

Collection de la Direction
des Études et Recherches
d'Électricité de France

38

Énergie électrique et environnement

publié sous la direction de
Roger Ginocchio
Directeur à la Direction Générale
d'Électricité de France

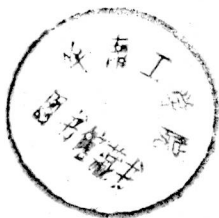

EYROLLES

Editeur/Paris

TM 92
G1

8261095

COLLECTION DE LA DIRECTION DES ÉTUDES
ET RECHERCHES D'ÉLECTRICITÉ DE FRANCE



Énergie électrique et environnement

publié sous la direction de

Roger Ginocchio

Directeur à la Direction Générale
d'Électricité de France

Préface de Jean-Claude Colli
Délégué à la Qualité de la Vie.



E8261095

EDITIONS EYROLLES

61, Bd Saint-Germain Paris 5^e

1980

2801328

ISSN 0399-4198

© 1980 DIRECTION DES ÉTUDES ET RECHERCHES
D'ÉLECTRICITÉ DE FRANCE

La loi du 11 mars 1957 n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'Article 41, d'une part que les "copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective" et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, "toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants-droits ou ayants-cause, est illicite" (alinéa 1^{er} de l'Article 40).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les Articles 425 et suivants du Code Pénal.

Énergie électrique et environnement



Dans la même collection :

1. CHABERT (J.).
Calcul des courbes de remous, 1956, épuisé.
2. LARRAS (J.).
Plages et côtes de sable, 1958, épuisé.
3. VALEMBOIS (J.).
Memento d'hydraulique pratique, 1958, corrigé et mis à jour, 1963, nouveau tirage 1977.
4. BOUVARD (M.).
Barrages et prises d'eau en rivières, 1958, 2^e édition revue et augmentée, 1960, épuisé.
5. GINOCCHIO (R.).
Aménagements hydroélectriques, 1959, épuisé.
6. REMENIERAS (G.).
L'hydrologie de l'Ingénieur, 1960. 2^e éd. revue et augmentée, 1965, nouveau tirage 1976.
7. LENCASTRE (A.).
Manuel d'hydraulique générale, 1961, nouveau tirage 1976.
8. *La Mécanique des Fluides et la Magnétohydrodynamique*, 1962.
9. AILLERET (P.).
Energétique. Les besoins d'énergie, 1963, nouveau tirage 1974.
10. CONDOYANNIS (G.).
Le Russe Scientifique, 1964.
11. LARRAS (J.).
Embouchures, estuaires, lagunes et deltas, 1965, épuisé.
12. SCHNEEBELI (G.).
Hydraulique souterraine 1966, nouveau tirage 1978.
13. IDEL'CIK (I.E.).
Memento des pertes de charge, 1969, nouveau tirage 1978.
14. CARLIER (M.).
Hydraulique générale et appliquée, 1972.
15. LARRAS (J.).
Hydraulique et granulats, 1972.
16. THEROND (R.).
Recherche sur l'étanchéité des lacs de barrage en pays karstique, 1973.
17. *Aéro-Hydro-Elasticité*. (Cycle de conférences CEA-EDF, septembre 1972), 1973.
18. LEBRETON (J.C.).
Dynamique fluviale, 1974.
19. JAMME (G.).
Travaux fluviaux, 1974.
20. CHAMBADAL (P.).
La thermodynamique, 1974.

