

**AICCA**

**Livret Technologique**

**LA CHAUDRONNERIE LOURDE 1960/1980**

**Les expertises des Chantiers de l'Atlantique :  
équipements navals, pétrochimiques & nucléaires**

**Version 0 Ind 3 - 22/02/2024**

Initiateur : Jean-Lucien Desmonts

Contributeurs :

Jean-Noël d'Acremont - Jean-Pierre Bart- Jean-Paul Burgaud – Gérard Longy G

**1- PREAMBULE**

**2- HISTORIQUE DU SECTEUR CHAUDRONNERIE**

**2-1 LES CHAUDIERES**

**2-2 L'INDUSTRIE NUCLEAIRE**

**2-3 LES ECHANGEURS**

**2-4 LA CHAUDRONNERIE**

**2-5 LE LABORATOIRE**

**3- LES ATELIERS**

**3-1 SITUATION DES ATELIERS**

**3-2 CHAUDONNERIE CENTRALE**

**3-2-1 Section mécano soudure**

**3-2-2 Section chaudières Marines et Package**

**3-2-3 Section échangeurs**

**3-2-4 Section collecteurs**

**3-2-5 Atelier de chaudronnerie moyenne**

**3-3 CHAUDRONNERIE NORD**

**3-3-1 La lourde ex Saint-Denis**

**3-3-2 Mise en service du nouvel atelier des corps sous pression**

**3-3-3 Fabrication des corps haute pression système « Struthers Wells »**

**3-3-4 Le procédé « Multiwall »**

**3-4 ATELIER DE CHAUDRONNERIE INOXYDABLE**

**3-5 L'ATELIER PROPRE**

**3-6 LE LABORATOIRE**

**4- LE PROJET ATLAS**

**5- UNITES DE LIQUEFACTION « G.N.L. 3 »**

**6- SOURCES ET REFERENCES**

## **1- PREAMBULE**

Années 50 et 60 : La France reconstruit son industrie anéantie par la guerre de 40 et l'occupation.

Les besoins en énergie sont en augmentation constante (électricité, carburants...).

La Construction Navale vit des heures difficiles. Conséquence de la crise du transport maritime et de la concurrence japonaise, la plupart des chantiers seront fermés par décision du gouvernement. Ceux qui survivent ne tiennent qu'avec une aide importante de l'Etat. Les deux grands chantiers nazairiens de la Loire et de Penhoët éviteront la fermeture mais seront contraints de fusionner et de diversifier leurs productions.

Deux orientations stratégiques sont prises :

Le regroupement des forces pour diversifier l'activité vers les secteurs porteurs : la production d'énergie et la pétrochimie.

Un programme d'investissements important consacré aux moyens commerciaux, de recherche et de production mécanique « moteurs diesel », de chaudronnerie « réservoirs lourds à pression »

**1968** : Babcock & Wilcox et les Chantiers de l'Atlantique fusionnent en Babcock-Atlantique. Ils profitent ainsi de la complémentarité de leurs activités et de leurs expériences dans les domaines de la thermique, de l'énergie nucléaire, du froid industriel et de la mécanique lourde, en mettant en commun la totalité de leurs moyens industriels. Fives-Penhoët disparaît. Les ateliers chaudières et chaudronnerie lourde, atelier propre et laboratoire des chantiers de l'atlantique deviennent Babcock-Atlantique, atelier de Saint-Nazaire (*pour distinguer de Babcock-Atlantique atelier de la Courneuve*)

**1973** : les Chantiers de l'Atlantique vendent à Babcock la Chaudronnerie de Saint Nazaire. Création de Fives-Cail BABCOCK par la fusion de Fives-Lille-Cail et de Babcock-Atlantique. La nouvelle société est mise au premier rang de la mécanique lourde en France.

**1974** : Le chantier nazairien, confronté à des difficultés économiques, prépare son entrée en Bourse. Suivant le modèle nippon, la création de partenariats industriels est envisagée.

**1976** : soit seulement deux mois après le début des négociations, la fusion entre les Chantiers de l'Atlantique et ALSTHOM est effective.

Les Chantiers qui deviendront la branche Alstom Marine, s'unissent à Alstom futur Alstom donnant naissance au groupe ALSTHOM-Atlantique.

Babcock-Atlantique décide de fermer son Établissement de St Nazaire. Suite à une convention signée le 22 mai 1973, Les Chantiers de l'Atlantique reprennent la presque totalité du personnel. La chaudronnerie lourde intègre la division Mécanique des Chantiers de l'Atlantique.

**1980** : fin de la chaudronnerie lourde aux Chantiers de l'Atlantique.

### **AVERTISSEMENT :**

***Ce livret ayant été réalisé à l'aide de documents de l'époque on y trouvera des unités qui ne sont plus en vigueur. Exemple : des énergies exprimées en calories, des forces exprimées en tonnes.***



***Les ateliers de chaudronnerie vers 1910***

*Photo : collection AICCA*



***Les ateliers de chaudronnerie vers 1960***

*Photo : archives départementales 44*

## **2 -1 LES CHAUDIERES :**

Dans le domaine des chaudières, l'année 1959 a marqué un tournant important avec le regroupement des bureaux d'études et des services commerciaux de 3 constructeurs de chaudières : la Compagnie de Fives-Lille, les anciens établissements Cail et les Chantiers de l'Atlantique.

Ce regroupement s'est effectué en trois temps :

La compagnie de Fives-Lille et les Chantiers de l'Atlantique, qui exploitaient en commun les licences Foster Wheeler et Siemens-Benson, ont constitué en 1955 un bureau d'études commun et conclu des accords de fabrication.

La Compagnie-Fives-Lille et la Société Française de Construction Mécaniques Cail ont procédé en 1958 à une fusion complète sous le nom de Fives-Lille-Cail.

La Société Fives-Lille-Cail ainsi constituée et les Chantiers de l'Atlantique ont pris en 1959 la décision de créer une Société unique (la Société Fives-Penhoët) chargée de gérer, sur le plan technique et commercial, différentes fabrications communes et notamment leurs départements chaudières terrestres.

La nouvelle Société Fives-Penhoët hérite ainsi de l'expérience de trois anciens constructeurs qui ont mis en route depuis 1920 plus de 2000 chaudières industrielles de plus de 10 tonnes/heure de vapeur.

Elle dispose, d'autre part, des moyens industriels de Fives-Lille-Cail et des Chantiers de l'Atlantique, que ces deux Sociétés ont décidé de spécialiser de façon à contribuer à la réduction des prix de revient (ballons et collecteurs de chaudières, matériel de broyage et réchauffeurs d'air rotatifs à Saint-Nazaire ; faisceaux de chaudières, charpentes et casing à Fives, études d'exécution et montages répartis entre Saint-Nazaire et Fives).

Les chaudières marines ne relèvent pas de la nouvelle Société « Fives-Penhoët » et continuent d'être étudiées et construites par les Chantiers de l'Atlantique.

Le nombre des chaudières marines construites à Saint-Nazaire dépasse 700, les plus importantes étant les 8 chaudières du Paquebot France (90 tonnes/heure, 500° de surchauffe, 70 kg de timbre).

### **2000 chaudières industrielles ...**

Les références de la nouvelle Société Fives-Penhoët rassemblent, comme il vient d'être dit, celles de Fives-Lille et des Chantiers de l'Atlantique. Elles comprennent plus de 2000 chaudières industrielles (de plus de 10 tonnes/heure).

***Parmi ces 2000 chaudières il y a lieu de citer plus particulièrement onze chaudières de 360/400 t/h à surchauffe et resurchauffe.***

- 2 chaudières pour la Centrale d'Hornaing (Houillères du Nord) pour charbon maigre cendreux).
- 2 chaudières pour la Centrale de Violaines (Houillères du Nord) pour charbon demi-gras cendreux).
- 2 chaudières pour la Centrale de Yainville (E.D.F.) pour charbon et mazout.
- 2 chaudières pour la Centrale Sidérurgique de Richemont pour charbon et gaz de Hauts Fourneaux.
- 2 chaudières pour la Centrale de Pont-sur-Sambre (E.D.F.) pour charbon maigre.
- 1 Chaudière pour la Centrale de Dunkerque (E.D.F.) pour mazout et gaz de Hauts Fourneaux.

***Parmi les chaudières de centrales de puissances inférieures à 400 t/h on note :***

- 4 chaudières de 200 t/h pour les Houillères Nationales (Centrales de Gardanne, Penchot, Le Bec).
- 2 chaudières de 230 t/h pour les Mines de la Sarre.
- 2 Chaudières de 120 t/h pour la Centrale de la Mure.
- 3 chaudières de 120 t/h pour la Centrale des Mines de Blanzly.

***Parmi les chaudières industrielles on notera, parmi beaucoup d'autres :***

- 3 chaudières de 100 t/h (au mazout) pour la Compagnie Industrielle de Fria.
- 2 chaudières de 100 t/h (au gaz de Lacq) pour la S.N.P.A. à Lacq.

## **2-2 L'INDUSTRIE NUCLEAIRE :**

Les Chantiers de l'Atlantique et la Société Alsacienne de Constructions Mécaniques ont décidé au début de 1959 de mettre en commun leurs activités dans le domaine nucléaire, en créant une Société Anonyme, au capital de laquelle elles participent à parts égales et qui porte le nom de « Groupement Atomique Alsacienne-Atlantique » (G.A.A.A.).

