans ce cas, un plan expédié au 1/5 000 est dressé à partir des couvertures à petites échelles existantes. Ces plans comportent l'orographie.

- plans au 1/2 000

Les plans topographiques au 1/2 000 sont établis systématiquement à partir de la couverture aérienne au 1/8 000 et couvrent l'ensemble du site.

Leur établissement nécessite l'implantation et la détermination au sol d'un canevas primaire défini par rapport au système géodésique en vigueur et au NGF qui servira de base à la stéréopréparation des couples de photographies aériennes.

Ces plans permettront l'implantation des ouvrages au stade du projet et également le calcul des mouvements de terre.

- plans au 1/1 000

Il peut arriver en terrain tourmenté, que l'échelle du 1/2 000 demeure insuffisante en tant que connaissance précise du sol pour l'étude et la réalisation du projet.

Ce sont alors des plans au 1/1 000 qui sont dressés très localement suivant le même processus que ceux établis au 1/2 000 mais à partir des couvertures aériennes au 1/4 000.

- plans parcellaires réguliers

Les règlements en matière foncière, dans notre pays, exigent la publication d'un plan parcellaire régulier pour toute expropriation reconnue d'utilité publique.

Le plan au 1/2 000 va servir de fond pour ce plan parcellaire en fusionnant sur celui-ci - mais cette fois avec rigueur - les limites indiquées sur le plan cadastral\*.

Cette opération se trouve facilitée par l'existence, sur le plan topographique, des limites parcellaires apparentes. La documentation cadastrale utilisée pour l'établissement de la trame cadastrale va également servir à la confection de ce plan parcellaire.

.../

\* Plan public parcellaire couvrant l'ensemble du territoire.

Les limites de parcelles à exproprier, ainsi que la limite de la périphérie du site prennent alors une forme numérique, toujours par rapport au même système de référence.

## 22 - Photomontages et rendus architecturaux

Si les éléments cartographiques suffisent à l'étude du projet, l'aspect architectural et l'insertion du site dans le paysage et l'environnement doivent faire l'objet d'études parallèles destinées aux autorités administratives et au grand public pour l'obtention de leur accord dans le cadre d'une politique de concertation.

### 221 - Architecture

Un groupe d'architectes étudie les formes, les volumes et les couleurs de ces centrales nucléaires en fonction de l'évolution des tendances architecturales du moment, mais aussi en recherchant, pour chaque type de paysage, l'insertion la plus esthétique.

L'architecture définitive du projet prendra corps en tenant compte à la fois des impératifs de l'ingénieur-concepteur et de l'impact dans le paysage.

Une première idée de ce que sera la centrale dans son environnement est apportée par la confection d'une maquette.

### 222 - Maquette

Pour l'établissement de la maquette, généralement à l'échelle du 1/2 500, les premiers plans des projets sont utilisés avec, pour représentation au sol :

- les cartes et les plans au 1/2 000,
- les photographies aériennes, en couleur, au 1/8 000 et la mosaïque au 1/5 000.

### 223 - Photomontages

#### a) Vues obliques et panoramiques en couleur

Des vues obliques et panoramiques des sites sont relevées lors de la couverture aérienne. Ces photographies sont exploitées pour donner naissance à des photomontages représentant la future centrale dans son paysage et son environnement.

Cette technique nécessite l'utilisation :

- de photographies de maquettes établies à partir des mêmes points de vue que les photographies du site effectuées à partir de chambres métriques,
- du calcul sur ordinateur, du contour des installations à partir du point de vue considéré.

La représentation est complétée par un travail artistique de retouche photographique.

## b) Vue du sol

Des photomontages sont établis à partir de points de vue caractéristiques du sol (zone de passages ou points de panorama). Le processus de montage est le même que pour les vues aériennes obliques ou panoramiques.

## 24 - Chronologie des relevés en mer

Ces relevés ont pour objectif la connaissance plus fine du milieu marin à proximité du littoral, il s'agit :

- de la bathymétrie, sédimentologie, géologie,
- de la courantologie, houlographie,
- de la thermographie.

