

COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE
CENTRE D'ETUDES NUCLEAIRES DE SACLAY
Service de Documentation
F91191 GIF SUR YVETTE CEDEX

FR9.10.2164
COGEMA_CONF--90-10

P2

VENTILATION EXPLOITATION MAINTENANCE. DIX ANS D'EXPERIENCE

LETERTRE J.
Compagnie Generale des Matieres Nucleaires (COGEMA),
50 - Cherbourg (FR). Etablissement de La Hague

original contains
color illustrations

ommunication présentée à : Technology Outlook Meeting

Pierrelatte (FR)
18-19 Apr 1990

Cogema . Conf. 90-10
FR 9102164

CARREFOUR TECHNOLOGIQUE
COGEMA PIERRELATTE
AVRIL 1990

VENTILATION EXPLOITATION MAINTENANCE
DIX ANS D'EXPERIENCE

J. L.
J. LETERTRE

LA HAGUE

Carrefour Technologique

"Maintenance et Entretien"

VENTILATION
EXPLOITATION - MAINTENANCE

10 ANS D'EXPERIENCE

Pierrelatte 18 et 19 Avril 1990

Février 1990
J. LETERTRE

**VENTILATION
EXPLOITATION ET MAINTENANCE
10 ANS D'EXPERIENCE**

SOMMAIRE

- 1- INTRODUCTION

- 2- HISTORIQUE
 - 2-1 - Exploitation / conduite
 - 2-2 - Soutien technique / maintenance
 - 2-3 - Sous-traitance
 - 2-4 - Techniques de ventilation

- 3- CHOIX DE LA POLITIQUE DE MAINTENANCE

- 4- RESULTATS
 - 4-1 - Evolution du parc
 - 4-2 - Evolution des coûts
 - 4-3 - Evolution de la fiabilité
 - 4-4 - Evolution humaine

- 5- AVENIR
 - 5-1 - Transposition UP 2 → UP 3.
 - 5-2 - Economies possibles.

- 6- CONCLUSION

**VENTILATION
EXPLOITATION ET MAINTENANCE
10 ANS D'EXPERIENCE**

- 1 -

INTRODUCTION

1 - INTRODUCTION

La ventilation des installations nucléaires constitue un élément essentiel pour la sûreté et la disponibilité. Ceci est d'autant plus vrai dans une usine de retraitement que le confinement statique est difficile à réaliser.

Pendant ces 10 dernières années, au fur et à mesure de la montée en cadence de la production de l'usine UP2 400 (voir graphiques 1 et 2), la fonction ventilation a dû évoluer. Sans remettre en cause la fiabilité, la sûreté et la disponibilité de l'outil de travail, l'exploitation et la maintenance de la ventilation ont été rationalisées.

Ces évolutions ont porté sur :

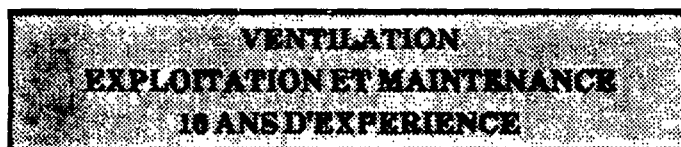
- l'organisation de l'exploitation et du soutien technique,
- la politique de maintenance et de sous-traitance,
- les suivis réglementaires,
- la technologie des installations de ventilation,
- l'optimisation des coûts.

Elles ont été transposées aux nouvelles unités dès leur mise en service actif (STE 3, R7, UP3).

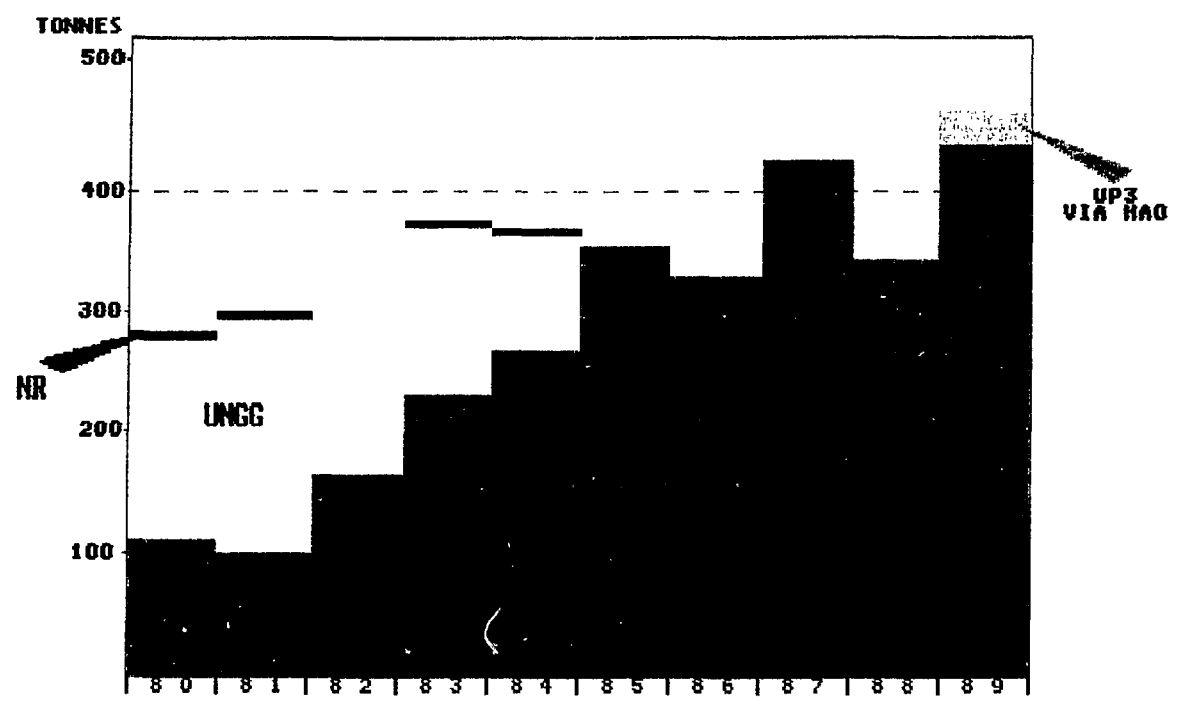
Les quatre chapitres de ce document,

- HISTORIQUE
- CHOIX DE LA POLITIQUE DE MAINTENANCE
- RESULTATS
- AVENIR

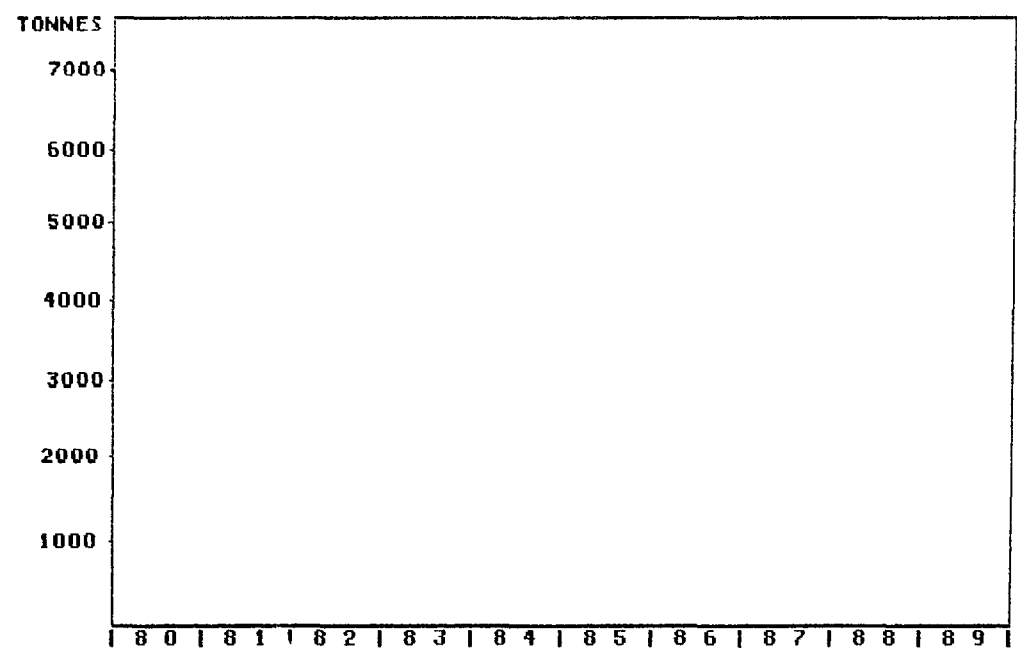
sont l'illustration du thème :



Graphique n° 1



Graphique n° 2



**VENTILATION
EXPLOITATION ET MAINTENANCE
18 ANS D'EXPERIENCE**

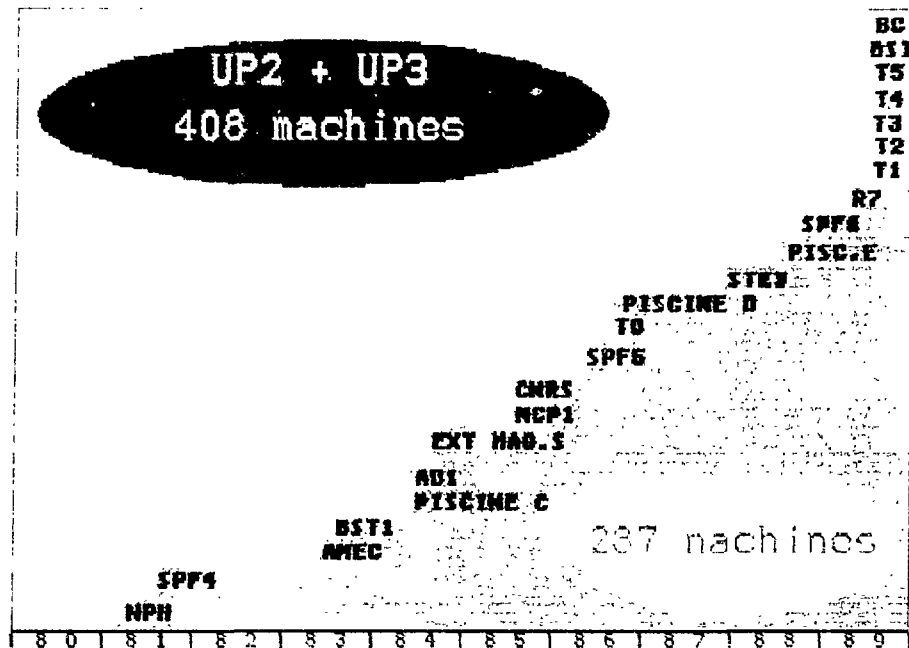
- 2 -

HISTORIQUE

2- HISTORIQUE

Depuis 1980, l'Etablissement de la Hague a beaucoup évolué. De la mise en service du NPH en 1981, à la mise en actif d'UP3 en 1989, de nombreuses installations nucléaires ont été mises en service (graphique n° 3).

Graphique n° 3



Dans le domaine de la ventilation, les évolutions ont principalement porté sur :

- l'organisation de l'exploitation et du soutien technique,
- la politique de maintenance et de sous-traitance,
- les suivis réglementaires,
- la technologie des installations de ventilation,
- l'optimisation des coûts.