Les deux Sociétés ont, au cours des dernières années, pris une part déterminante au développement de l'industrie atomique française, comme en témoignent leurs réalisations dans ce domaine.

Les deux Sociétés ont toutefois estimé l'une et l'autre qu'un renforcement de leurs moyens propres était nécessaire pour continuer d'apporter une contribution efficace aux développements de la filière française graphite-CO<sub>2</sub> et poursuivre simultanément l'étude d'autres filières susceptibles de présenter ; dans l'immédiat ou dans un proche avenir un intérêt économique ou technique.

Les deux Sociétés ont constaté d'autre part que leurs activités industrielles se trouvaient orientées de façon complémentaires dans un certain nombre de domaines essentiels :

- Pour la Société Alsacienne de Constructions Mécaniques : contrôle et régulation des piles, automatisation de leurs mécanismes, fabrication des cellules et par l'intermédiaire de la S.I.C.N., fabrication du combustible nucléaire.
- Pour les Chantiers de l'Atlantique (Penhoët-Loire) : chaudronnerie lourde des réacteurs, mise en œuvre des aciers inoxydables, tuyauteries spéciales, échangeurs de chaleur.

Les deux Sociétés ont en conséquence, décidé d'apporter à une Société commune (G.A.A.A.) l'ensemble de leurs bureaux d'études nucléaires et leurs installations d'expérimentation dans ce domaine.

La Société Alsacienne de Constructions Mécaniques et les Chantiers de l'Atlantique, ont d'autre part, constitué avec la Société North American Aviation, sous le nom de Dynatom, une Société franco-américaine dont le capital est réparti par tiers entre les trois Sociétés.

Dynatom a pour objet l'étude et la construction de types de réacteurs développés par le département atomique de North American Aviation (Atoms International) et dans l'immédiat :

- Les réacteurs à réfrigérant ou modérateur organique (O.M.R.)
- Les réacteurs utilisant comme réfrigérant le sodium fondu.

North American Aviation, dont l'importance en matière de constructions aéronautiques et dans le domaine des fusées est mondialement connue, a joué aux U.S.A. un rôle de pionnier dans le développement de l'énergie atomique.

## **2-3 LES ECHANGEURS :**

Les Chantiers de l'Atlantique ont étendu leur activité à l'étude et à la construction d'échangeurs thermiques.

Cette activité se poursuit dans le cadre de la Société Fives-Penhoët et dans les principales directions suivantes :

- Echangeurs pour l'industrie nucléaire.
- Echangeurs pour installations de liquéfaction de gaz naturel.
- Postes d'eau et condenseurs.
- Echangeurs classiques (pétrole, industrie chimique, etc.).

Ce groupe d'études échangeurs de la Société Fives-Penhoët dispose :

- D'une documentation technique étendue et constamment à jour.
- D'une installation d'essais d'échanges thermiques destinée à étudier les modes d'échanges des prototypes d'échangeurs.
- De la technologie développée dans les laboratoires des Chantiers de l'Atlantique et de Fives-Lille-Cail qui permet de proposer des échangeurs de types et de construction très différents (acier ordinaire, aciers inoxydables, aluminium et alliages légers, monel, inconel, etc.).

## **2-4 LA CHAUDRONNERIE :**

Les Chantiers de l'Atlantique ont procédé à une extension importante de leurs moyens de chaudronnerie, en même temps qu'à leur spécialisation. L'ancien atelier de chaudronnerie générale fait place à un ensemble de 6 ateliers spécialisés, dont l'équipement en cours fera des unités de production modernes.

L'ensemble représente environ 35 000 m<sup>2</sup> de surface couverte, équipée selon les ateliers de ponts de 30 à 125 tonnes, permettant le levage d'ensembles jusqu'à 250 tonnes.

- Un atelier de **mécano-soudure**, équipé de positionneurs lourds, permettant la construction de tous ensembles mécano-soudés tels que bâtis de moteurs Diesel, bâtis de turbines, carcasses d'alternateurs, bâtis de machines-outils, etc.
- Un atelier de **chaudronnerie lourde** (au-dessus de 50mm d'épaisseur), équipé notamment d'une presse de 4000/5000 tonnes, d'un four de 15 mètres de longueur et 4,50 mètres de diamètre et de plusieurs machines à souder Electroslag permettant de souder en une passe jusqu'à 300 mm d'épaisseur. Cet atelier assure, notamment la construction de tous les ballons de chaudières du groupe Fives-Penhoët en vertu des accords de spécialisation conclus avec la Société Fives-Lille-Cail (cette dernière assurant la construction des faisceaux tubulaires des mêmes chaudières).
- Un **atelier de construction de chaudières marines**, qui assure également la construction de toutes les chaudières Package du groupe Fives-Penhoët.
- Un **atelier de chaudronnerie moyenne** (8 à 50 mm), équipé notamment d'une enviroleuse de 7 m.
- Un **atelier de chaudronnerie inoxydable** affecté également à la mise en œuvre des métaux non usuels (Monel, Inconel, Titane).
- Un **atelier de montage des ensembles très lourds** équipé de ponts de 125 t jumelables (capacité maximum 250 t) et un grand four de recuit de 25 m de long, 5,50 m de diamètre, avec un contrôle très strict des températures.

## **2-5 LE LABORATOIRE :**

L'importance des problèmes métallurgiques posés aux Chantiers de l'Atlantique tant par la Construction Navale que par les activités mécaniques et chaudronnées terrestres (100000 tonnes de produits métallurgiques mis en œuvre par an, un millier de soudeurs toutes spécialités) comme le développement des techniques nouvelles de soudage et l'utilisation des métaux rares, a entraîné la création à Saint-Nazaire d'un Laboratoire de Métallurgie Soudure moderne comprenant un important Atelier expérimental.

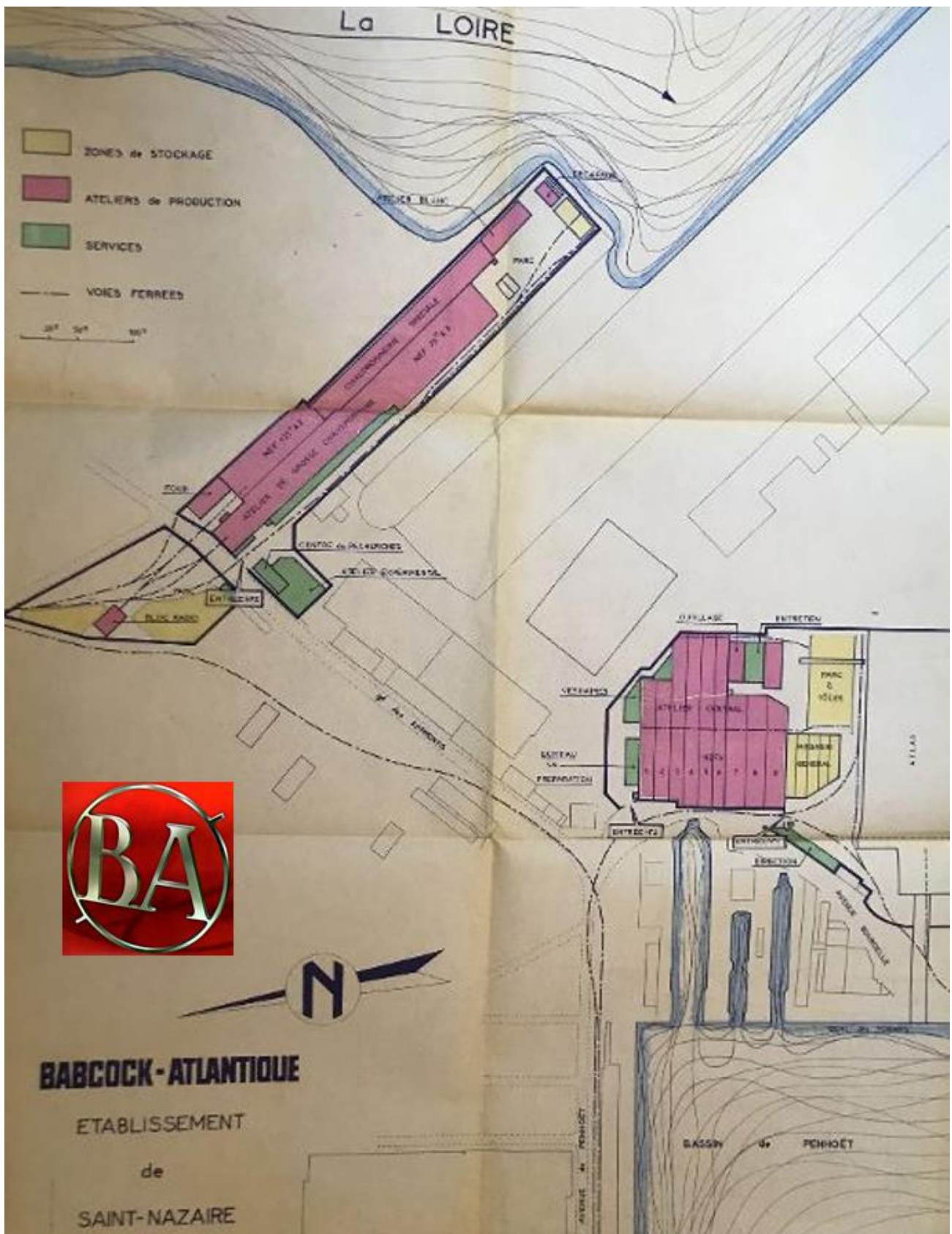
Le Laboratoire a une double tâche :

- D'une part effectuer les études physiques et recherches technologiques de matériaux et de procédés nouveaux et contrôler la mise au point des fabrications industrielles correspondantes.
- D'autre part d'assurer le contrôle de la qualité des fabrications Ateliers et l'analyse des incidents.