Exception faite de l'étude de la bathymétrie, de la géologie et de la sédimentologie qui conditionnent la réalisation de travaux en mer, l'étude du milieu marin peut être un facteur d'abandon du projet.

## 241 - Plan bathymétrique

Le plan bathymétrique des fonds marins, dressé aux échelles du 1/2 000 ou 1/5 000 est le prolongement du plan topographique.

Sa faible étendue et sa proximité du littoral ne nécessitent pas de faire appel à des techniques utilisées par les océanographes.

Guidée à partir de théodolites stationnés à terre, une vedette légère équipée d'un écho-sondeur enregistre les différentes profondeurs.

## 242 - Sédimentologie et géologie

Différentes techniques peuvent être utilisées pour la connaissance des fonds marins, mais il s'agit de l'étude de quelques profils pour permettre l'étude d'une galerie sous-marine.

## 243 - Courantologie, houlographie

Pour les mers à marées, le Service Hydrographique et Océanographique de la Marine indique des renseignements généraux concernant la courantologie et la houle.

Ces informations ne sont cependant pas suffisantes en bordure de littoral et une étude plus approfondie est effectuée durant plusieurs années aux environs du site.

Cette étude de courant et de houle nécessite la mise en place de courantomètres et de houlographes enregistreurs.

Le dépouillement des mesures apporte une parfaite connaissance de la direction et de la vitesse des courants et de la houle en fonction des marées et de leur force.

Ces connaissances physiques du milieu marin sont utiles pour pouvoir définir ce que sera la "tâche thermique" provoquée par le rejet en mer d'eau réchauffée.

#### 244 - Thermographie

Si la tâche thermique provoquée par le rejet d'eau chaude en mer peut être calculée et définie en fonction de la quantité d'eau rejetée, du point de rejet et des courants, des vérifications in-situ deviendront indispensables.

Le procédé utilisé sera la saisie des données thermographiques par capteur aéroporté, méthode dite de télédétection qui consiste à recueillir sur film les densités de l'émissivité de la surface de l'eau de mer.

Cette méthodologie doit être complétée :

- a) d'une localisation par l'intermédiaire de balises mouillées en mer, équipées de points chauds permettant leur repérage par le balayage aveugle du scanner
  - . à partir de station théodolite à terre, la position des balises est déterminée au moment du balayage ; ces positions seront par la suite calculées en coordonnées,
  - . parallèlement à cette opération, un relevé de température effectué à proximité de chacune d'elles servira de base d'étalonnage à la détermination des équidensités.
  
- b) Un ensemble de relevés ponctuels et localisés de températures permet de vérifier l'erreur qui aurait pu être commise par l'enregistrement.

Enfin, toujours à partir du même système de référence, les courbes isothermiques sont reportées sur un fond de plan géométrique, généralement dressé à l'échelle du 1/10 000 et couvrant une superficie de 50 km<sup>2</sup> environ.

Les courbes isothermiques sont tracées tous les degrés centigrades avec des intercalaires tous les 0,5 degré si nécessaire.

Les erreurs probables sur la position planimétrique des courbes isothermiques peuvent être estimées à 20 mètres.

Les erreurs probables sur la valeur des températures enregistrées sont de l'ordre de :  $\pm 0^{\circ} 25$ .

Cette méthodologie est très contraignante car l'opération nécessite une mer suffisamment calme pour le mouillage des balises et des conditions météorologiques acceptables pour le vol de l'avion transportant le capteur.

Une thermographie effectuée avant tout rejet d'eau chaude permet de déterminer l'état initial de l'eau de mer\* et la détection des rejets chauds ou froids existants.

.../

\* en fonction de certaines conditions.



Ces mesures thermographiques sont complétées par d'autres relevés effectués durant l'opération et notamment :

- des courants (vitesse et direction) par poursuite de flotteur immergés
- des verticales de température et de salinité de l'eau de mer.