2-1 Exploitation / conduite

A la création d'UP2 400, la structure de la conduite des installations de ventilation était la suivante :

- conduite en semi-automatique à partir d'un poste centralisé (PC ventilation),

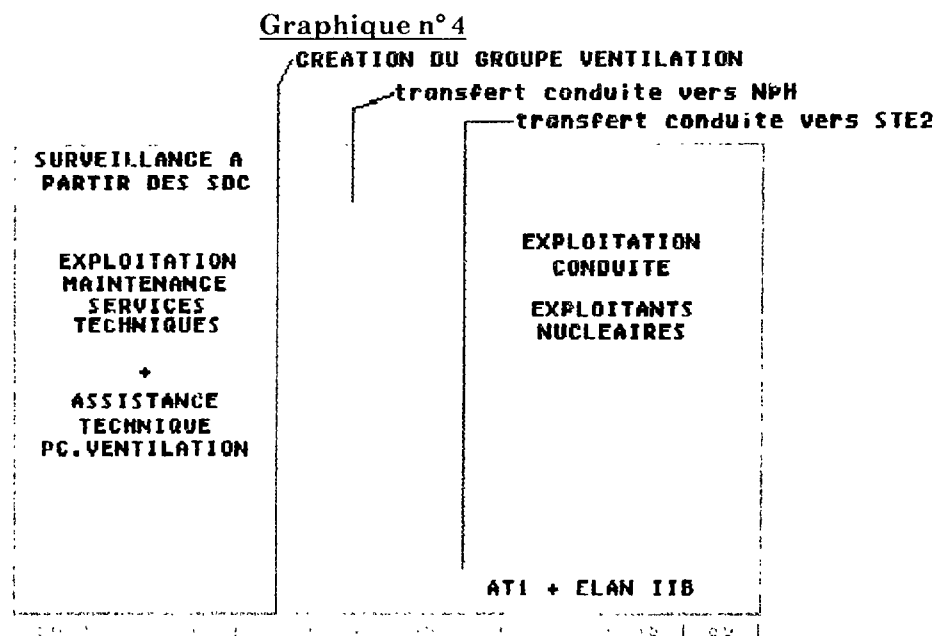
- ce poste permettait la surveillance sur synoptique et les commandes à travers des automatismes du type "électromagnétique".
- chaque salle de contrôle des unités nucléaires possédait un tableau local permettant, à l'aide d'un synoptique, de connaître à tout moment l'état de la ventilation du bâtiment et éventuellement de reprendre la conduite en local.

L'exploitation et la conduite à partir du PC ventilation était à la charge des services Techniques. Ces missions étaient effectuées par le personnel d'une entreprise sous contrat d'assistance technique.

Au début des années 1980, les autorités de sûreté ont exigé que la responsabilité de la conduite des installations de la ventilation soit assurée par les exploitants nucléaires.

Cette transition a été la première mission confiée au Groupe Ventilation en 1983 (graphique n°4).

L'opération a consisté, dans un premier temps, à rendre maître les synoptiques des salles de contrôle des bâtiments sans modifier la technologie des automatismes de la ventilation. Ces transferts ont commencé dans le premier semestre 1984 (NPH) et se sont achevés fin 1985 (STE 2). Après chaque transfert, le PC ventilation était désactivé progressivement et ne jouait plus qu'un rôle de surveillance.



Cette évolution a nécessité une formation spécifique des chefs de quart et des opérateurs de chaque unité nucléaire et une reconversion du personnel de l'entreprise d'assistance technique vers les métiers d'exploitation pour certains et de maintenance pour les autres.

La deuxième phase a été la transformation des technologies d'automatismes. En 1985 et 1986, chaque unité nucléaire a été équipée d'automates programmables redondants qui ont permis la conduite et la surveillance de la ventilation à partir de consoles type COCIXI. Ces transformations ont été réalisées sous la maîtrise d'oeuvre des équipes des Services Techniques de La Hague (Ventilation et Electricité Contrôle).

Cette technologie préfigurait déjà celle des nouvelles unités des extensions de la Hague (STE 3 - R 7 - UP 3).

2-2 Soutien technique / maintenance

Depuis la création de l'Etablissement, les domaines de soutien technique et de maintenance des installations de ventilation n'ont pas eu de grandes évolutions. Les changements ont porté sur l'organisation (graphiques n° 5 et n°6).

Les domaines concernés, au sein des Services Techniques, peuvent être découpés comme suit :

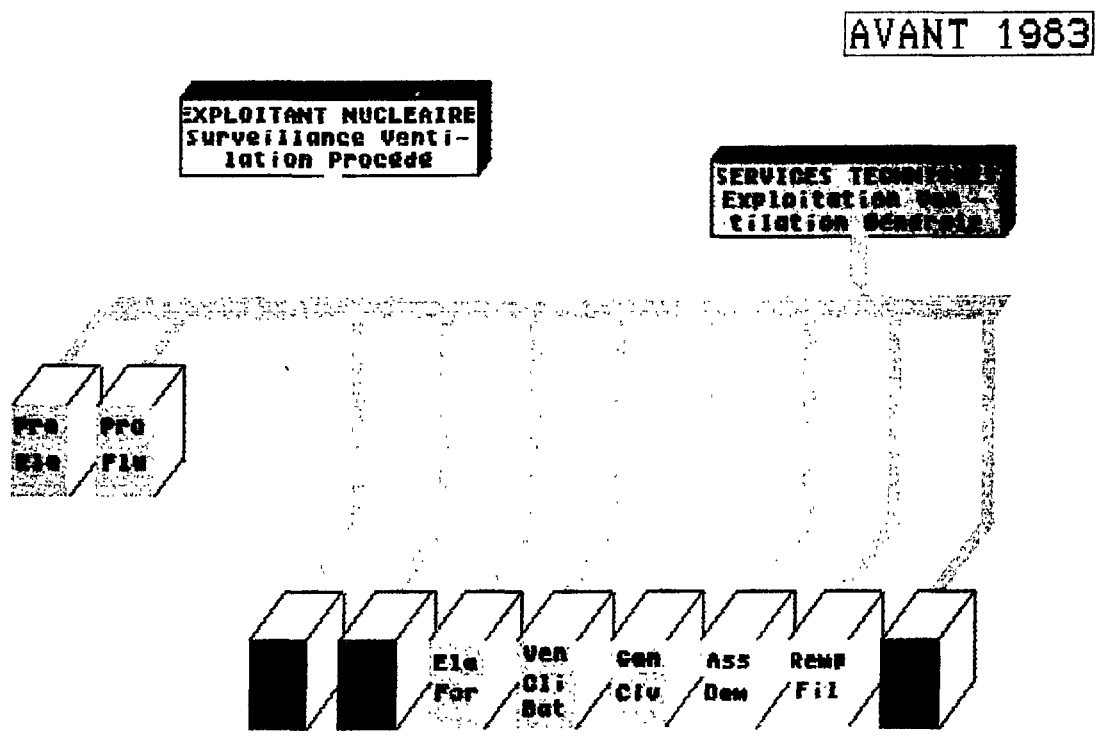
- Fourniture de l'énergie électrique.
- Fourniture des fluides généraux.
- Maintenance travaux :
 - Contrôle commande.
 - Régulation.
 - Electricité force.
 - Ventilation climatisation bâtiment.
 - Génie civil.
 - Assainissement - démantèlement.
 - Filtration (remplacement de filtres).
 - Ventilation procédé.

Jusqu'en 1983, création du Groupe Ventilation, les exploitants (Unités Nucléaires et Service Techniques) agissaient directement sur chaque unité prestataire concernée. C'était à eux que revenait le rôle de coordination de ces différents prestataires.

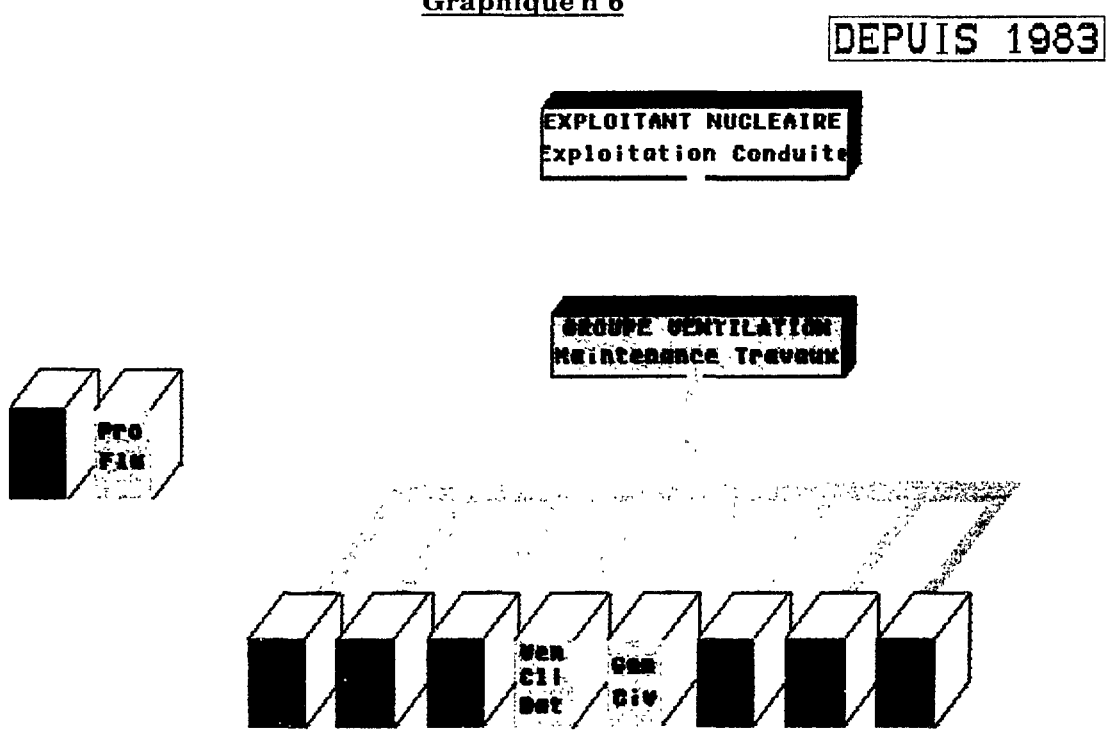
A partir de 1983, le Groupe Ventilation a eu pour mission d'assurer en permanence le bon fonctionnement des installations de ventilation de l'Etablissement. A ce titre, il est devenu **LE SEUL** interlocuteur des Exploitants Nucléaires pour la maintenance et les travaux.

Seules les activités liées directement à la conduite et au procédé sont directement gérées par les exploitants.

Graphique n° 5



Graphique n° 6

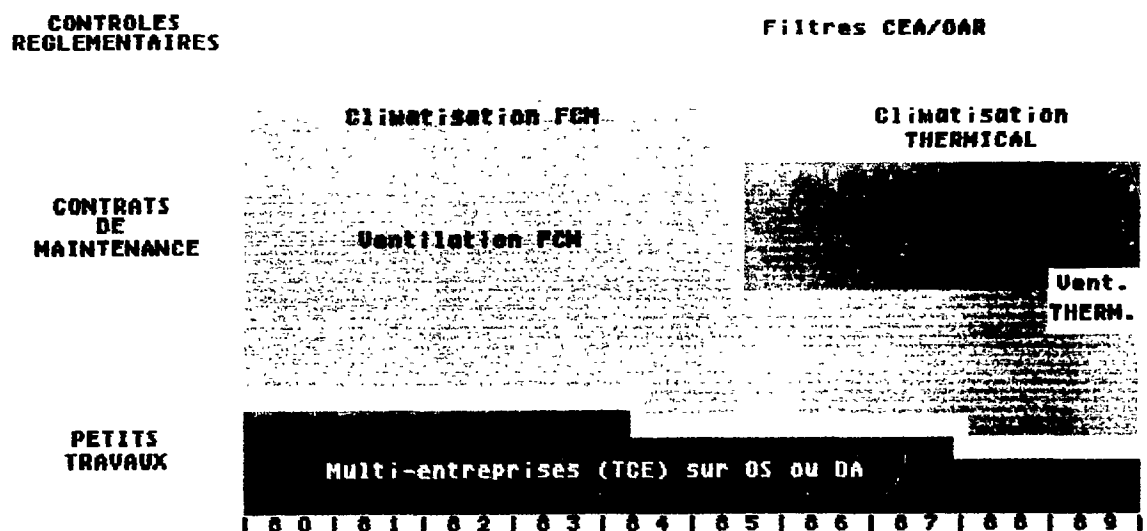


2-3 Sous-traitance

Au fil des années, en parallèle avec les évolutions de l'exploitation et du soutien technique, l'utilisation de la sous-traitance a été adaptée aux besoins d'optimisation de la maintenance pour répondre aux critères suivants :

- COGEMA EXPLOITANT NUCLEAIRE possède l'entière maîtrise de la conduite des installations, y compris la ventilation.
- COGEMA SERVICES TECHNIQUES maîtrise le savoir faire de la maintenance et des travaux.
- LA SOUS-TRAITANCE assure l'exécution de tâches bien définies techniquement et financièrement, sans emprise sur le procédé.
- En aucun cas, la défaillance d'une entreprise doit remettre en cause la continuité du bon fonctionnement des installations (mise en oeuvre d'une diversification de la sous-traitance).