### 3- LES ATELIERS

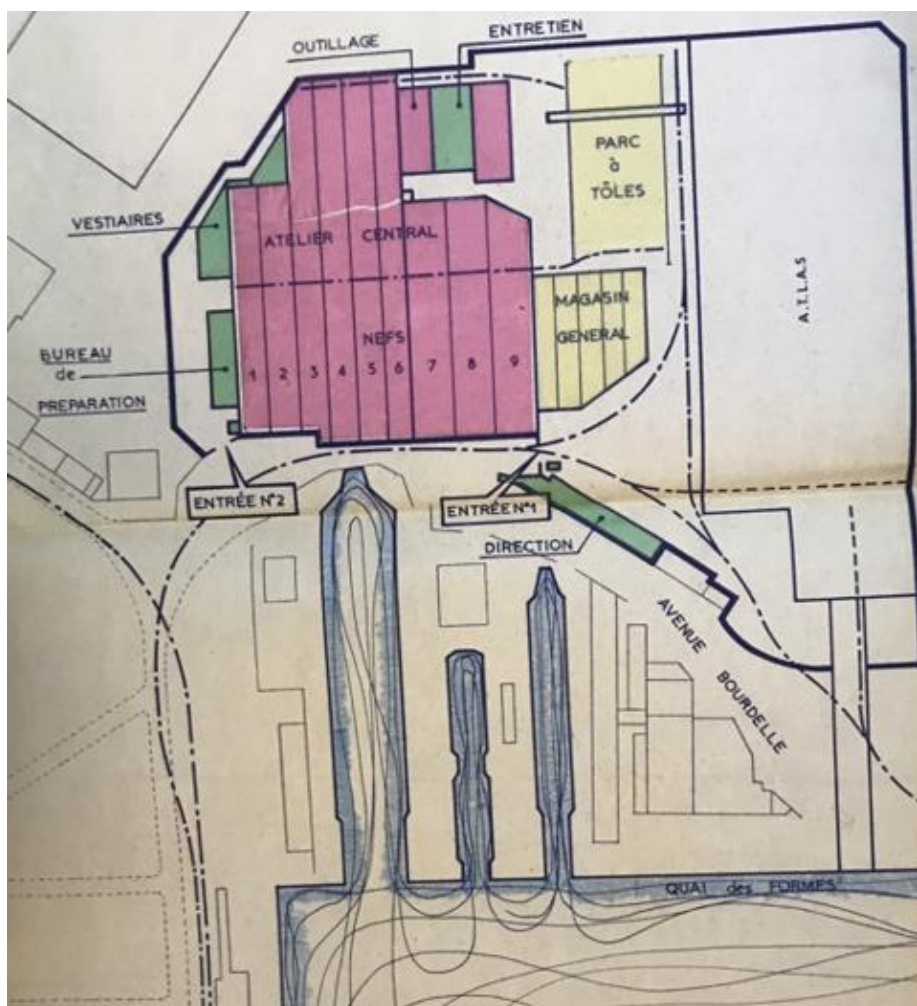
#### 3-1 SITUATION DES ATELIERS



Plan de situation des ateliers de la chaudronnerie

Photo : collection AICCA

### 3-2 CHAUDRONNERIE CENTRALE



*Plan de situation de la chaudronnerie centrale*

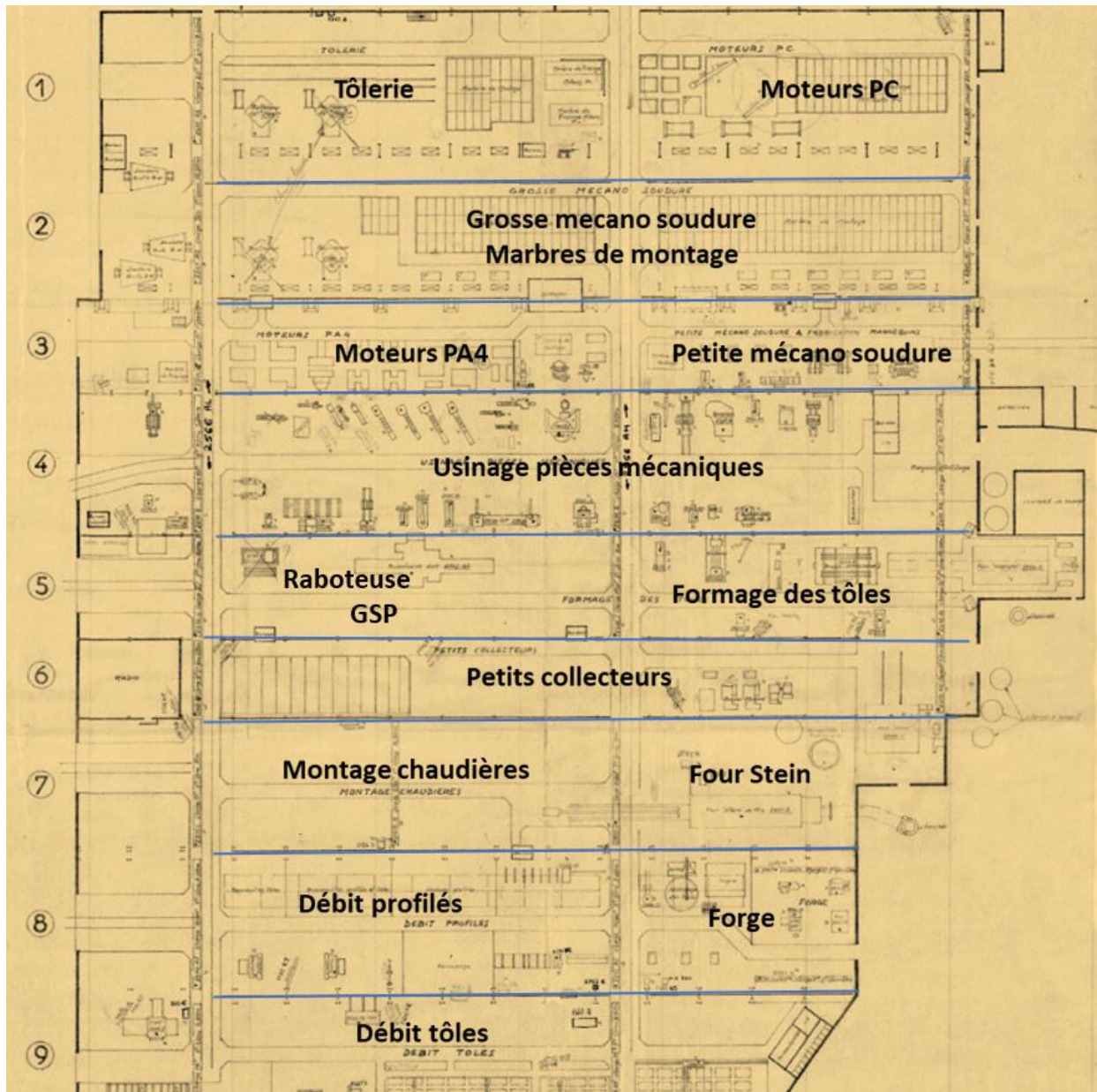
*Photo : collection AICCA*



*Vue aérienne : au premier plan vue d'ensemble de la chaudronnerie centrale*

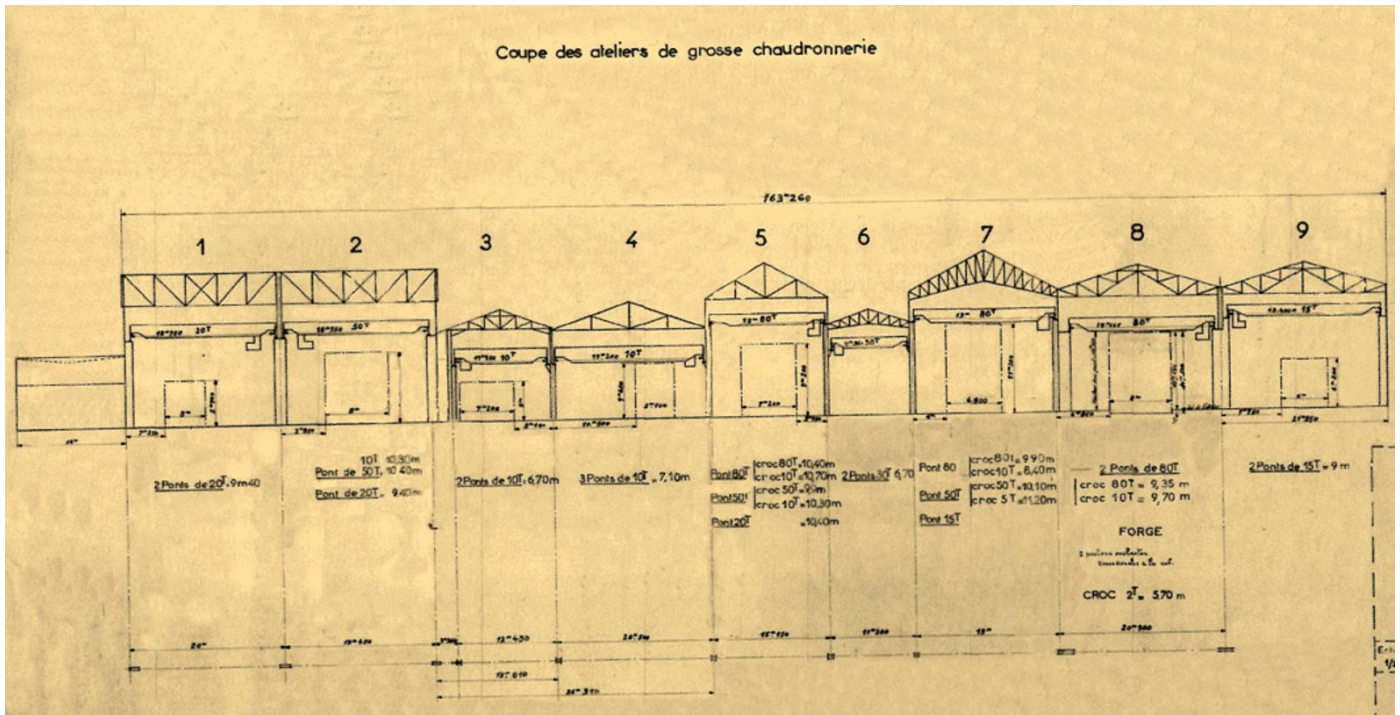
*Photo : revues ou bulletins techniques Chantiers de l'Atlantique*





*Plan de la chaudronnerie centrale en 1962*

*Photo : collection AICCA*



**Coupe transversale des ateliers de la chaudronnerie centrale en 1962**

Photo : collection AICCA

Hall 1	Largeur : 20 m.	2 ponts de 20 t		
Hall 2	Largeur : 19,45 m.	1 pont : 50/10 t		1 pont : 20 t
Hall 3	Largeur : 12,45 m.	2 ponts : 10 t		
Hall 4	Largeur : 20,5 m.	3 ponts : 10 t		
Hall 5	Largeur : 15,15 m.	1 pont : 80/10 t		1 pont : 50/10 t      1 pont : 20 t
Hall 6	Largeur : 11,2 m.	2 ponts : 30 t		
Hall 7	Largeur : 18 m.	1 pont : 80/10 t		1 pont : 50/5 t      1 pont : 15 t
Hall 8	Largeur : 20,9 m.	2 ponts 80/10 t		
Hall 9	Largeur : 21,25 m.	2 ponts 15 t		

Cet atelier comprend en dehors d'une section de préparation pour l'ensemble de la chaudronnerie (traçage, débit, formage, usinage des tôles, des brides, des fonds emboutis, tuyauterie), les sections spécialisées ci-après :