### 3 - PROJET ET REALISATION

Au stade de la prospection des sites, la composition du dossier des éléments physiques du site sera la suivante :

- cartographie topographique :
  - système de référence
  - canevas géodésique et altimétrique primaire
  - mosaïque couleur et mosaïque tramée reproductible équipée de la trame cadastrale et des limites administratives à l'échelle du 1/5 000
  - éventuellement d'un plan topographique au 1/5 000ème ou orthophotoplans
  - plans topographiques réguliers au 1/2 000
  - plans parcellaires réguliers au 1/2 000
- données marines :
  - plan bathymétrique au 1/5 000 et 1/2 000
  - plan géologique et sédimentologique
  - état de la situation sismique
  - état de la courantologie et de la houlographie
  - étude de la tâche thermique
  - plan thermographique au 1/10 000
- éléments architecturaux et photographiques :
  - représentations architecturales
  - maquette dressée à l'échelle du 1/2 500
  - photographies de la maquette
  - représentation du site sur carte à petite échelle
  - photographie verticale du site à petite échelle équipée du projet du site
  - photomontage représentant une vision des installations à partir de prises de vues au sol
  - photomontage représentant une vision des installations du site dans son environnement à partir de vues aériennes obliques et panoramiques.

Cet ensemble de données, associées à beaucoup d'autres concernant la météorologie, la connaissance chimique de l'eau de mer, la flore et la faune, vont permettre au maître d'oeuvre de concevoir le projet définitif en association avec les différents ingénieurs d'études, constructeurs et architectes.

D'autres éléments physiques vont être nécessaires pour pouvoir préciser l'implantation et la conception de certains points du projet, soit par des saisies de données complémentaires, soit par sondages sur le site pour contrôler et vérifier les données recueillies.

Le projet établi, les terrains acquis, les entreprises et constructeurs désignés, la réalisation va commencer.

Alors de nouveaux besoins sous l'aspect topographique vont naître. Au total, 10 ans s'écouleront entre le début de la prospection d'un site et le jour où la centrale nucléaire produira ses premiers milliers de kilowatts.

#### 4 - CONCLUSION

Cet ensemble de données physiques nécessaire à l'étude d'un projet de centrale nucléaire fait appel aux procédés et méthodologies généralement connues en matière de topographie, cartographie et photographie.

Les seules originalités des documents établis se situent dans leur présentation standardisée qui facilite la sélection des sites et également dans le cheminement poursuivi pour leur établissement par l'utilisation de produits de base tels que la photographie.

LISTE DES DIAPOSITIVES

---

- 0 - Photographie d'un cliché IGN - 1/30 000
- 1 - Photographie d'un couple de photos-contact couleur
- 2 - Photographie d'une mosaïque couleur
- 3 - Photographie de la mosaïque tramée en noir
- 4 - Photographie de l'extrait du Cadastre au 1/5 000
- 5 - Photographie de la superposition de la trame cadastrale sur mosaïque tramée
- 6 - Photographie extrait de plan au 1/5 000 ou orthophotoplan
- 7 - Photographie extrait de plan au 1/2 000
- 8 - Photographie extrait de plan parcellaire régulier
- 9 - Photographie plan bathymétrique
- 91- Photographie carte du SCHOM
- 10 - Photographie plan géologique ou sédimentologique
- 101- Photographie carte du SCHOM
- 11 - Photographie données courantologiques et houlographiques
- 121- Photographie matérialisation de balises en mer
- 122- Photographie station théodolite
- 123- Photographie transport et mouillage d'une balise
- 134- Photographie avion transportant le capteur
- 135- Photographie film de saisie thermographique
- 136- Photographie plan géométrique des courbes isothermiques
- 14 - Photographie carte à grande échelle
- 141- Photographie carte au 1/25 000
- 15 - Photographie maquette
- 16 - Photographie insertion des installations (maquette) dans une vue verticale d'avion
- 17 - Photographie photomontage au sol
- 18 - Photographie photomontage au sol
- 19 - Photographie oblique
- 20 - Photographie oblique avec tracé de la centrale
- 21 - Photographie oblique avec centrale
- 22 - Photographie panoramique avec centrale
- 23 - Photographie panoramique avec centrale