Graphique n°7



Le graphique ci-dessus représente cette évolution dans les dix dernières années.

Petits travaux : Entre 1980 et 1989, les tâches réalisées au coup par coup par les entreprises ont été incluses, pour ce qui concerne la maintenance, dans les contrats globalisés correspondants.

Contrats de maintenance :

- 1980 - 1984 : Un seul contrat - une seule entreprise couvrant :
- Assistance technique pour l'exploitation.
 - Maintenance ventilation bâtiment.
 - Maintenance climatisation.
- 1984 - 1985 : Disparition progressive de la part assistance technique lors du transfert de la conduite aux exploitants nucléaires.
- 1985 - 1986 : Répartition, après mise en concurrence, des tâches de maintenance ventilation sur deux contrats. Les contrats forfaitaires prévoyaient un résultat global, y compris les interventions 24h/24 - 365 j/365.
- 1986 : Création d'un contrat forfaitaire globalisé pour la maintenance de la climatisation.
- 1987 : Transformation des 3 contrats (ventilation et climatisation) de résultat en contrat de maintenance (prédictif, préventif, curatif) au coup par coup sur OS.
- 1988 - 1989 : Application du plan de maintenance général ventilation - climatisation :
- Trois contrats ventilation.
 - Un contrat climatisation.

Ces contrats sont forfaitaires pour le prédictif et le préventif et sur bordereau de prix pour le curatif.

Contrôles réglementaires

- Jusqu'en 1984 : Seuls les contrôles de fabrication en usine des filtres sont effectués en collaboration avec le CEA.
- A partir de 1984 : Mise en oeuvre progressive, au fur et à mesure de l'équipement des caissons de filtration dernière barrière (HD et MD), du contrôle systématique de l'efficacité in-situ des filtres.
- Les contrôles sont exécutés par le CEA/OAR et font l'objet d'un contrat avec prix forfaitaire par contrôle.

2-4 Techniques de ventilations

Depuis la création d'UP2 400, l'expérience acquise a entraîné de nombreuses évolutions techniques et technologiques sur les installations de ventilation.

Quatre points ont été principalement améliorés :

- (1) - Les postes de conduites.
- (2) - Le traitement de l'air avant soufflage.
- (3) - Les réseaux de gaines.
- (4) - Le traitement de l'air avant rejet.

Certaines opérations ont été enclenchées avant 1980 et se poursuivent encore aujourd'hui.

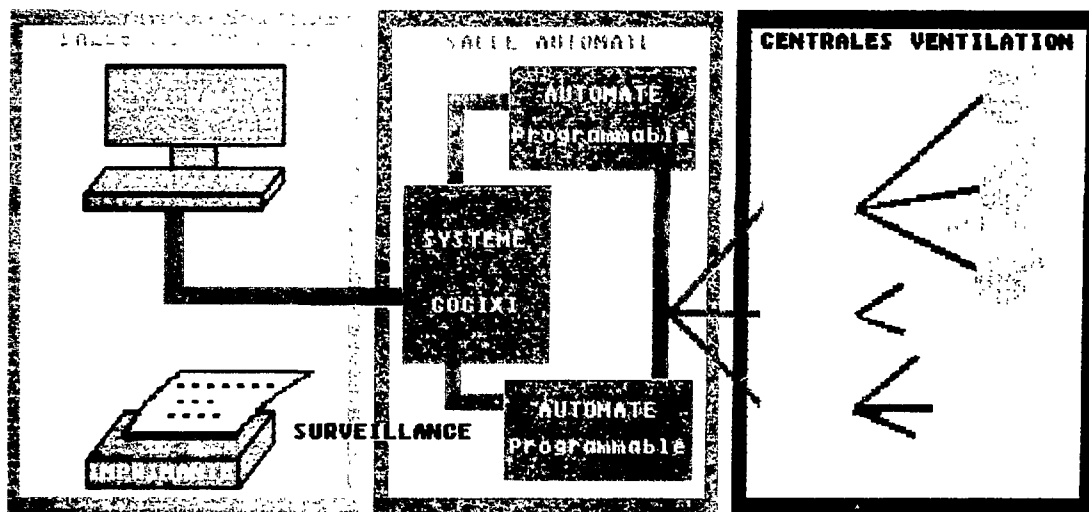
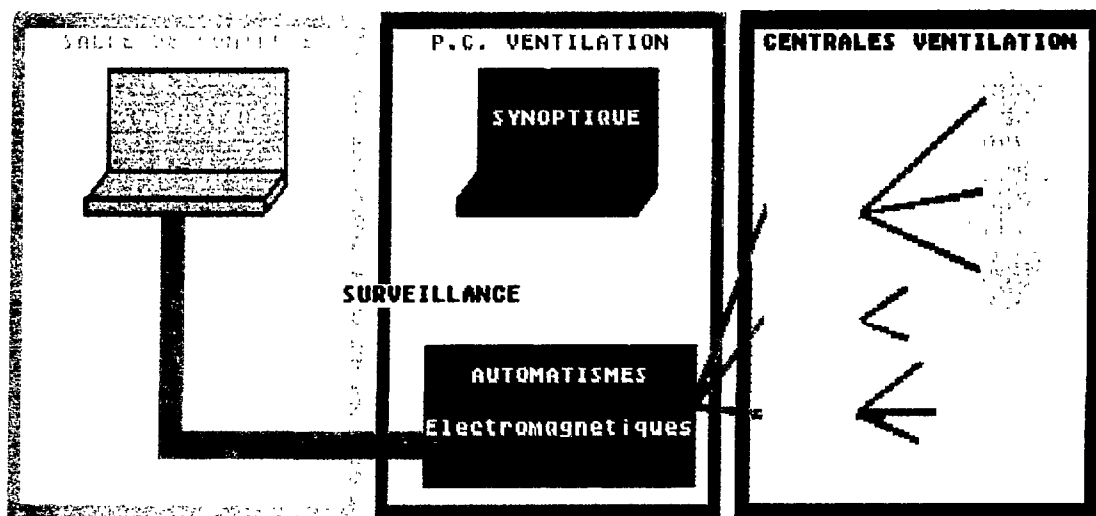
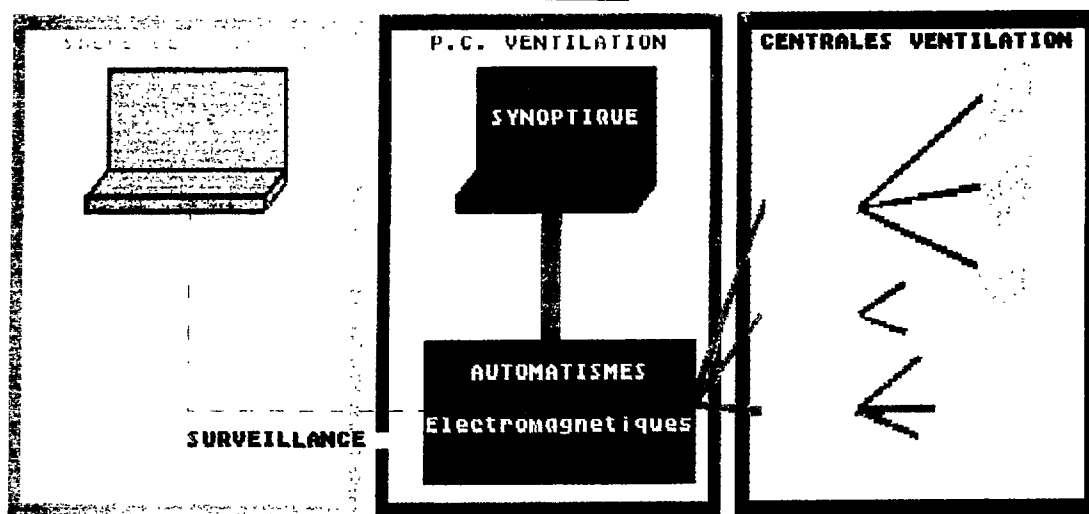
2-4-1 Les postes de conduites

Comme nous l'avons vu au § 2-1, l'évolution de l'organisation a été suivie d'une transformation des automatismes et des postes de conduites de la ventilation. Ces opérations ont été conduites de 1985 à 1986.

Les schémas ci-après retracent les trois grandes phases de l'évolution des postes de conduites.

	PC VENTILATION	SALLES DE CONTROLES UNITES NUCLEAIRES	AUTOMATISMES
AVANT 1984	Synoptique "Maitre"	Synoptique surveillance	Electromagnetique
1984 1986	Synoptique surveillance	Synoptique "Maitre"	Electromagnetique
DEPUIS 1986		Consoles COCIXI	Automates programmables redundants

Graphique n°8



2-4-2 Traitement de l'air avant soufflage

Dans sa conception d'origine, le chauffage de l'air était réalisé à l'aide de batteries alimentées directement en eau surchauffée (210°C). Une protection antigivre, à l'aide d'une épingle alimentée en eau surchauffée protégeait les filtres primaires. Pour des températures inférieures à 5°C, les soufflages étaient arrêtés avec pour conséquence l'arrêt de la production de l'usine.

Les risques présentés par l'eau surchauffée comme fluide caloporteur, ont nécessité la mise en place d'un réseau secondaire en eau chaude (90°C) pour le chauffage des bâtiments, le primaire étant toujours accordé au réseau eau surchauffée. Ces travaux ont été lancés en 1984 et sont encore en cours à ce jour (fin prévue en 1991).

Par ailleurs, la montée progressive en cadence de la production nécessitait une disponibilité quasi permanente des installations en dehors des intercampagnes. L'hiver, les arrêts liés aux basses températures n'étaient plus admissibles. Les très basses températures rencontrées en 1985, 1986 et 1987 ont confirmé l'obligation de protéger les circuits de chauffage contre le gel. Dès le printemps 1987, un programme général de protection contre le gel a été lancé. Pour la ventilation, il concerne principalement la protection des installations de chauffage et consiste en l'injection de glycol (protection à - 15°C) dans les circuits secondaires associée à la modification des régulations sur les circuits primaires en eau surchauffée (by-pass des vannes 3 voies par des robinets ROR et asservissement des pompes de circulation).

2-4-3 Les réseaux de gaines

Le fait de ne pas avoir de réseaux d'extraction procédé indépendants et surtout le fait de ne pas avoir de filtration de premier niveau dès la sortie des cellules 900 ont eu pour effet la contamination et l'agression par les vapeurs acides des réseaux HD jusqu'aux centrales de filtration situées en sortie des bâtiments.

De ce fait, les réseaux HD se sont retrouvés corrodés (et irradiants dans les bâtiments haute activité).

Dès 1977, le remplacement de nombreux réseaux HD alors en acier ordinaire par des réseaux en acier inoxydable a été entrepris pour résoudre les problèmes de corrosion.

Pour limiter l'irradiation de ces nouveaux réseaux, des caissons de filtration constituant une première barrière ont été implantés au plus près des sources de contamination.

Ces caissons sont implantés aussi près de la sortie des cellules que le permettent les volumes disponibles et les contraintes de charge au sol.

Dans les bâtiments haute activité, la gaine de liaison cellule-caisson et le caisson de filtration sont blindés, le remplacement des cellules filtrantes se fait grâce à un château d'intervention.

Ces travaux font l'objet d'un programme établi sur plusieurs années qui est encore en cours sur les bâtiments UP2 400.

2-4-4 Le traitement de l'air avant rejet

En dehors des travaux sur la filtration évoqués dans le paragraphe ci-dessus, il a fallu adapter les caissons des dernières barrières de filtration aux contraintes réglementaires pour le contrôle d'efficacité des filtres in-situ.

La conception des centrales de filtration de l'usine UP2 400 rendait impossible l'application des méthodes de contrôle décrites dans la norme AFNOR NFX 44 011.

A partir de 1979, une préétude a été engagée pour développer une méthode permettant de contrôler indépendamment chaque étage de filtration de chaque caisson.

L'étude et la réalisation du matériel nécessaire à l'exécution de ces contrôles ont été achevées en 1983 et les premiers contrôles effectués sur le bâtiment HAO/SUD en janvier 1984.

En parallèle une vaste campagne de remplacement des caissons de filtration dernière barrière a été lancée dès le début des années 80 et s'achève maintenant.

En priorité, ont été traités les caissons HD (C 23) puis les caissons MD (C 13). Ces éléments sont réalisés en acier inoxydable et sont équipés de prises fixes pour permettre les contrôles réglementaires.