21. *Techniques de mesure dans les écoulements.* (Cycle de conférences CEA-EDI septembre 1973), 1974.
22. ISHII (M.).
Thermo-fluid dynamic theory of two-phase flow, 1975.
23. ANDRE (H.), AUDINET (M.), MAZERAN (G.) et RICHER (C.).
Hydrométrie pratique des cours d'eau, 1976.
24. GARY (C.) et MOREAU (M.).
L'effet de couronne en tension alternative, 1976.
25. BONNIN (J.).
Hydraulique urbaine appliquée aux agglomérations de petite et moyenne importance, 1977.
26. CHAMBADAL (P.).
La turbine à gaz, 1976.
27. *Nouveaux systèmes énergétiques ; cycles thermodynamiques associés.* (Cycle de conférences CEA-EDF, septembre-octobre 1974), 1976.
28. *Les sources froides des centrales électriques.* (Cycle de conférences CEA-EDF, octobre 1975), 1977.
29. MAUREL (E.), ROUX (D.), DUPONT (D.).
Techniques opérationnelles d'ordonnancement, 1977.
30. CHOUARD (Ph.), MICHEL (H.), SIMON (M.F.).
Bilan thermique d'une maison solaire, 1977.
31. VALID (R.).
La mécanique des milieux continus et le calcul des structures, 1977.
32. *Phénomènes thermiques et hydrauliques non stationnaires.* (Cycle de conférences CEA-EDF, octobre 1976), 1978.
33. GINOCCHIO (R.).
L'énergie hydraulique, 1978.
34. MEYER (B.), BAUDOIN (C.).
Méthodes de programmation, 1978.
35. BIDARD (R.), BONNIN (J.).
Energétique et turbomachines, 1979.
36. LARRAS (J.).
Physique de la houle et des lames, 1979.
37. GONDRAN (M.), MINOUX (M.).
Graphes et algorithmes, 1979.
38. *Energie électrique et environnement.* (Sous la direction de R. Ginocchio), 1980.
39. GONDRAN (M.), PAGES (A.).
Fiabilité des systèmes, 1980.

Dans les publications de cette collection, la Direction des Etudes et Recherches d'Electricité de France laisse aux auteurs la liberté d'exprimer leur point de vue personnel sur les sujets traités.

AUTEURS

Philippe AUSSOURD	Ancien Chef du Département "Sites-Environnement-Information" Direction de l'Equipement d'EDF (Chapitre 4)
Jean-Christophe BAILLY	Ecrivain (Chapitre 2 – l'électricité et l'art)
Jean BALADUR	Président de l'Association française de l'Eclairage (Chapitre 2 – l'électricité dans la ville)
Paul BARBIER	Attaché au Chef du Service "Technique-Electricité" Direction de la Distribution d'E.D.F. (Chapitre 11)
Henri BOUCHENOT	Ingénieur au Service "Etudes et Promotion de l'Action Commerciale" d'EDF (Chapitre 2)
Jean CHEVALIER	Chef-adjoint au Service "Applications de l'Electricité" Direction des Etudes et Recherches d'EDF (Chapitre 5)
Robert CONTI	Ingénieur au Département "Radioprotection" Direction de la Production et du Transport d'EDF (Chapitre 8)
André CREGUT	Coordonnateur pour le Déclassement des Installations nucléaires Commissariat à l'Energie atomique (Chapitre 8.6)
Michel DEBETENCOURT	Adjoint au Chef du Département "Radio-protection" Direction de la Production et du Transport d'EDF (Chapitre 8)
Guy DELILE	Chef de la Division "Environnement" Direction de l'Equipement d'EDF (Chapitre 12)

Jean DUCLOS	Chef du Département "Affaires générales et internationales" Service "Etudes économiques générales" d'EDF (Chapitre 3)
Alain ELLENA	Ingénieur au Service "Etudes économiques générales" d'EDF (Chapitre 12)
Raoul GARDENT	Adjoint au Chef de la Division "Environnement-Sécurité" Service de la Production Thermique d'EDF (Chapitre 6)
Claude GOUDIER	Chef de la Rubrique "Energie-Chimie" à <i>L'Usine nouvelle</i> (Chapitre 2)
André GRAUBY	Chef du Service "Etudes et Recherches sur l'Environnement" Commissariat à l'Energie atomique (Chapitre 8 — 4.A.)
Michel HERBLAY	Journaliste à <i>L'Expansion</i> (Chapitre 1 — Postface)
Michel HOUDANT	Conseiller technique au Centre d'Equipement du Réseau de Transport d'EDF (Chapitre 11)
Pierrette LARIVAILLE	Chef de la Division "Sites" Direction de l'Equipement d'EDF (Chapitres 9, 10 et 13)
Jean MATTEI	Chef du Département "Acoustique" Direction des Etudes et Recherches d'EDF (Chapitre 7)
Denise MOULIN	Ingénieur à la Division "Environnement" Direction de l'Equipement d'EDF (Chapitre 4)
Michel ODON-VALLET	Maître de Conférence à l'I.E.P. de Paris (Préambule — 2 ^e partie)
Philippe ROLLIN	Chef de la Division "Environnement-Sécurité" Service de la Production Thermique d'EDF (Chapitre 7)
Yves SOUSSELIER	Chargé de mission auprès du Directeur de l'Institut de Pro- tection et de Sûreté nucléaires Commissariat à l'Energie atomique (Chapitre 8 — 3.B.)
Roger TAILLIBERT	Architecte (Chapitre 9 — Introduction)
Yannis XENAKIS	Compositeur (Chapitre 2 — l'électricité et l'art)