### **3-2-1 Section mécano soudure**

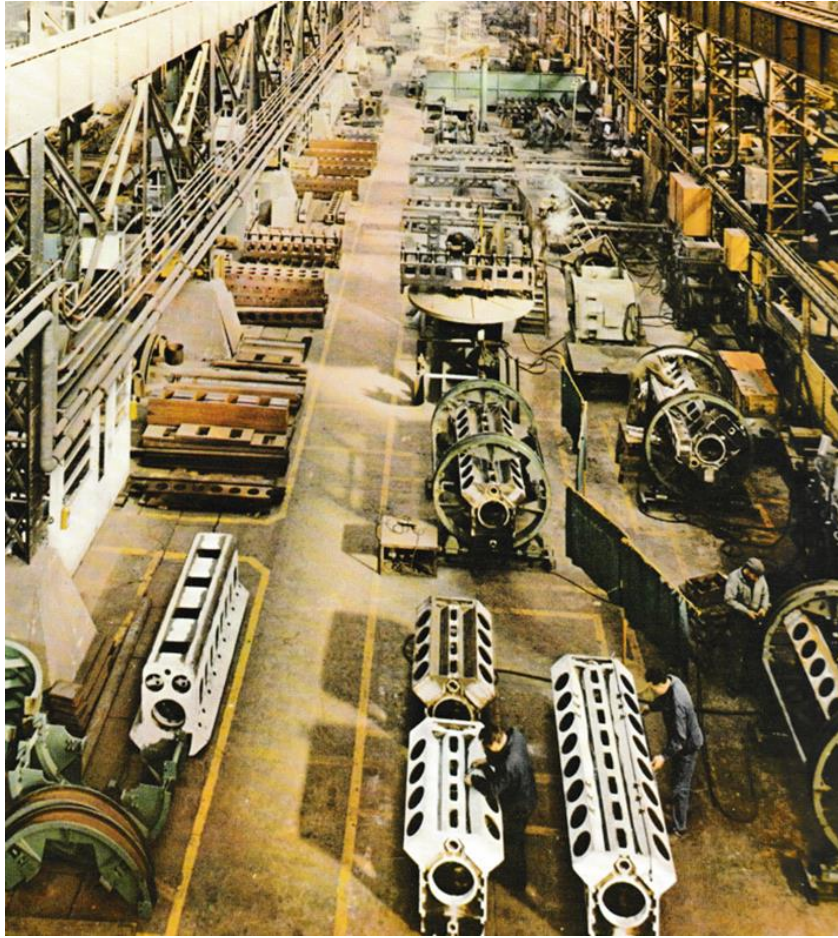
Cette section est équipée de positionneurs jusqu'à 25 tonnes permettant la construction de tous les ensembles mécano-soudés (bâtis de moteurs Diesel, bâtis de turbines, carcasses d'alternateurs, bâtis de machines-outils, condenseurs, etc.).



*Bâtis de moteurs 12 PC2V sur positionneurs  
pour soudure des étriers de paliers sur les cloisons  
Photo : revues ou bulletins techniques Chantiers de l'Atlantique*



*Vue d'ensemble de la section des bâtis mécano-soudés moteurs Diesel PC  
Photo : revues ou bulletins techniques Chantiers de l'Atlantique*



***Vue d'ensemble de la section des bâtis mécano-soudés moteurs Diesel PA***  
*Photo : revues ou bulletins techniques Chantiers de l'Atlantique*



***Soudure d'une pièce de chaudronnerie de la centrale de Montreau***

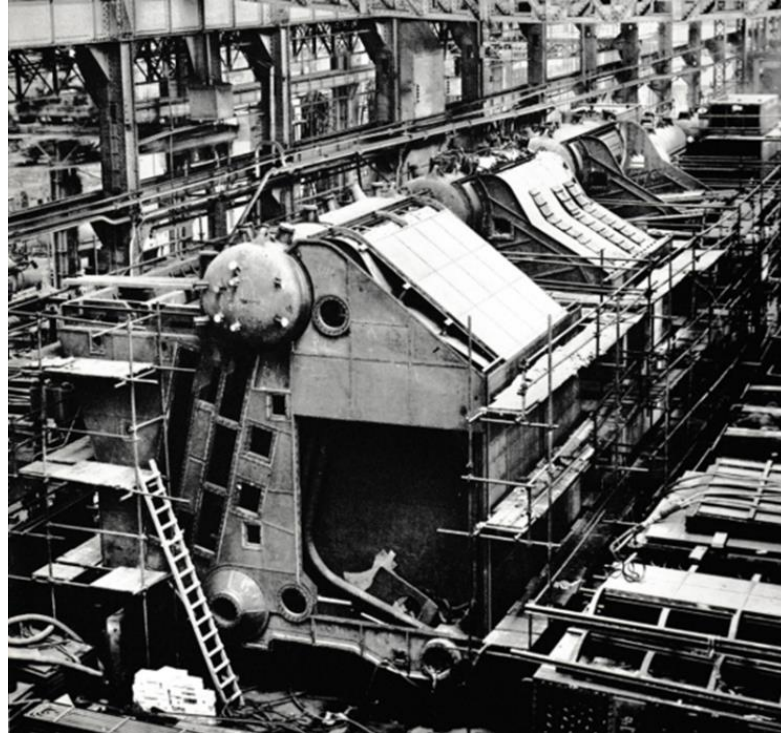
Photographe : inconnu. Collection Saint-Nazaire  
Agglomération Tourisme - Écomusée.  
Fonds Chantiers de l'Atlantique.



### **3-2-2 Section chaudières Marines et Package**

Cette section assure le montage d'une part des chaudières Marine, d'autre part des chaudières Package pour la société Fives-Penhoët.

Cette section occupe deux nefs de la Chaudronnerie Centrale, permettant le montage simultané de 8 à 10 chaudières.