**VENTILATION
EXPLOITATION ET MAINTENANCE
10 ANS D'EXPERIENCE**

- 3 -

**CHOIX DE LA POLITIQUE
DE MAINTENANCE**

3 - CHOIX DE LA POLITIQUE DE MAINTENANCE

Pour définir la politique de maintenance de la ventilation, nous avons, comme pour toute autre installation, examiné les différentes fonctions et les principaux composants au regard :

- de la Sécurité.
- de la Qualité.
- des Coûts.

Dans chaque cas les paramètres fonctionnels, d'environnement et de savoir faire ont été analysés.

Au fil du temps chaque critère a été optimisé de façon à trouver le meilleur compromis entre la sécurité, la disponibilité et le prix de revient des installations à maintenir.

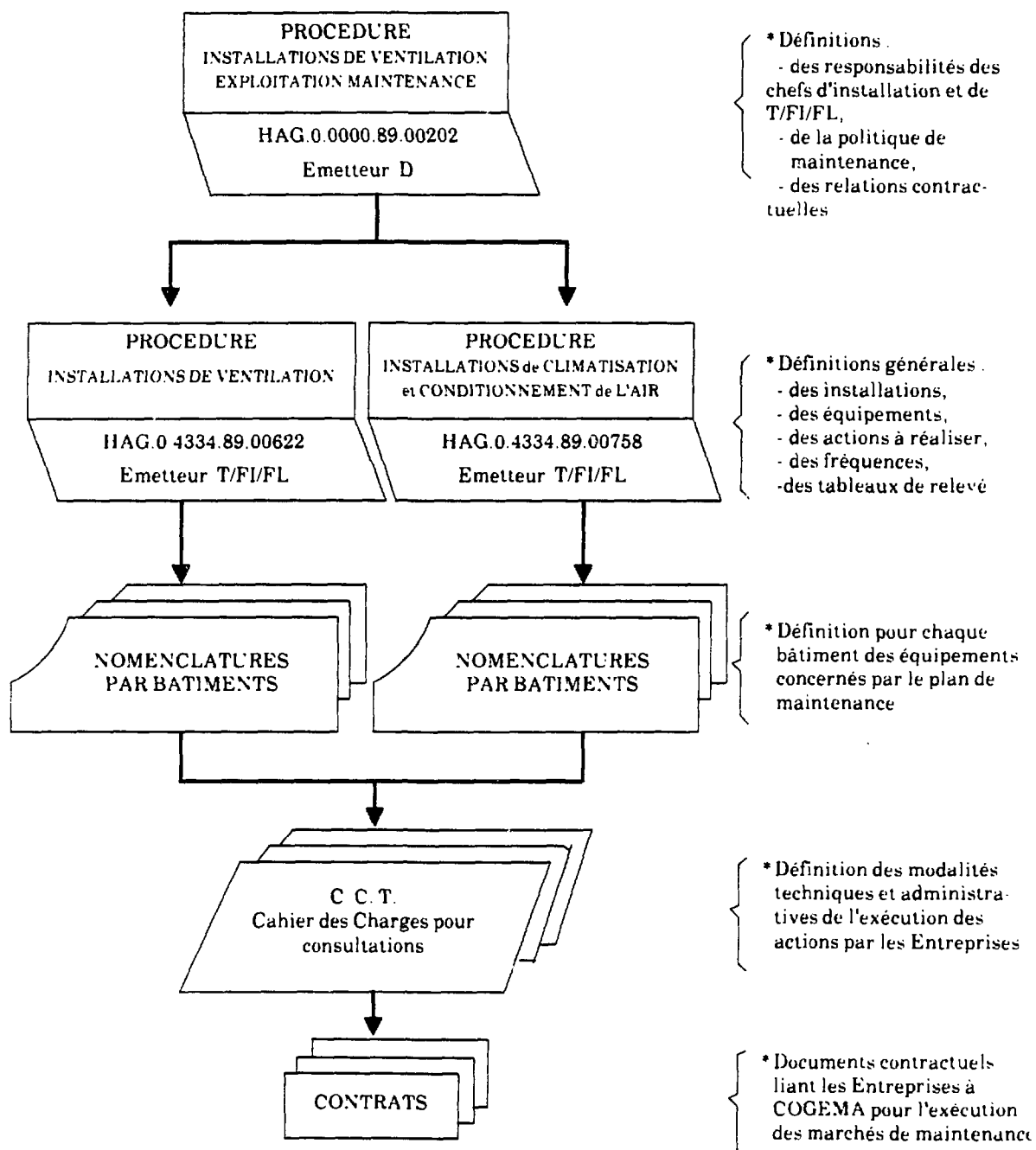
Ces réflexions ont abouti à la mise en place du plan de maintenance général de la ventilation actuellement en vigueur.

Les historiques présentés dans le chapitre précédent décrivent comment ont évolué les répartitions des tâches d'organisation entre les différents acteurs (Exploitant - soutien technique et sous-traitance).

Le logigramme ci-après définit la structure générale du plan de maintenance et de son application.

La mise en oeuvre de notre politique de maintenance pendant la dernière décennie peut être quantifiée. Les évolutions sont traduites dans le chapitre suivant (§ 4 RESULTATS).

STRUCTURE DU PLAN DE MAINTENANCE



**VENTILATION
EXPLOITATION ET MAINTENANCE
10 ANS D'EXPERIENCE**

- 4 -

RESULTS

4 - RESULTATS

Ce chapitre est uniquement consacré à la quantification des différents critères étudiés :

- Evolution du parc.
- Evolution des coûts de maintenance :
 - répartition des centres de coûts,
 - coûts comparatifs,
 - exemple sur un secteur,
 - analyses spécifiques.
- Evolution de la fiabilité.
- Evolution humaine.

4-1 Evolution du parc

La diversité des éléments constitutifs des installations de ventilation oblige à considérer plusieurs paramètres pour une évaluation précise du parc à entretenir.

Les éléments les plus représentatifs de la maintenance sont :

- Les machines tournantes (ventilateurs).
- Les cellules filtrantes.
- La puissance électrique installée.
- Les débits mis en jeux.

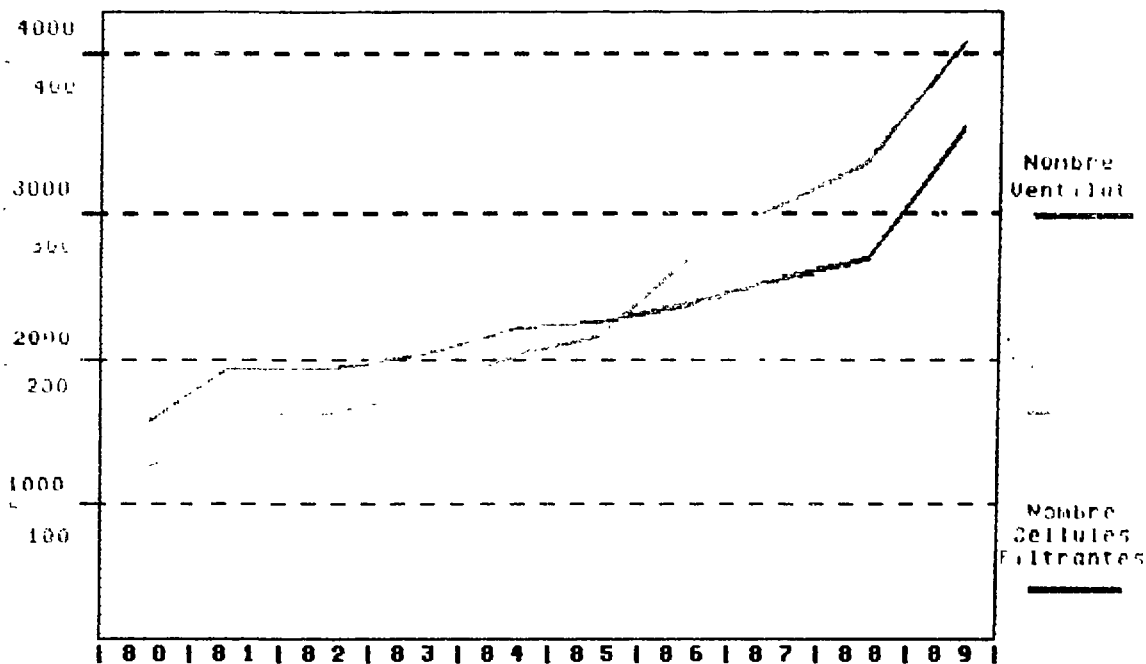
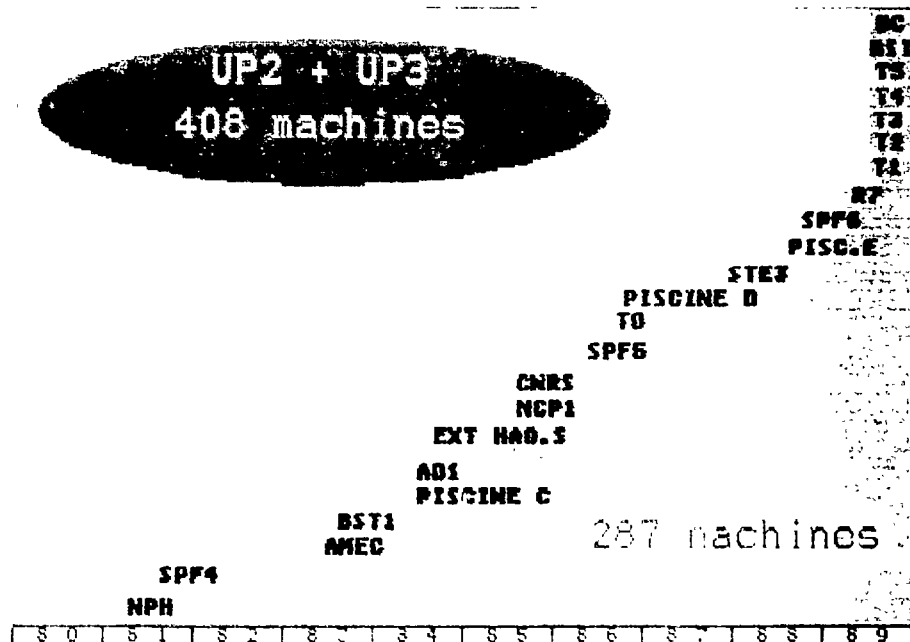
Cela ne veut pas dire que les autres éléments (boucle de régulation, pompes, climatiseurs...) n'ont pas été pris en compte dans le reste de l'étude, mais ils n'ont pas été considérés comme indicateurs.

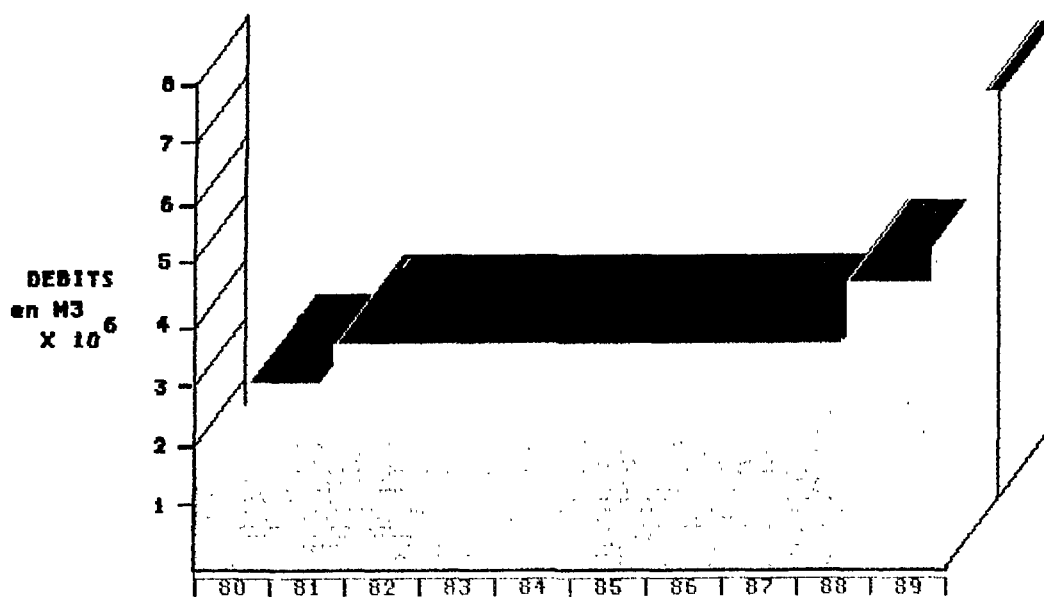
Le tableau ci-dessous donne les grandes évolutions des critères étudiés.