PRÉFACE

On ne commande à la nature qu'en obéissant à ses lois .

C'est pour l'avoir trop longtemps oublié que notre civilisation productive a provoqué sa propre contestation. Le débat qui s'est instauré au cours de ces dernières années, légitime dans ses causes, a conduit à son tour aux conflits d'arguments extrêmes. L'environnement, qui n'est autre chose que l'ensemble de la nature qui nous entoure, n'est sorti lui-même indemne, ni de la négligence ancienne dont il était la victime, ni de quelques nouveaux fétichismes dont il est le prétexte.

Il faut saluer, avec la parution de cet ouvrage, un effort cohérent et complet pour mieux résoudre les prétendues incompatibilités entre la nature et les activités humaines. Et par la seule méthode qui vaille, la connaissance et la rigueur.

Les rapports de l'énergie électrique avec l'environnement tissent une dialectique complexe et, à beaucoup d'égards exemplaire des relations entre les conquêtes industrielles et la conscience de l'environnement. Le plus révélateur est sans doute que, dans ce domaine, les idées simples sont toujours à peu près fausses, et que chaque chaîne d'effets doit être suivie jusqu'aux derniers maillons. Ce travail rigoureux est la condition d'une compréhension de l'environnement, lequel enregistre, et subit, toutes les conséquences de toutes nos actions.

Ainsi, il ne suffit pas d'affirmer que l'énergie électrique est une énergie propre, au stade de son utilisation ; ni qu'elle permet, mieux que toute autre, à l'usager d'accéder aux éléments modernes du confort ; qu'elle est disponible sur un simple geste, et qu'elle nécessite peu d'investissements chez l'utilisateur. La sécurité apportée par le réseau, sa souplesse d'emploi, la multiplicité des énergies primaires qu'elle autorise, tous ces atouts, il est vrai, facilitent la vie de celui qui "l'appelle", comme disent les électriciens.

Mais cette énergie, qui sait se faire familière et discrète à l'arrivée chez l'usager, exige des équipements lourds à la production et d'importantes structures, de transport. La concentration et la dimension des besoins, comme la nécessaire réduction des énergies importées dans notre bilan national, commandent des installations elles-mêmes concentrées, des emprises importantes, parfois certains gigantismes. Ces caractères ne suffisent pas à distinguer cette production de beaucoup d'autres d'échelle industrielle, toutefois son impact sur l'eau suffirait à l'en distinguer : sur les quelques 150 milliards de m³ de ressources

renouvelables, à notre disposition, plus de 10 milliards aujourd'hui, et davantage demain, sont ou seront prélevés pour refroidir les installations thermiques, avec les multiples conséquences que cela comporte sur le régime et la température des cours d'eau, la faune, la flore et les équilibres naturels. Les emprises importantes des lignes de transport, bien qu'elles ne soient pas irréversibles, s'inscrivent dans nos paysages. Les rejets et résidus radioactifs, malgré les précautions prises, rencontrent l'inquiétude de la conscience collective, et exigent toujours plus de progrès dans les techniques de protection.

Ce bilan, schématique, marque combien la prise en compte de l'environnement est, dans ce domaine, un véritable devoir national.