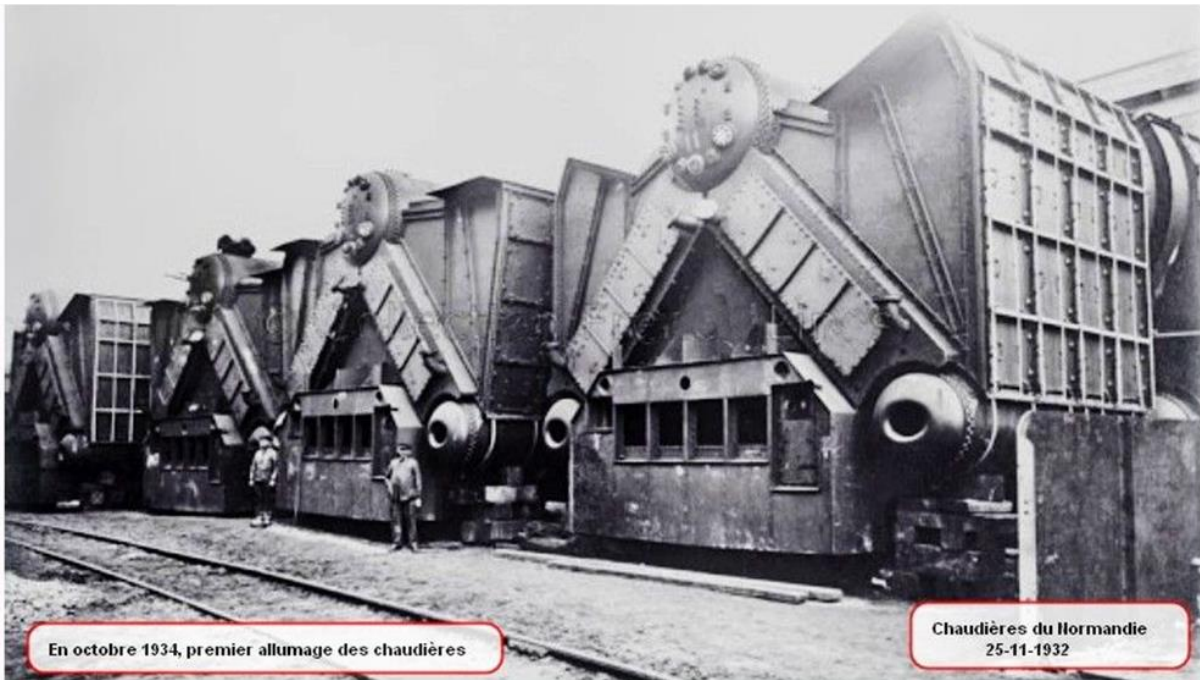


*Vue d'une travée de montage des chaudières marine  
En cours de montage : 3 chaudières de 90t/h du paquebot France  
Photo : revues ou bulletins techniques Chantiers de l'Atlantique*



*Nef de montage des chaudières Marine et des chaudières Package  
Photo : revues ou bulletins techniques Chantiers de l'Atlantique*





En octobre 1934, premier allumage des chaudières

Chaudières du Normandie  
25-11-1932

***Chaudières paquebot Normandie***

*Photo : Fond Jean-Lucien Desmots*



***Chaudière destinée à un pétrolier de 39000 tonnes  
construite à l'atelier des chaudières, elle est acheminée vers la cale où elle sera mise à bord à l'aide d'une grue  
Photo : revues ou bulletins techniques Chantiers de l'Atlantique***

### 3-2-3 Section échangeurs

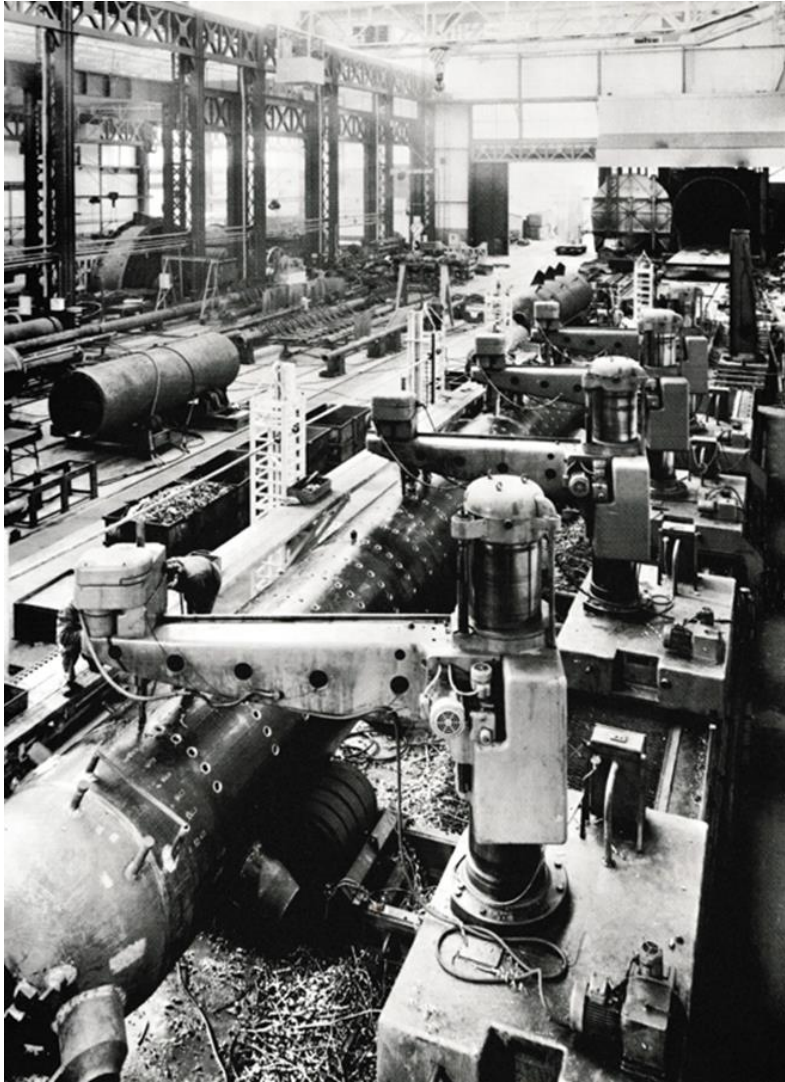
Cette section est équipée notamment de perceuses automatiques spéciales pour les plaques tubulaires et les brides d'échangeurs.