CRITERES	ANNEES										
	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	
MACHINE TOURNANTE (Ventilateurs)	121	163	163	179	202	214	273	301	328	408	
CELLULES FILTRANTES	1 568	1 948	1 948	2 060	2 203	2 221	2 415	2 516	2 688	3 576	
PUISSANCE INSTALLEE (KW)	4 056	5 618	5 618	6 117	7 017	7 185	8 601	10 093	11 295	16 857	
DEBITS SOUFFLAGE (m ³ /h)	1 562 500	2 146 500						2 603 500		5 611 500	
DEBITS EXTRACTION (m ³ /h)	1 776 300	2 380 300						2 880 000		6 671 500	
GRANDES ETAPES		* NPH						↑ STE 3		R 7 * UP 3 ↑	

Les graphiques n° 9 et n° 10 permettent de visualiser ces évolutions dans le temps, au fur et à mesure de la mise en service des nouvelles unités.

Graphique n° 9



Graphique n° 10

En dix ans nous constatons les évolutions suivantes :

- Le nombre de machines tournantes a été multiplié par 3,4.
- Le nombre de cellules filtrantes a été multiplié par 2,3.
- La puissance installée a été multipliée par 4,2.
- Les débits mis en jeu ont été multipliés par 3,7.

4-2 Evolution des coûts

Les différents critères de coûts analysés dans ce paragraphe sont établis d'une part en coût total (sans tenir compte des évolutions du parc et de la production) et d'autre part en coûts proportionnels (soit par rapport au parc ou à la production).

Dans le premier cas les montants en francs courants sont comparés aux montants en francs constants (pour mémoire 1 F de 1980 vaut 1,78 F en 1989.).

Dans le deuxième cas les ratios sont exprimés en pourcentages ou en indice (respectant la proportionnalité des coûts).

L'analyse détaillée des coûts avec répartition entre préventif, curatif, travaux, contrôles ou par secteur d'activité (exemple secteur R/RS ci-après) n'a été possible que depuis 1987, lors de la mise en place du suivi de gestion des contrats de maintenance et travaux par nature et par "imputations analytiques".

Les évolutions préalables sont tous coûts et toutes installations confondus (1982 - 1986).

4-2-1 Répartition des coûts de maintenance

Sur les trois dernières années les coûts de maintenance des installations se répartissent sur les lignes suivantes :

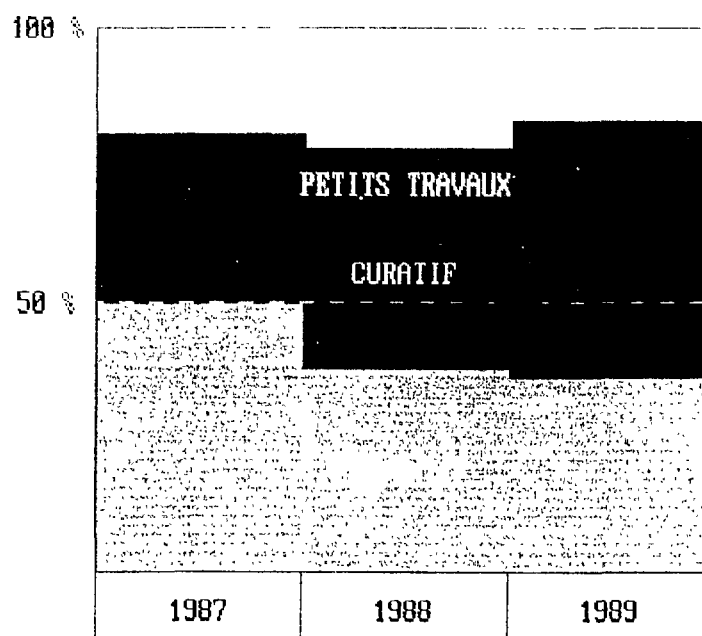
- Petits travaux toutes entreprises.
- Maintenance ventilation: - Préventif - prédictif.
- Curatif.
- Maintenance climatisation : - Préventif - prédictif.
- Curatif.
- Contrôles réglementaires.

Le tableau et le graphe ci-après donnent la répartition en masse et en pourcentages de ces centres de coût par rapport au coût total.

L'évolution importante du curatif par rapport au préventif en 1989 s'explique par la prise en compte des nouvelles installations (R 7 et UP 3).

Année		Préventif	Curatif	Petits travaux	Contrôles	TOTAL
87	Coûts	4 051 898	1 221 701	1 273 525	1 696 871	8 243 995
	%	49,1	14,8	15,5	20,6	
88	Coûts	3 837 889	1 581 269	1 558 658	1 870 058	8 847 874
	%	43,3	17,9	17,6	21,1	
89	Coûts	5 196 133	2 874 953	1 831 676	2 345 490	12 248 252
	%	42,4	23,5	15,0	19,1	

Graphique n°11



4-2-2 Evolution des coûts

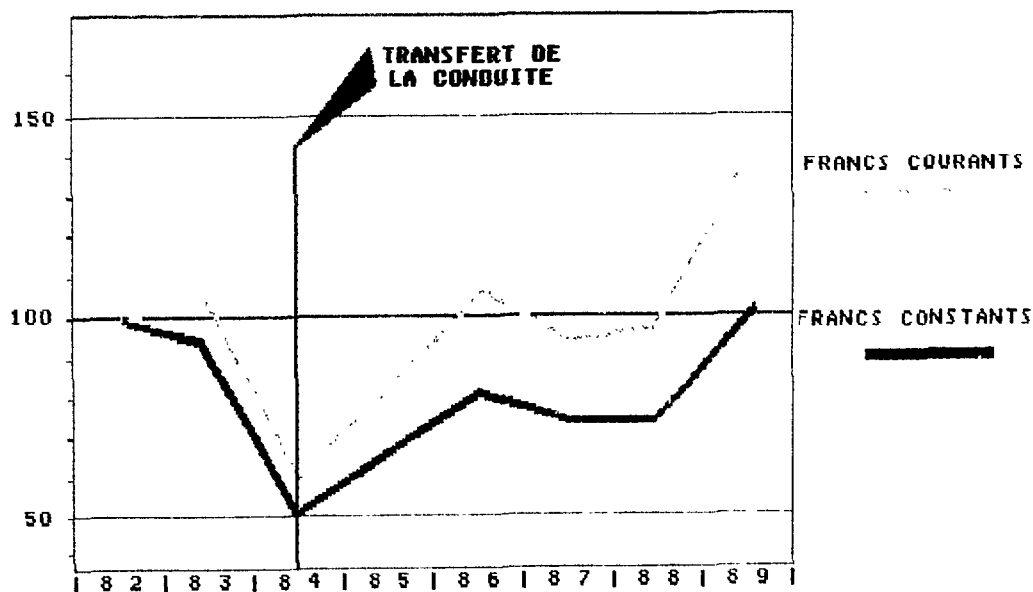
Les quatre graphiques ci-après traduisent de 1982 à 1989 l'évolution des coûts de la maintenance ventilation en valeur absolue et en valeur relative par rapport au coût technique de production de l'usine, au tonnage retraité et au nombre de ventilateurs installés.

L'analyse de ces courbes montrent :

-1- Evolution du coût total des contrats (graphique n°12)

- 1984 - baisse proche de 50% des coûts liée à la disparition de l'assistance technique pour la conduite du PC Ventilation,
- 1985-1986 - hausse importante correspondant à la politique des contrats globaux (§ 2-3),
- 1987-1988 - légère baisse en masse des coûts,
- 1989 - hausse importante liée à la prise en compte de R 7 et UP3.

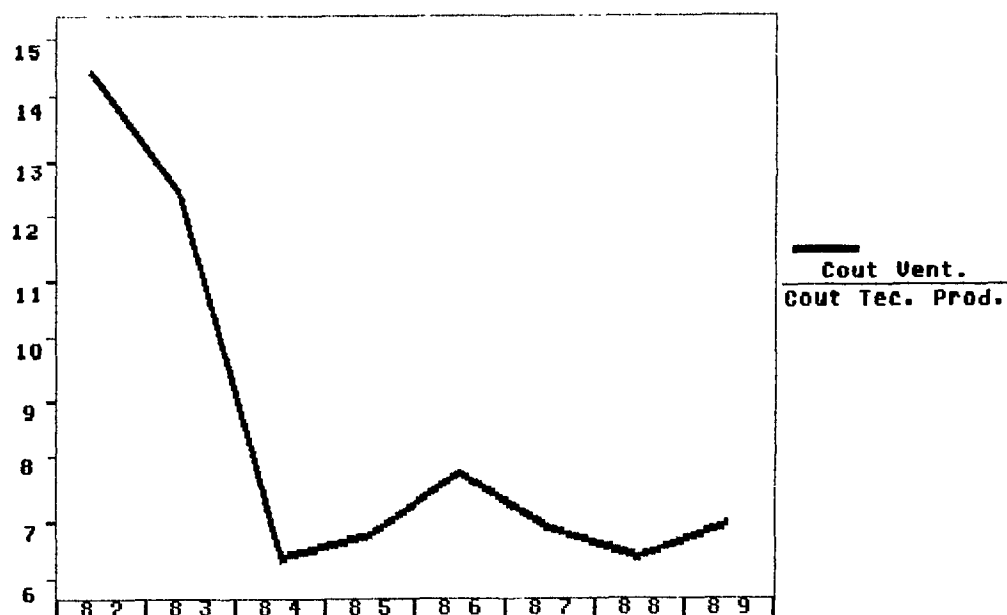
Graphique n°12



-2- Evolution du coût des contrats / coût technique de production (graphique n° 13)

Il faut noter qu'entre 1982 et 1989, l'impact du coût des contrats sur les coûts techniques de production a été divisé par DEUX. La baisse importante constatée en 1984 confirme l'impact de la suppression de l'assistance technique pour la conduite. Par la suite les évolutions sont peu significatives.

Graphique n° 13



-3- Evolution du coût des contrats / tonnage retraité
(graphique n° 14)

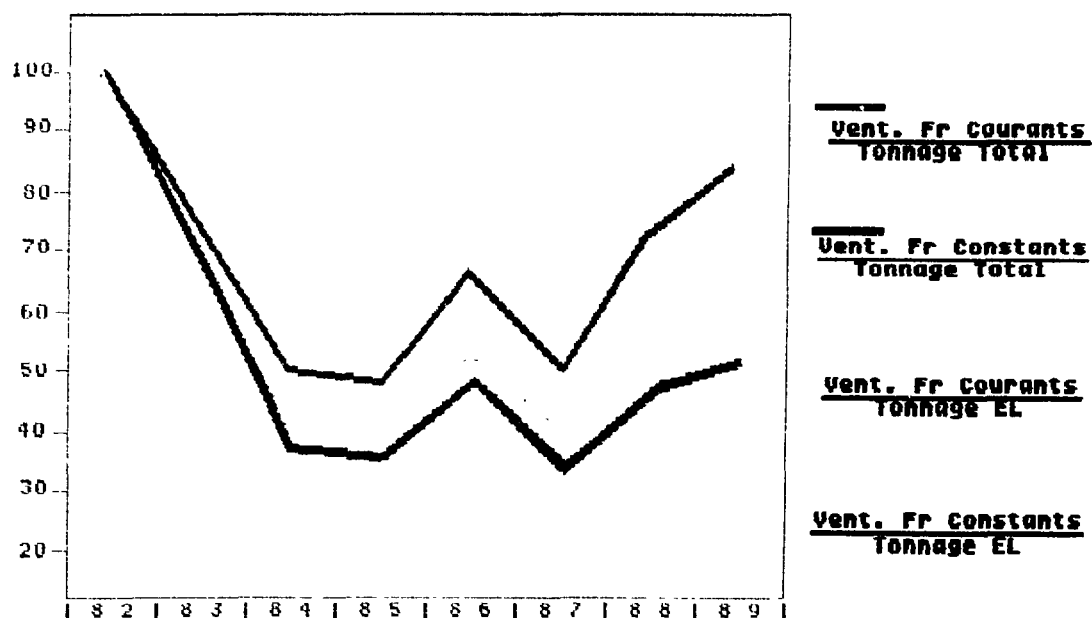
Le graphique prend en compte l'évolution d'une part par rapport au tonnage total retraité (UNGG + NR + EL) et d'autre part uniquement par rapport au tonnage eau légère.