Sur ce terrain, comme sur beaucoup d'autres, la connaissance est réductrice de faux débats. Au plan de la politique énergétique, et pour les dizaines d'années qui viennent, c'en serait un que de remettre en cause la nécessité de produire davantage d'énergie électrique. C'en serait un encore que d'évoquer, sans leurs véritables capacités, échéances et dimensions, toutes les solutions "alternatives", qui doivent être en fait des solutions concurrentes et cumulatives. De ce point de vue, la pluralité des énergies constitue bien la seule voie possible vers une économie nouvelle, qui tire un véritable parti, enfin, de la nature, en se servant de ce qu'elle offre sans compromettre ce qu'elle pourra donner.

A y regarder de près, cette démarche énergétique est - aussi - une démarche d'environnement. L'une et l'autre sont d'abord fondées sur un élargissement de notre intelligence, celle qui permet d'explorer tous les possibles parce qu'on a mieux appris à comprendre et à gérer le patrimoine naturel, et qui sait percevoir, au-delà de l'immédiat, les exigences du long terme, celles de notre propre conservation.

Au siècle d'une croissance désormais plus qualitative, et plus soucieuse de l'environnement, ce supplément de connaissance et de méthode est le plus sûr garant d'une meilleure gestion de notre avenir.

Jean-Claude Colli

Délégué à la Qualité de la Vie

AVANT-PROPOS

Au cours des premières décennies du 20^e siècle la protection de l'environnement, qui s'impose aujourd'hui dans tous les secteurs de l'activité humaine, n'a pas constitué, il faut bien le reconnaître, une préoccupation majeure pour l'industrie en général et pour l'industrie électrique en particulier. Les centrales électriques et les ouvrages de transport et de distribution des années 20 ou 30 ne se distinguaient pas particulièrement par leur esthétique. Par ailleurs, la lutte contre la pollution atmosphérique et le bruit causés par ces installations n'était pas menée avec une grande ardeur par les organismes responsables.

En France, c'est seulement à partir des années 55-60, que l'industrie électrique s'est engagée résolument dans des actions tendant à assurer la protection de l'environnement. Il faut cependant rappeler qu'avant 1939, certains aménagements hydro-électriques avaient été déjà conçus avec le souci de leur intégration dans le milieu naturel.

Au cours des deux dernières décennies, avant même que l'opinion ait été sensibilisée et que la réglementation administrative ait été renforcée, de nombreuses mesures de protection de l'environnement ont été prises par Electricité de France. En particulier, les centrales thermiques ont été équipées de dépoussiéreurs électrostatiques de rendement élevé et de cheminées de plus en plus hautes, certaines dépassant 200 mètres, pour mieux assurer la dispersion des fumées. Les équipements de production (hydrauliques, thermiques, nucléaires), ont été réalisés avec le concours d'architectes qui ont été associés aux projets dès leur conception. Les ouvrages des réseaux de transport et de distribution ont été étudiés avec le souci, soit de les intégrer au mieux dans le paysage pour les réseaux construits en rase campagne, soit de les dissimuler aussi complètement que possible dans le cas des réseaux urbains.

Au cours de ces dernières années, les mesures de protection ont fait l'objet de réglementations de plus en plus contraignantes notamment en ce qui concerne la pollution de l'air et l'échauffement des eaux, et la loi sur la protection de la nature a institué la procédure d'études d'impact devenue obligatoire pour les ouvrages importants à dater du 1^{er} janvier 1978.

L'application de ces réglementations s'est traduite pour EDF par un accroissement important des coûts d'équipement et d'exploitation des ouvrages.

L'évaluation des dépenses affectées à la protection de l'environnement n'est pas simple ; il n'est pas toujours possible en effet de distinguer sans arbitraire, quelles sont les dispositions techniques destinées à assurer cette protection et quelles sont celles qui sont nécessaires au bon fonctionnement des installations.

Il est, par exemple, difficile de déterminer à partir de quelle hauteur une cheminée de centrale thermique est seulement un dispositif de protection de l'environnement ou à partir de quelle densité urbaine un câble électrique de distribution souterrain est une nécessité fonctionnelle ou une nécessité esthétique.