**Vue d'ensemble du hall de réalisation d'échangeurs**

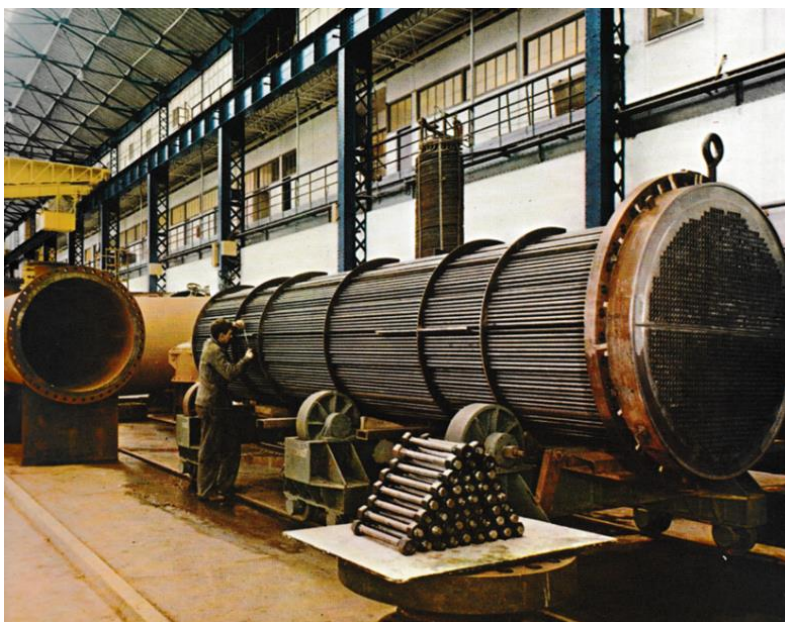
*Photo : Fond Yves Lefaux*





***Ligne de perçage des ballons de chaudières***

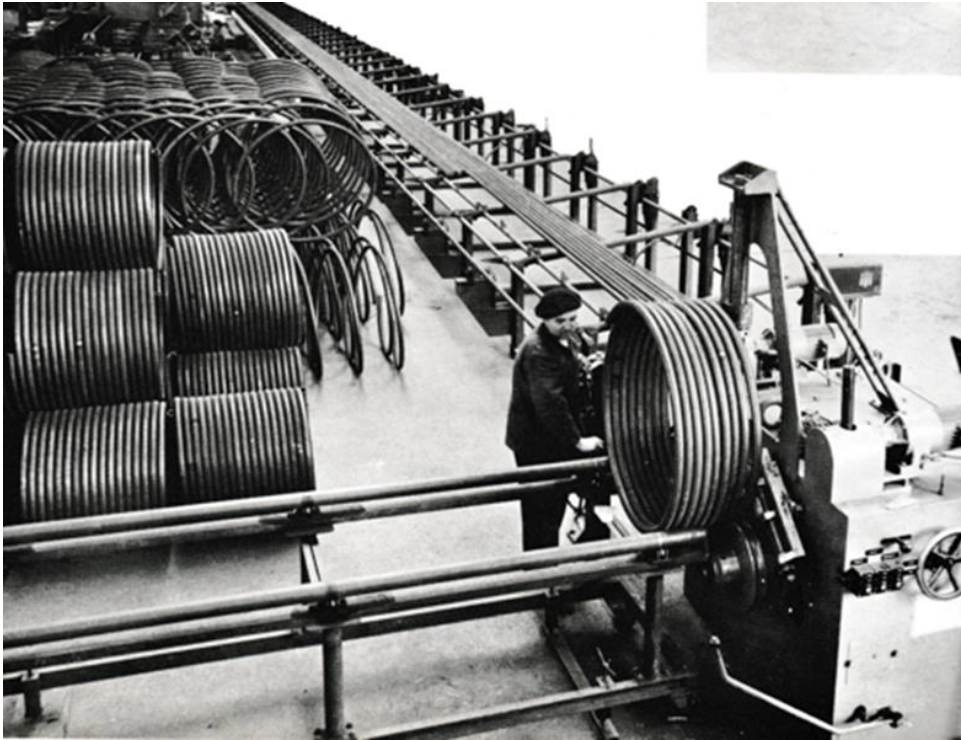
*Photo : revues ou bulletins techniques Chantiers de l'Atlantique*



***Montage d'une « cartouche » de synthèse d'ammoniac***

*Photo : revues ou bulletins techniques Chantiers de l'Atlantique*

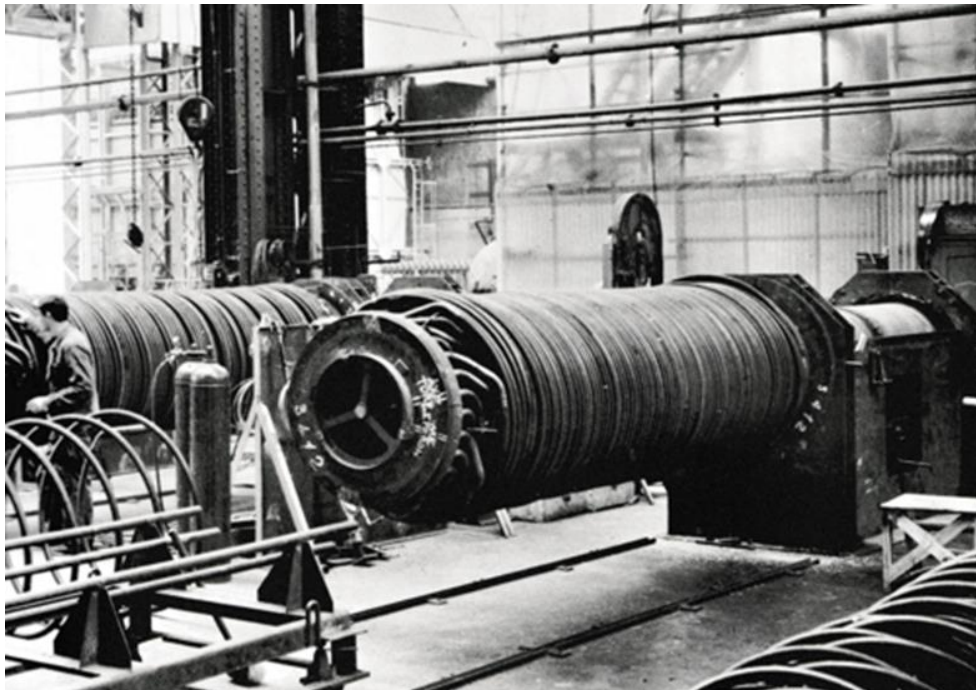
## Echangeurs nucléaires de puissance



*Ligne de fabrication des spires élémentaires*

*Photo : revues ou bulletins techniques Chantiers de l'Atlantique*

Cette ligne assurait les opérations suivantes : Préparation des extrémités, soudage automatique sous CO<sub>2</sub>, contrôle radio automatique et en bout de ligne enroulement.



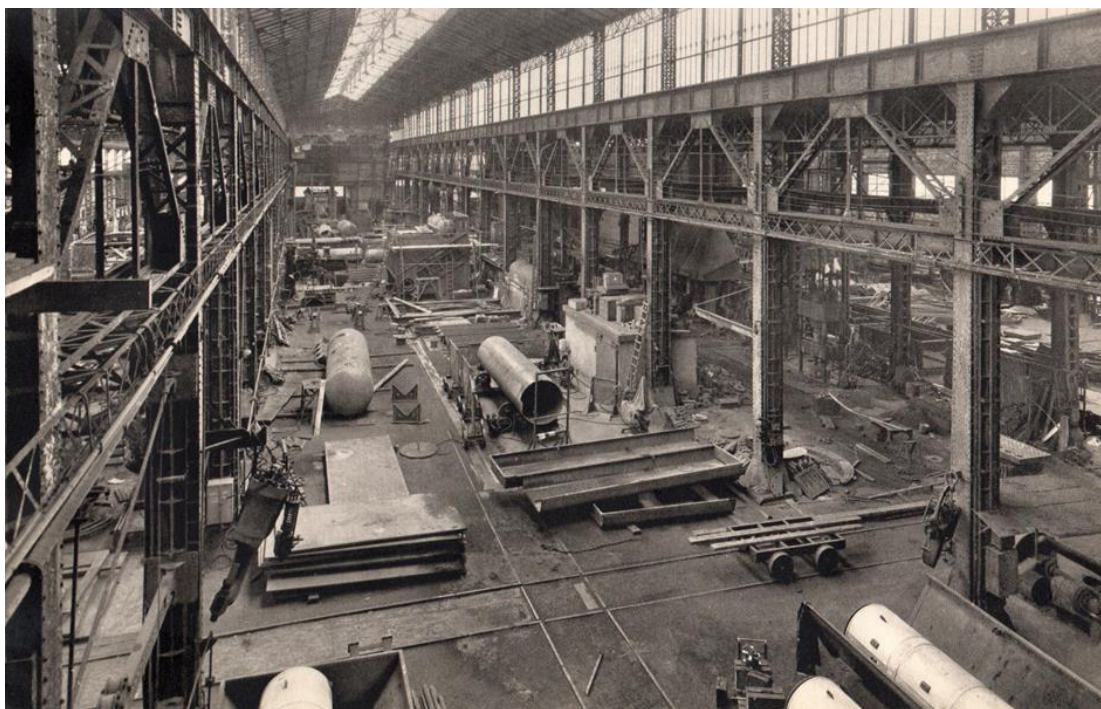
*Montage des faisceaux comportant chacun 4 nappes concentriques de 7 spires élémentaires*

*Photo : revues ou bulletins techniques Chantiers de l'Atlantique*



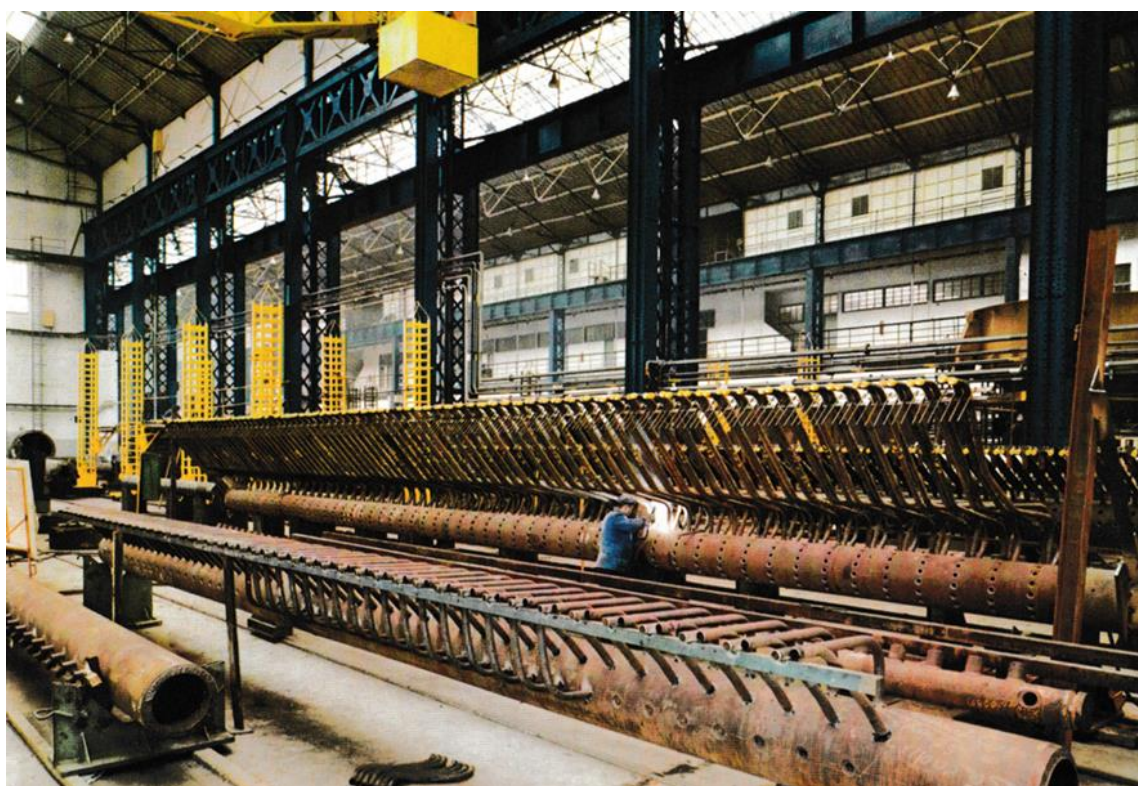
### 3-2-4 Section collecteurs

Cette section assure la fabrication et l'usinage des collecteurs de chaudières.