Comme précédemment et pour les mêmes raisons les courbes ont le même profil.

En francs constants, l'impact des contrats ventilation par tonne a évolué comme suit entre 1982 et 1989.

- sur le tonnage total, diminution d'un facteur 2,
- sur le tonnage EL, diminution d'un facteur 3.

Graphique n° 14

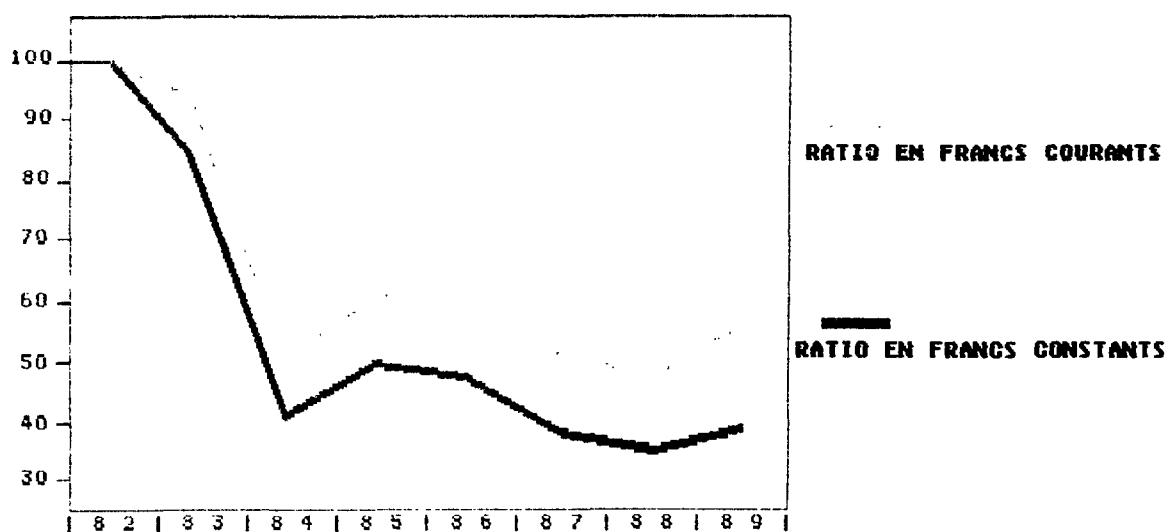


-4- Evolution coût des contrats / nombre de ventilateurs (graphique n° 15)

Cette dernière courbe se différencie des précédentes par le fait que l'impact de la prise en compte de R 7 et UP 3 laisse le coût rapporté à chaque ventilateur inférieur aux coûts constatés en 1985 et 1986.

De même, entre 1982 et 1989 ces coûts ont diminué de plus d'un facteur 2 en francs constants.

Graphique n° 15



Exemple : Maintenance pour R/RS (graphique n°16).

L'activité de ce service est le déchargement des combustibles et le stockage en piscine.

Le tonnage stocké en piscine est passé de 351,9 T au 1/1/80 à 6 482,1 T au 1/1/90 (voir graphique n°2).

L'analyse porte sur le secteur R/RS pour les contrats hors travaux (Ventilation climatisation et contrôle in-situ des filtres).

L'évolution en francs courants a été la suivante :

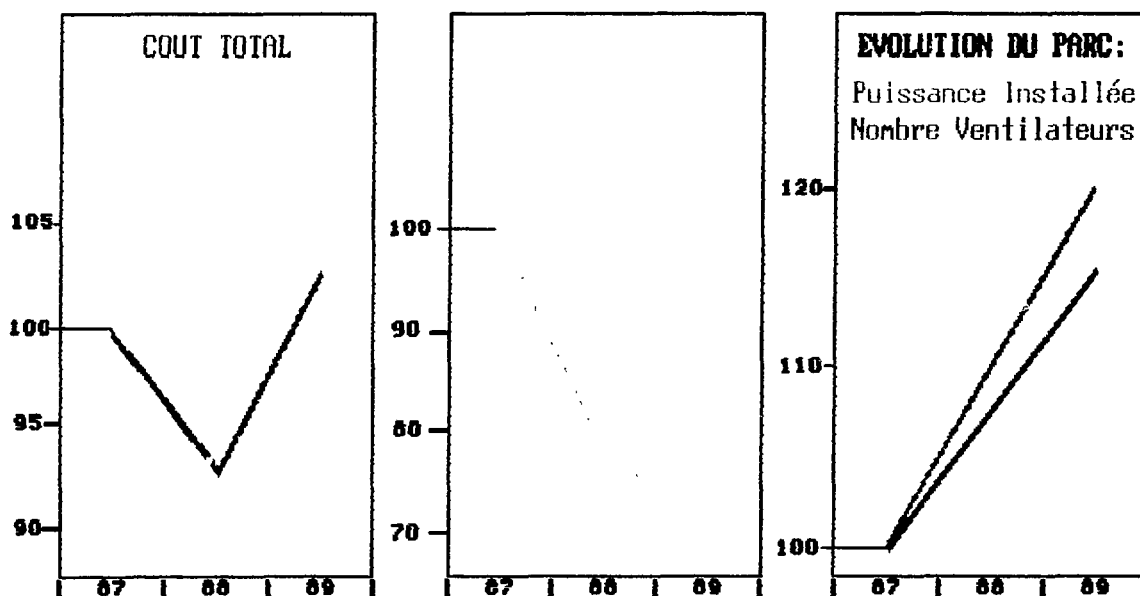
Coût total des contrats :

1987 : indice 100
 1988 : indice 93
 1989 : indice 102,5 (prise en compte de piscine E)

Coût des contrats à la tonne stockée :

1987 : indice 100
 1988 : indice 77,2
 1989 : indice 71,4

Graphique n° 16



Il faut noter que piscine E (MAD en mai 88), représente une augmentation de 16 % du nombre de machines tournantes et de 20% de la puissance installée du secteur R/RS.

Analyse du poste "Contrôle des filtres (graphiques n° 17 et n° 18)

Le contrôle réglementaire de l'efficacité des filtres in-situ est pris en compte dans les coûts de maintenance des installations.

Cette obligation étant apparue à partir de 1984, il est intéressant d'analyser son évolution et son impact sur les coûts.

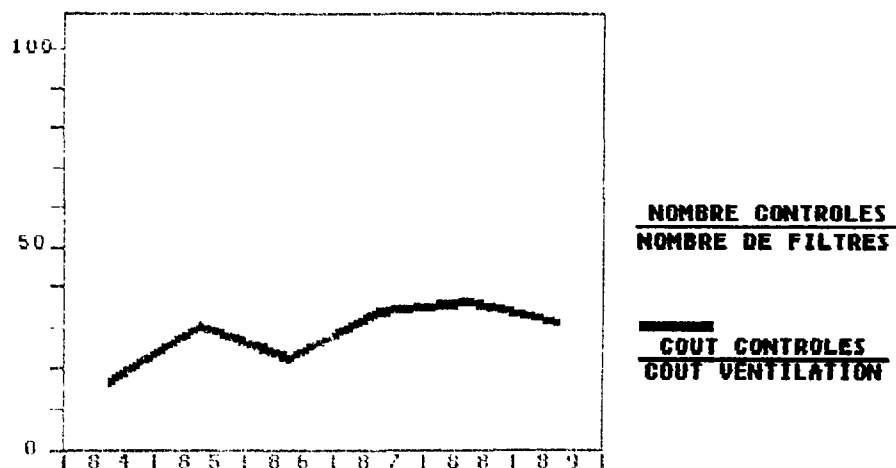
Les deux graphiques ci-après permettent :

- 1/ de comparer l'évolution proportionnelle du nombre de contrôles effectués avec l'évolution de l'impact coût de ce poste par rapport au coût des autres contrats de ventilation.

L'évolution de la courbe nombre de contrôles / nombre de cellules filtrantes marque bien la progression des contrôles au fur et à mesure de l'équipement des caissons de filtration dernière barrière.

En parallèle l'impact du coût, après quelques fluctuations dues à l'optimisation des contrats, varie peu dans le temps (autour de 30%).

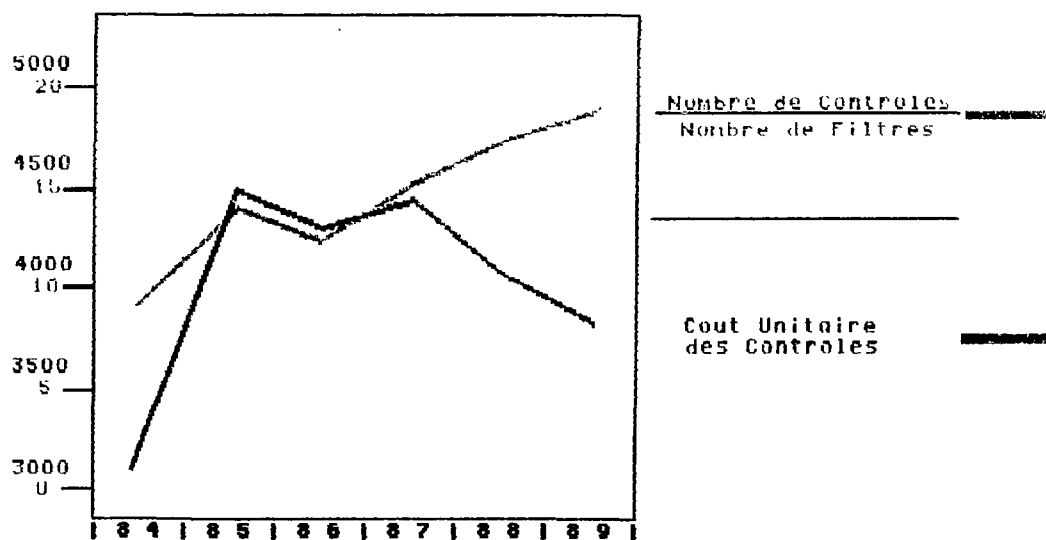
Graphique n° 17



- 2/ avec la même référence (nombre de contrôles / nombre de filtres), de comparer l'impact du coût des contrôles par rapport au coût technique de production tout en suivant l'évolution des coûts unitaires.

Comme précédemment l'impact, coûts contrôles / coûts techniques de production après quelques fluctuations, reste stable alors que le coût unitaire est réduit de plus de 20% entre 1985 et 1989 (en francs courants).

Graphique n° 18



Travaux d'investissement et gros entretien

En dehors des actions, directement imputées à la maintenance, évoquées ci-avant, la fonction Ventilation assure également la maîtrise d'oeuvre ou le conseil technique des travaux d'investissement et de gros entretien.

Les principales opérations sont définies dans le chapitre 2 et représentent un chiffre d'affaire non négligeable de plus de 100 MF entre 1980 et 1989, à l'exclusion des travaux de modification de la conduite.

Pour mémoire les grandes opérations réalisées sont :

- refonte des gaines HD et MD,
- remplacement des caissons de filtration,
- refonte des circuits de chauffage,
- transfert de la conduite.

4-3 Evolution de la fiabilité

Dans cette partie deux paramètres sont étudiés :

- Les arrêts ventilations.
- Le nombre de remplacements de filtres.