Malgré ces difficultés de principe, les services d'Electricité de France procèdent chaque année à des évaluations basées sur des règles qui conduisent à une estimation minimale. A titre indicatif, pour l'année 1979, le montant total de ces dépenses (investissement et fonctionnement) s'élève à 773 millions de francs, soit environ, 1,6 % du chiffre d'affaires d'Electricité de France, ou encore 0,38 centimes par kWh. A noter que les dépenses de mise en souterrain des câbles électriques ne sont pas prises en compte dans cette évaluation ; si elles l'étaient, le résultat serait multiplié par deux environ.

Depuis de nombreuses années, des études sont poursuivies en liaison avec les pouvoirs publics pour rechercher si les actions entreprises sont cohérentes avec celles des autres secteurs industriels, et pour trouver, dans chaque cas, les solutions optimales en comparant le coût des contraintes écologiques aux possibilités économiques et financières. Cette comparaison est certes difficile, du fait notamment de l'aspect subjectif de certaines nuisances, mais elle est nécessaire, car comme le rappelait le Président Marcel BOITEUX : "Décider, c'est choisir, choisir c'est pondérer et pondérer c'est donner des prix à toutes choses, matérielles et immatérielles, marchandes et non marchandes".

Le présent ouvrage a pour objet d'étudier les interactions entre les activités de l'industrie électrique (production, transport et distribution) et l'environnement, et montrant dans quelle mesure les ouvrages sont susceptibles de lui porter atteinte et en décrivant les mesures prises pour en réduire les effets nuisibles.

Pour sa présentation nous avons préféré traiter successivement de chacun des "secteurs de nuisance" (eau, air, bruit, paysages, radio-activité) afin d'éviter les redites inévitables auxquelles aurait conduit un découpage par types d'ouvrages (production, transport et distribution).

Le développement de certains sujets a été reporté dans des annexes afin d'alléger le texte et les auteurs se sont efforcés de présenter aussi simplement que possible des sujets parfois très complexes, ce n'est pas toujours, aisé.

Chacun des chapitres a été rédigé par un spécialiste qui s'exprime à titre personnel en tenant compte des réalisations récentes en France et à l'étranger.

J'espère que cet ouvrage contribuera à faciliter le dialogue entre les responsables de la construction et de l'exploitation des ouvrages de production, de transport et de distribution de ce "vecteur énergétique" indispensable qu'est devenue l'électricité et ceux qui, bien qu'en étant des utilisateurs inconditionnels, souhaitent à juste titre que sa diffusion ne se réalise pas au détriment de leur cadre de vie.

J'exprime ma gratitude à tous les auteurs et rédacteurs qui en ont permis la réalisation ainsi qu'à M. Michel LHARDY qui a assuré la coordination de la rédaction.

Roger Ginocchio

PREMIÈRE PARTIE

L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

IMPRIMERIE LOUIS-JEAN

Publications scientifiques et littéraires

TYPO - OFFSET

05002 GAP - Téléphone 51 35 23 *

Dépôt légal 508-1980

SOMMAIRE

	Pages
Préface	XI
Avant-propos	XIII
<i>1^{re} Partie : L'énergie électrique</i>	XVII
Chapitre 1 : Généralités	1
Chapitre 2 : Les applications de l'électricité	9
Chapitre 3 : Développement de l'énergie électrique	73
 <i>2^e Partie : L'impact des ouvrages de production, de transport et de distribution d'énergie électrique sur l'environnement</i>	 113
Préambule	115
Chapitre 4 : Comment analyser l'impact des ouvrages électriques sur l'environne- ment.	121
Chapitre 5 : Le secteur "eau"	153
Chapitre 6 : Le secteur "air"	257
Chapitre 7 : Le secteur "bruit"	341
Chapitre 8 : Le secteur "radioactivité"	399
Chapitre 9 : Le secteur "paysage"	477
Chapitre 10 : Les effets socio-économiques	511
Chapitre 11 : L'impact des réseaux de transport et de distribution	537
Chapitre 12 : Les aspects économiques de la politique de l'environnement	593
Chapitre 13 : Le développement du système électrique.	617
 Post face	 653
Index	665

CHAPITRE 1

GÉNÉRALITÉS

par
Michel Herblay
Journaliste