*Vue d'ensemble d'une nef*

*Photo : revues ou bulletins techniques Chantiers de l'Atlantique*



*Nef de construction des ballons de chaudières et des gros collecteurs*

*Photo : revues ou bulletins techniques Chantiers de l'Atlantique*

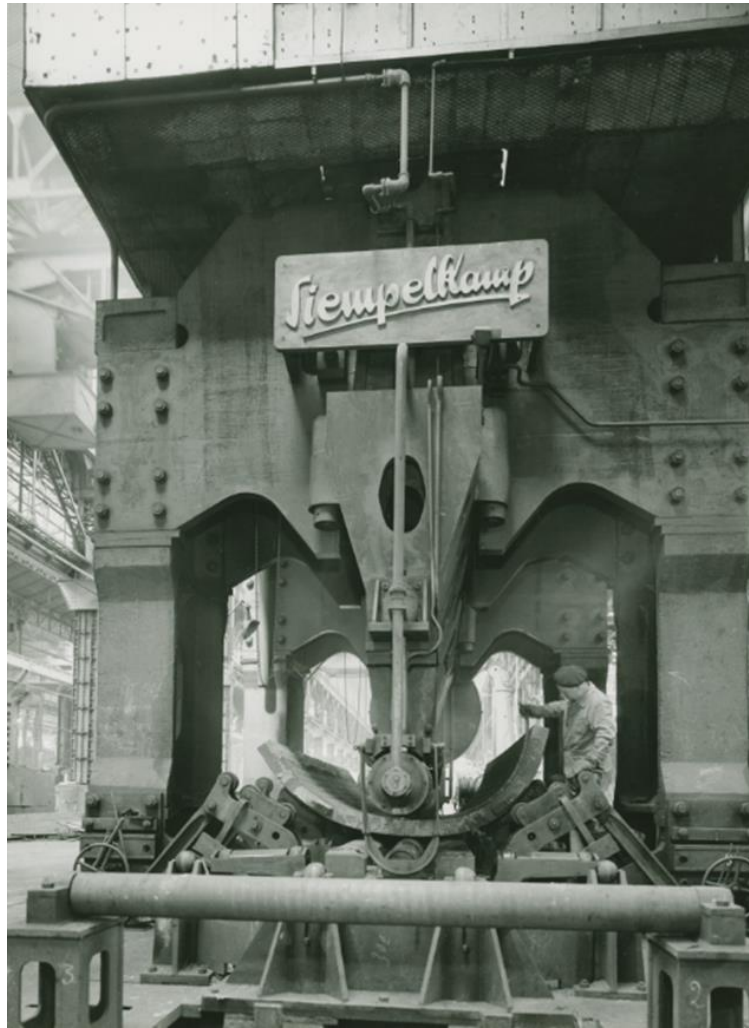




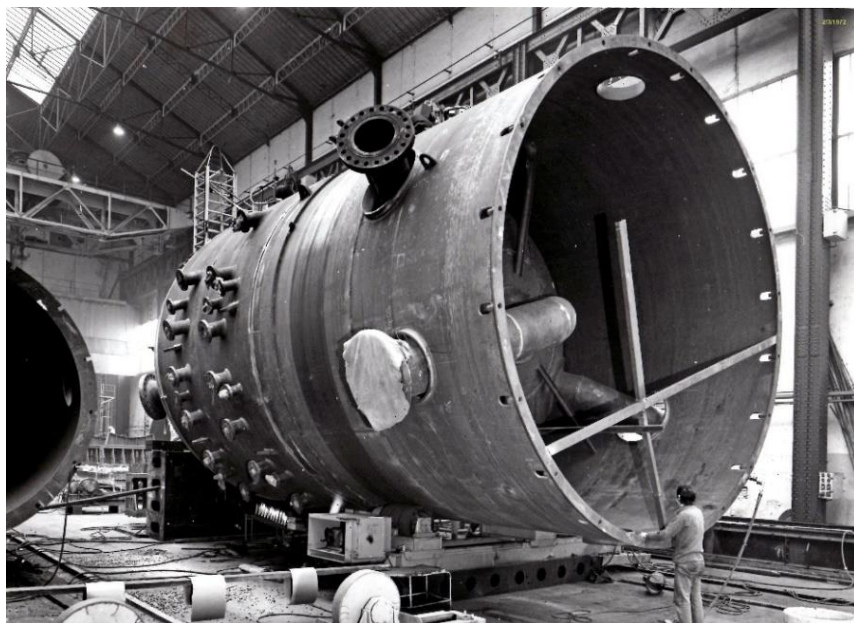
**Presse de 4000-5000 tonnes « Siempelkamp »  
pour le cintrage des viroles jusqu'à 200 mm d'épaisseur**  
Photo : revues ou bulletins techniques Chantiers de l'Atlantique



**Presse de 4000-5000 tonnes « Siempelkamp »**  
Photographe : inconnu. Collection Saint-Nazaire  
Agglomération Tourisme - Écomusée.  
Fonds Chantiers de l'Atlantique.

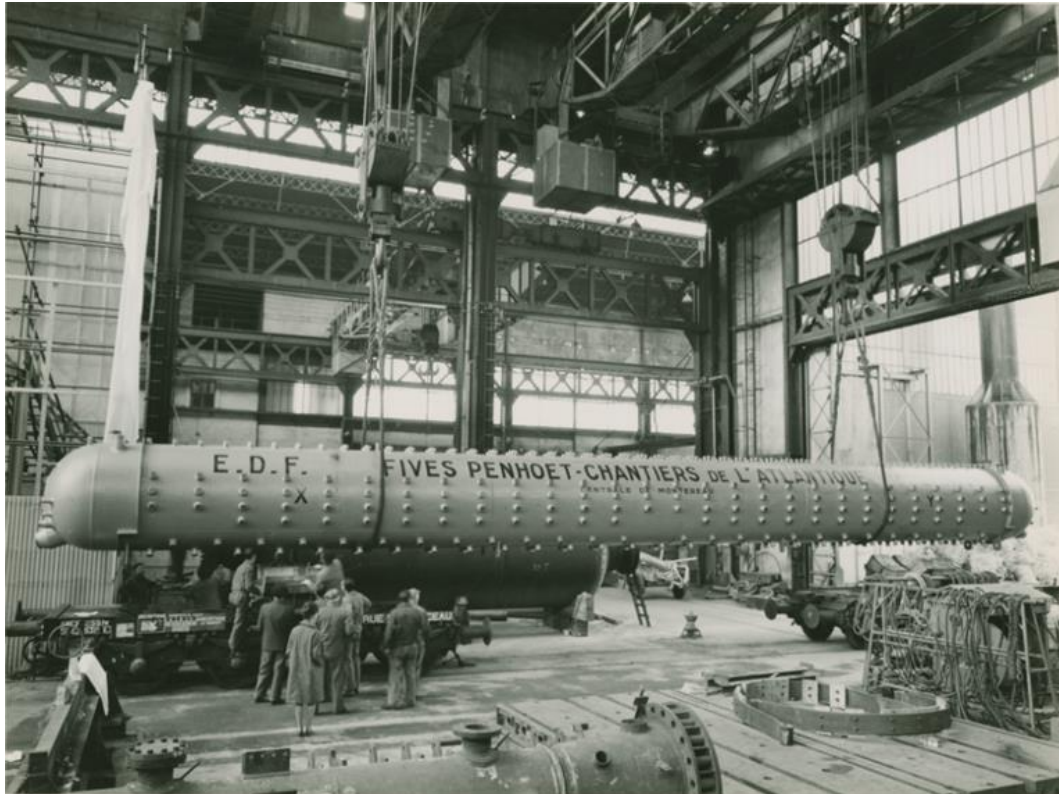


**Presse de 4000-5000 tonnes « Siempelkamp »**  
Photographe : inconnu. Collection Saint-Nazaire  
Agglomération Tourisme - Écomusée.  
Fonds Chantiers de l'Atlantique.