Arrêts ventilations (graphique n°19)

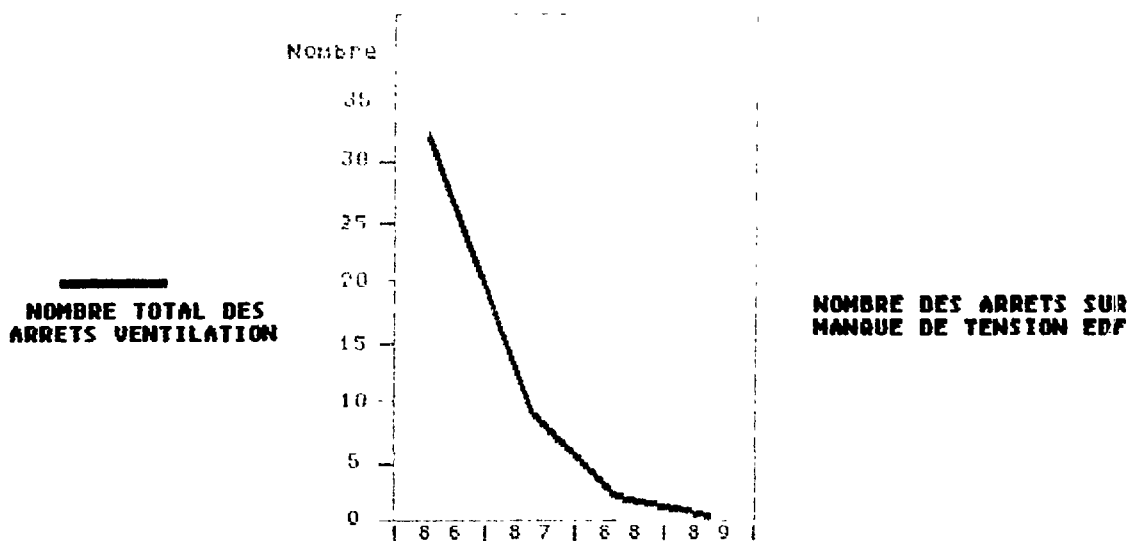
Dans la configuration de l'usine UP2 400, tout manque de tension EDF provoque un arrêt ventilation. Ces défauts ne sont pas directement maîtrisables par COGEMA, seule la fiabilisation du réseau électrique a permis une évolution favorable de ce paramètre.

Par contre les arrêts pour autres causes sont liés directement à la fiabilité des installations :

- mécanique,
- régulation,
- automatisme.

La courbe ci-dessous montre que sur les quatre dernières années la disponibilité des installations de ventilation est devenue quasi permanente, et ce grâce aux évolutions technologiques et à la rigueur des plans de maintenance mis en oeuvre.

Graphique n° 19



Remplacements des filtres (graphique n° 20)

Comme nous l'avons vu précédemment, la conception des rejets procédés en direct dans la ventilation générale avait deux conséquences :

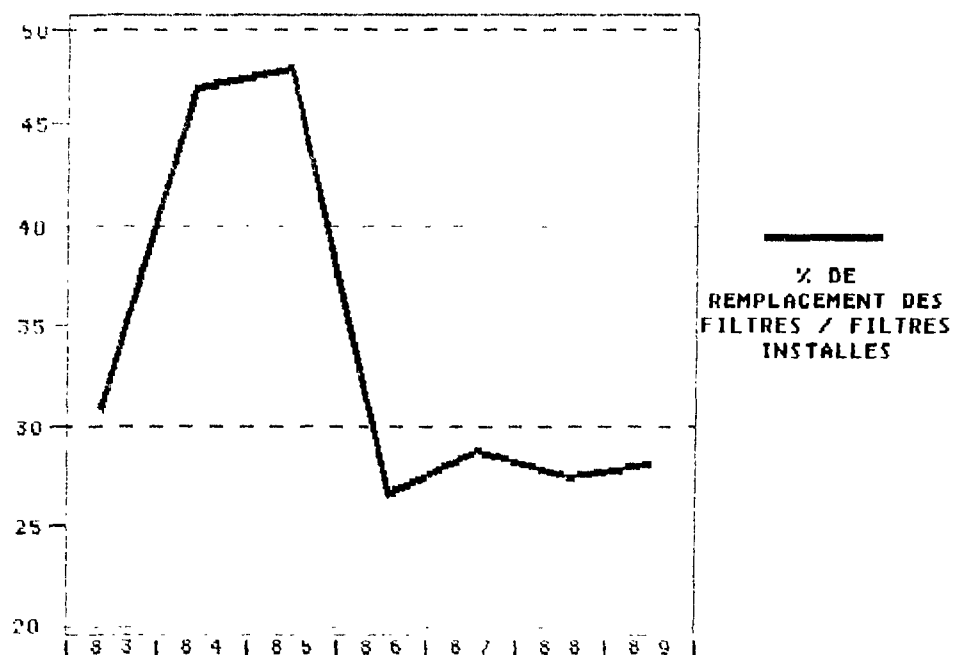
- corrosion et irradiation des gaines,
- irradiation et colmatage rapide des filtres HD.

La courbe ci-dessous retrace l'évolution en pourcentage du remplacement des filtres par rapport au nombre de filtres installés.

L'analyse montre que jusqu'en 1985, le taux de remplacement était en forte croissance (de 31% en 83 à 48,3% en 85). Ce phénomène est lié à la montée en cadence du cisailage au HAO (de 221,2 T en 83 à 351,4 T en 85) et aux problèmes rencontrés sur l'ECH (extracteur centrifuge la Hague).

La mise en place d'un traitement spécifique de l'air sur le réseau procédé a permis de revenir dès 1986 à un taux de 26,5% quasiment stable depuis.

Graphique n° 20



4-4 Evolution humaine

La première partie de ce paragraphe portera sur l'évolution des effectifs affectés à la maintenance de la ventilation. Pendant la période 1980 - 1989, l'effectif total se répartit en 5 catégories :

- Encadrement : Commun à toutes les activités ventilation.
- UP2 400 : Personnel affecté à la maintenance des unités UP2 400.
- Essais : Personnel participant aux essais des nouvelles unités.
- Nouvelles unités : Personnel affecté aux nouvelles unités dès leur mise en service.
- Opérationnel pour maintenance : regroupe le personnel UP2 400 et nouvelles unités.

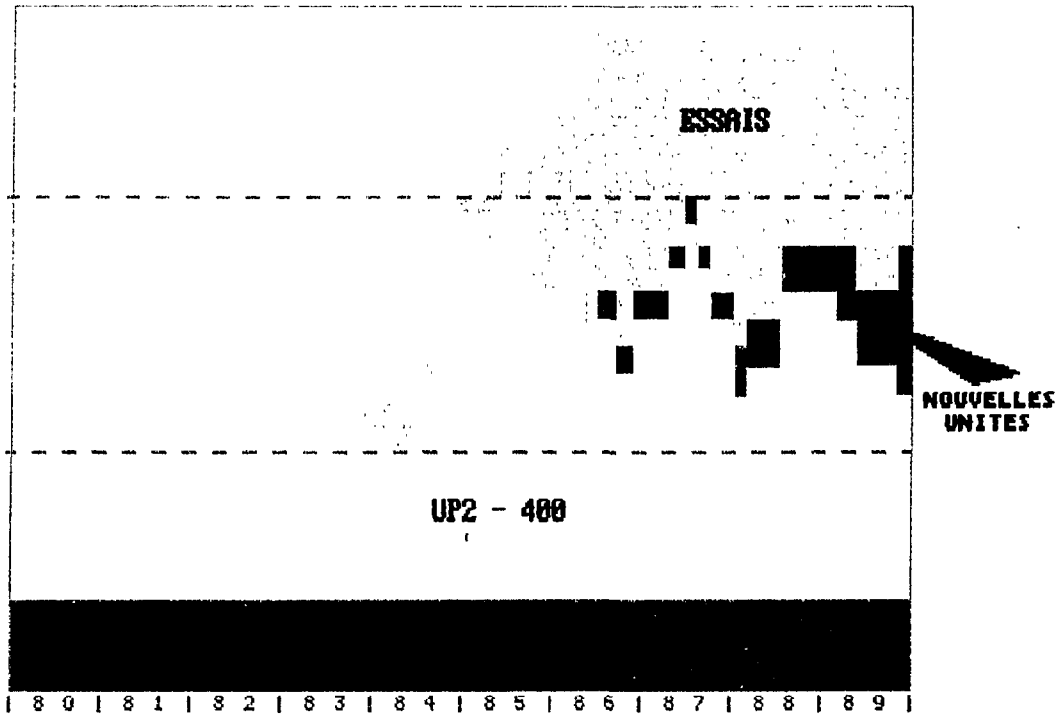
Evolution des effectifs (graphique n° 21, 22 et 23)

Les courbes suivantes montrent :

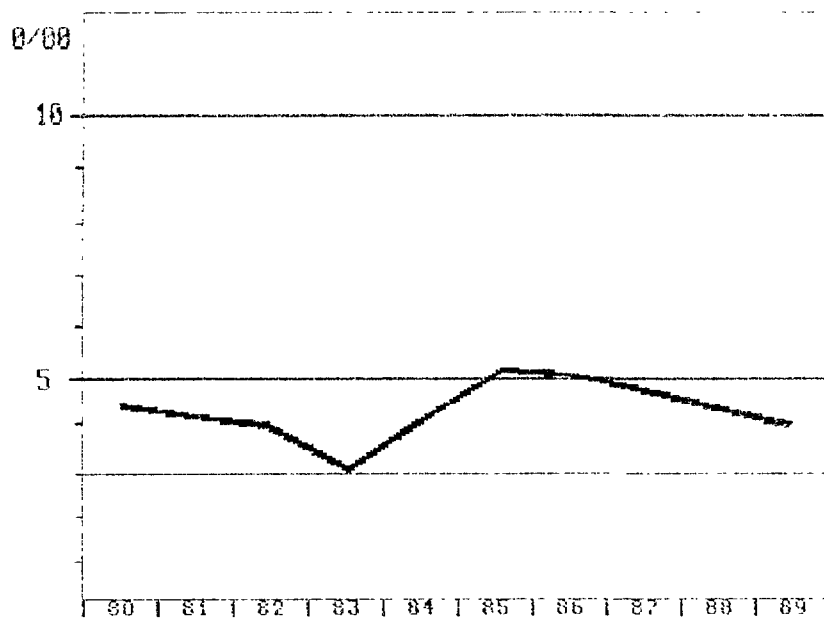
- L'évolution dans le temps des effectifs par catégorie ; on notera particulièrement que :
 - l'encadrement est resté constant,
 - UP2 400 est passé par un mini de 3, un maxi de 8 pour revenir fin 89 à 4 comme en 1980,
 - les essais : au fil des essais des bâtiments, cette catégorie a beaucoup fluctué en partant de 1 fin 83 pour atteindre un maxi de 6 et revenir à 3 fin 89,
 - les nouvelles unités : progression au fil des années de 0,5 au démarrage de T0 à 3 pour UP3.
- Les évolutions comparatives :

Entre 1980 et 1989, la fonction Ventilation a dû adapter ses méthodes de travail afin de respecter les objectifs fixés en matière d'effectif tout en absorbant l'augmentation du parc à maintenir.

Graphique n° 21



Graphique n° 22

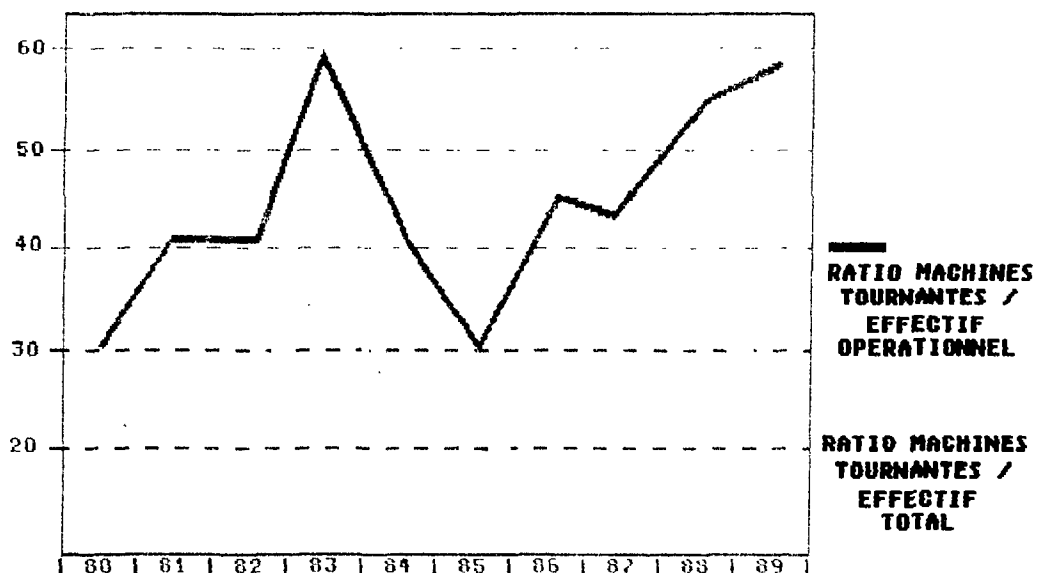


En traduisant l'accroissement du parc en nombre de machines tournantes, il est possible de tracer dans le temps l'évolution de la charge de travail rapportée à l'effectif.

Cette comparaison (graphique n° 23) porte sur 2 catégories :

- effectif total,
- effectif opérationnel pour maintenance.

Graphique n° 23



**VENTILATION
EXPLOITATION ET MAINTENANCE
16 ANS D'EXPERIENCE**

- 5 -

A V E N I R

5- AVENIR

A partir de l'expérience vécue, de la progression des résultats pour UP2 400 et en fonction des nouvelles techniques mises en oeuvre sur UP3, il est intéressant d'examiner comment s'est fait la transposition UP2 vers UP3 et quelles sont dans l'avenir les possibilités d'économies complémentaires.

5-1 Transposition UP 2 → UP 3

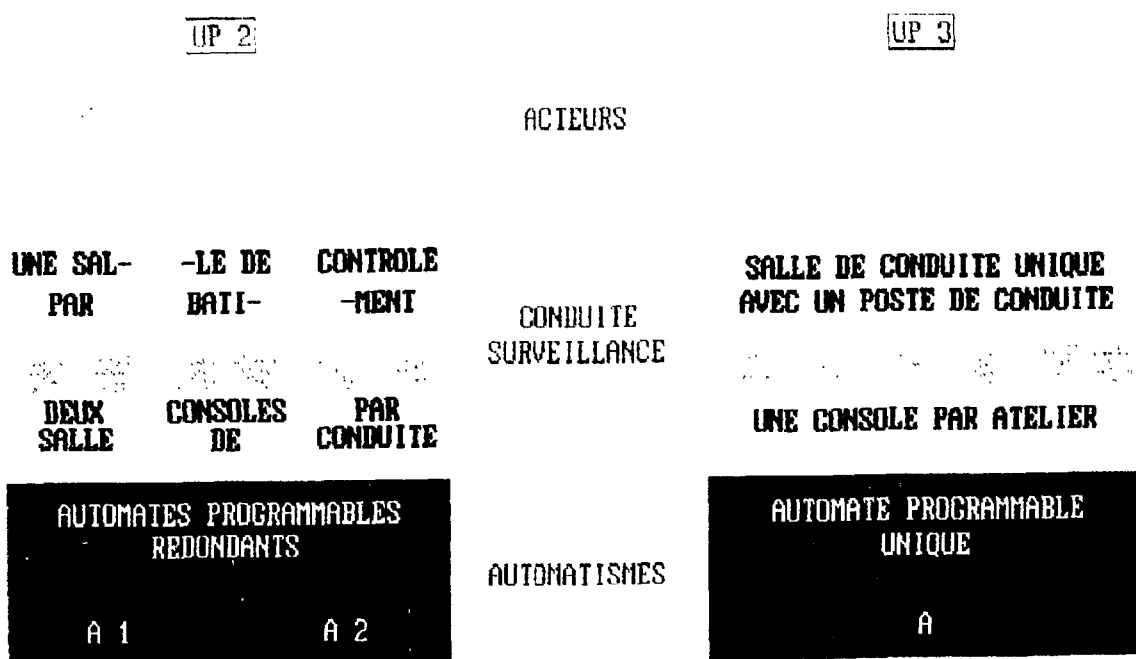
Dans ce paragraphe sont examinés les éléments principaux objets du chapitre 2 «HISTORIQUE».

5-1-1 Exploitation / conduite (graphique n°24)

Les principales différences entre UP2 et UP3 sont :

- Une seule salle de conduite sur UP3, avec un poste de conduite unique de la ventilation et une console de surveillance au niveau des postes de conduite procédé de chaque atelier.
- Les automates programmables ne sont pas redondants sur UP3.

Graphique n° 24



5-1-2 Soutien technique / Maintenance

L'implication unique des Services Techniques pour UP2 et UP3 fait que la structure existante sur UP2 a été reconduite pour UP3 dans tous les domaines concernés.

5-1-3 Sous-traitance

Les résultats obtenus grâce à la politique de maintenance de la ventilation sur UP2, font que celle-ci a été mise en oeuvre dès la mise en service des nouvelles unités, aussi bien pour STE 3 et R7 que pour UP3.

Les quatre critères définis dans le § 2-3 (COGEMA EXPLOITANT NUCLEAIRE, COGEMA SERVICES TECHNIQUES, SOUS-TRAITANTE et défaillance d'une entreprise) ont pu ainsi être immédiatement respectés.

5-1-4 Technique de ventilation

La majeure partie de l'expérience acquise dans ce domaine sur UP2 400 a été utilisée pour la conception des installations UP3 :

- conception de la conduite (voir § 5-1-1),
- chauffage des bâtiments par circuits primaire/secondaire à eau chaude, le circuit secondaire étant glycolé pour la protection contre le gel,
- séparation des réseaux ventilation procédé-ventilation générale (suivant le classement des zones et des familles),
- utilisation de l'acier inoxydable avant les premières barrières de filtration,
- équipement de tous les caissons de filtration THE dernière barrière pour les contrôles d'efficacité des filtres in-situ (application du décret n° 75 306 du 28/4/75).

Mais par ailleurs dans un souci d'amélioration de la sûreté et dans l'optique d'une optimisation des coûts, certains paramètres de fonctionnement ont été modifiés :

- Taux de renouvellement.

(Voir tableau page suivante.)

CLASSIFICATION LOCAUX		CLASSIFICATION DE Rn h ⁻¹	
UP2	UP3	UP2	UP3
Zone 600	- Zone 1 .Intérieur .Façade, toiture	4 et 3	2,5 et 2 3 et 2
Zone 700 et 800	- Zone 2 et 3 .Intérieur .Façade, toiture	5 et 6	2 et 2,5 3 et 4
Zone 900	- Zone 4 .Cellule courante .Cellule équipée de moyens mécaniques	10	2 et 2,5 2 et 3

Cette évolution permet un gain important sur :

- l'énergie motrice (ventilateurs),
- l'énergie de chauffage,
- le remplacement des filtres.

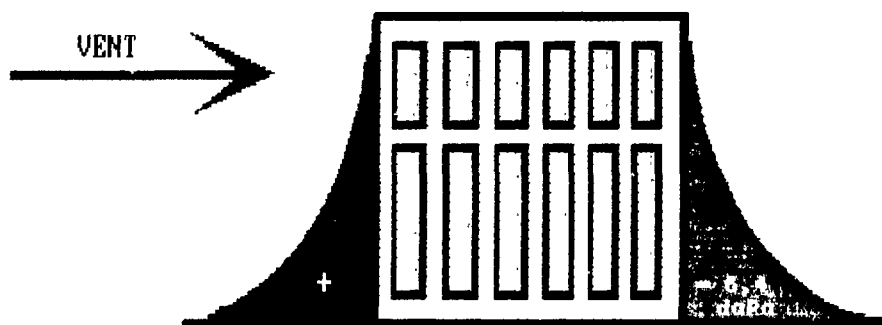
- Pression - dépression.

ZONAGE		PRESSION - DEPRESSION	
UP2	UP3	UP2	UP3
Zone 600	Zone 1	Surpression ou P. atm	Surpression ou P. atm
Zone 700	Zone 2	- 3 à - 5 daPa	- 8 à - 10 daPa
Zone 800	Zone 3	- 6 à - 8 daPa	- 12 à 14 daPa
Zone 900	Zone 4	- 15 à - 25 daPa	< - 22 daPa

(1 daPa \approx 1 mm CE)

Cette évolution prend en compte le phénomène lié à l'action du vent sur les bâtiments (graphique n° 25).

Graphique n° 25



5-2 Economies possibles

En juxtaposant les résultats obtenus par expérience sur UP2 et les évolutions de conception technique mises en oeuvre sur UP3, s'ouvre pour les années à venir des perspectives d'économies.

Ces perspectives sont à ce jour difficiles à quantifier. Par contre il est possible d'énumérer et de qualifier les objectifs recherchés.

Objectifs sur UP2

L'adoption de taux de renouvellement similaires à ceux d'UP3 permettrait de gagner sur les points suivants :

- Consommation d'énergie électrique motrice.
- Consommation d'énergie calorifique de chauffage.
- Remplacement des filtres (soufflage - extraction).

Une estimation rapide permet de quantifier ces économies à :

- Energie électrique motrice : environ **20%**
- Energie électrique motrice secourue : environ **60%**
- Energie calorifique : environ **50%**
- Remplacement des filtres : environ **40%**

Ces chiffres devront être confirmés en fonction d'études à lancer afin de respecter sur UP2 les critères de sûreté et de disponibilité des installations.

Objectifs sur UP3

Il est pensable que pendant les premières campagnes de retraitement, de nombreux petits défauts apparaissent dans les installations. La remise en conformité de ces défauts de "jeunesse" correspondra à une charge de maintenance curative importante.

Il est réaliste de penser que dans les deux années à venir, le taux de maintenance curative sur UP3 reviendra au niveau d'UP2 actuel.

Une telle évolution permet d'espérer un gain d'environ 10% du coût total de la maintenance ventilation sur UP3 (voir § 4-2).

Objectifs communs

- 1- La mise en concurrence de plusieurs entreprises sur les contrats de maintenance ventilation montre qu'en masse, le coût des contrats est resté constant entre 1982 et 1989 (en francs constants) malgré l'évolution du parc à entretenir.

Une application similaire sur les contrats de maintenance des installations de climatisation et les contrôles réglementaires doit permettre un résultat identique dans ces domaines.

- 2- Grâce à des études de recherche et développement, quelques évolutions techniques sont encore possibles dans le domaine concerné.

Ainsi tout laisse espérer qu'il sera possible dans les années à venir d'adapter la puissance électrique consommée au besoin réel de débit et de pression des ventilateurs. Une telle solution permettrait de remplacer les consommations nécessaires à vaincre les pertes de charge des registres de colmatage par des économies d'énergie motrice.

De même, le système de filtration actuel ne demande qu'à être amélioré. L'utilisation de cellules filtrantes "jetables" nécessite des opérations coûteuses (en heures et doses intégrées par le personnel) génératrices de déchets volumineux.

L'application des techniques de filtration des liquides (type filtration tangentielle) à la ventilation permettrait d'économiser toutes les opérations de remplacement des filtres et de limiter le volume des déchets à celui du filtra uniquement.

**VENTILATION
EXPLOITATION ET MAINTENANCE
10 ANS D'EXPERIENCE**

- 6 -

CONCLUSION

6 - CONCLUSION

Les dix années écoulées ont permis d'optimiser l'organisation de la maintenance des installations de ventilation - climatisation de l'Etablissement de la Hague.

Chacun, Exploitant Nucléaire, Agents du Soutien technique et de Maintenance et Entreprises sous-traitantes, trouve sa place en fonction de ses compétences.

En parallèle les installations ont été en grande partie optimisées au niveau technique et les nouvelles unités sont venues grossir le parc à maintenir.

La fiabilité n'a fait que croître pour atteindre une disponibilité quasi totale en 1989.

La mise en oeuvre des contrôles réglementaires garantit la sûreté de nos installations.

Au niveau humain, l'effectif de la fonction Ventilation a eu une évolution comparative aux autres fonctions de l'Etablissement. La mise en place de nouvelles méthodes de travail a permis de traiter, au niveau de chaque agent, une augmentation de 60% du parc à maintenir.

Enfin, au niveau des coûts les principaux résultats à retenir sont :

- Pas d'augmentation en masse des contrats de maintenance entre 1982 et 1989.
(A comparer au triplement du parc, au doublement du tonnage retraité et à la multiplication par 7 des combustibles stockés en piscine).
- L'impact des coûts de maintenance de la ventilation, pendant la même période, sur les coûts techniques de production de l'usine a été divisé par 2.

Pour la décennie à venir, l'effort engagé reste à poursuivre. Comme nous l'avons analysé précédemment, c'est avant tout grâce aux évolutions technologiques et techniques des installations que les objectifs de résultats pour ont été atteints. Ceci ne doit pas nous amener à négliger les autres paramètres y compris le facteur humain.