**Gros appareil chaudronné sur vireur**  
Photo : Fond Yves Lefaux





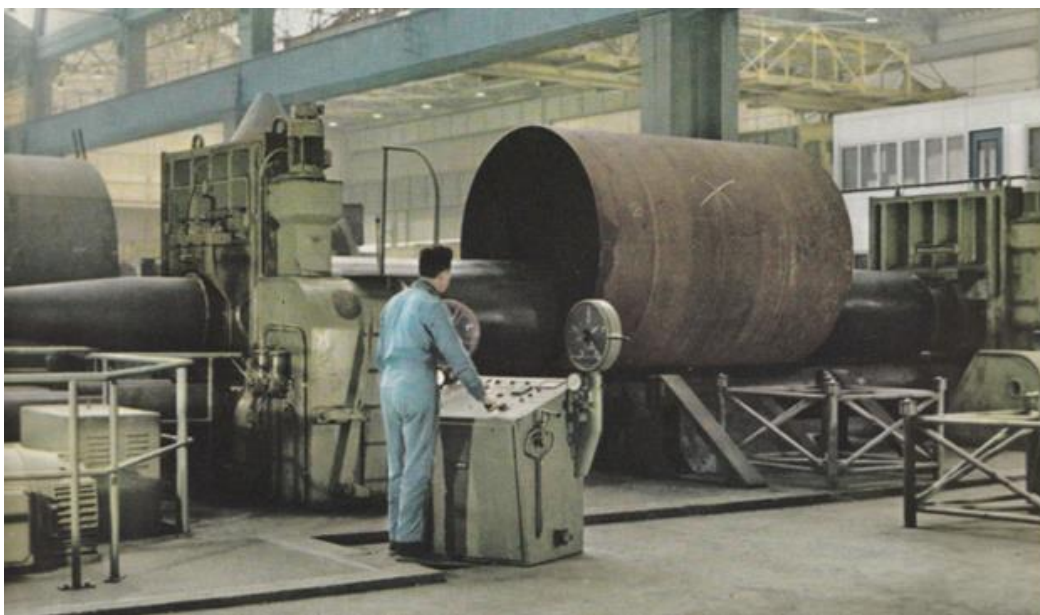
***Ballon de chaudière de 250 MW, en cours d'expédition  
(diamètre 1,8 m, ép. 130 mm, longueur 22 m, poids 160 t)***

Photographe : inconnu. Collection Saint-Nazaire

Agglomération Tourisme - Écomusée.

Fonds Chantiers de l'Atlantique.

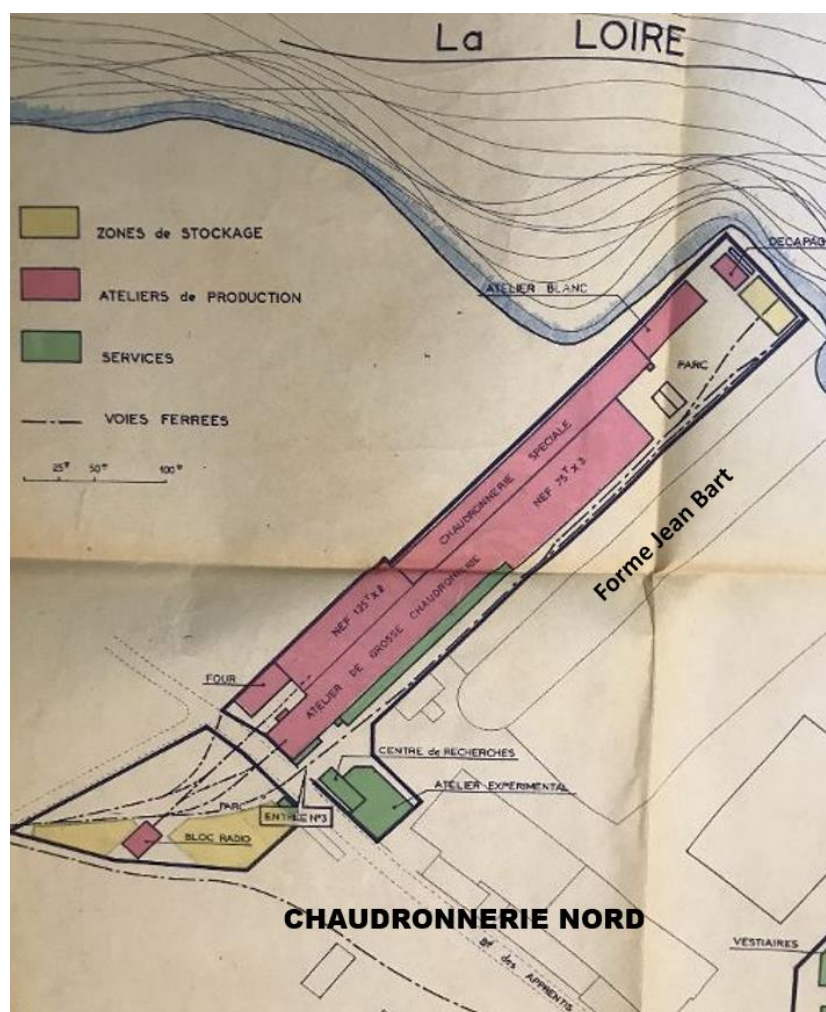
### **3-2-5 Atelier de chaudronnerie moyenne**



***Rouleau permettant l'envirolage des tôles de 80 mm d'épaisseur et 7 m de large***

*Photo : revues ou bulletins techniques Chantiers de l'Atlantique*

### 3-3 CHAUDRONNERIE NORD



*Plan de situation de la chaudronnerie Nord*

Photo : collection AICCA



*Vue aérienne « la lourde », l'atelier inox, l'atelier propre et le laboratoire  
au premier plan à gauche*

Photo : Fond Jean-Lucien Desmonts

### 3-3-1 La lourde ex Saint-Denis :

- 1 nef de 75 t                    3 ponts    2x75 t                    1 de 20 t
- 1 nef de 125 t                    2 ponts de 125/25 t                    1 de 50/10 t
- 1 nef inox avec atelier propre (nucléaire)

#### Nef 75 t

- Assemblage chaudières multitubulaires 60 t/h à 125 t/h.
- Confection de viroles diverses pour pétrochimie.
- Assemblage soudure radio d'appareils divers : ( tours de distillation, cracking autoclaves échangeurs) matériels essentiellement destinés à la pétrochimie et aux raffineries.
- Epreuves hydrauliques jusqu'à 100 bars.

#### Nef 125 t

- 1 four de traitements thermiques longueur 25 m diamètre : 5,5 m, servant aux traitements thermiques et à la confection de « multiwalls ».
- Assemblage de gros réservoirs.
- Soudure verticale type « Paton ».
- Usinage.
- Radio (extérieur dans un blockhaus).

#### Atelier inox

- Confection des éléments pour équipement de divers appareils pour chimie.

#### Atelier propre

- Confection d'éléments divers pour l'industrie nucléaire.

L'année 1965 a été marquée à Saint-Nazaire, par la mise en service de nouveaux ateliers et le démarrage avec succès de fabrications nouvelles.

En septembre a été mis en service le nouvel atelier des corps sous pression.

Cet atelier implanté dans l'ancienne Mécanique Nord prolongée d'une centaine de mètres a regroupé les différents éléments de fabrication des corps sous pression (ballons de chaudières, ballons et réacteurs pour l'industrie du pétrole ; tubes de synthèses, convertisseurs d'urée, autoclaves, etc.).

Cet atelier, très bien disposé et équipé, doit permettre la fabrication des corps sous pression aux niveaux de prix exigés par le marché.

Dans le nouvel atelier des corps sous pression, a été entreprise la fabrication des premiers appareils construits suivant le système « Struthers Wells ». Il s'agit d'appareils constitués de viroles multicouches, qui remplacent de plus en plus les appareils en tôle épaisse ou en acier forgé.

Un atelier « propre » a été mis en service en avril. Cet atelier est destiné à l'assemblage des éléments d'ensembles nucléaires, dans les conditions de propreté exigées par C.E.A. et Euratom.

### 3-3-2 Mise en service du nouvel atelier des corps sous pression

L'Atelier de Chaudronnerie Nord a été aménagé et équipé pour la fabrication des ballons de chaudières, des appareils à pression (réservoirs, colonnes, réacteurs, appareils à haute pression, etc..) et, d'une façon générale, de tous les corps chaudronnés cylindriques, en tôles moyennes et fortes (broyeurs, fours rotatifs, etc.).

Il s'agit essentiellement d'un atelier de construction qui reçoit toutes ses pièces élémentaires de la Chaudronnerie Centrale.



L'atelier comprend deux nefs principales et des annexes dont la surface totale est de 11 000 m<sup>2</sup>.

La première nef (longueur 300 m, largeur utile 21 m) est destinée à la construction des appareils d'un poids unitaire inférieur à 175 t environ.

Son équipement comprend essentiellement :

- Une gamme de rouleaux de cintrage dont le plus important permet d'envioler à froid 50 mm en 7 m de longueur.

A ce groupe de machines, se rattache une presse à cintrer de 5 000 t (capacité 180 mm d'épaisseur en 9 m de longueur) implantée à l'extérieur de l'atelier mais travaillant exclusivement pour lui.

- Des chantiers spécialisés pour l'assemblage des viroles et des fonds emboutis.
- Un banc de soudage automatique sous flux de 110 m de long, comprenant 4 potences sur rails hauteur 7 m équipées de têtes de 1 500 ampères.
- Des marbres de grande surface pour effectuer les assemblages d'accessoires, les réglages et les contrôles ;
- Un groupe de positionneurs de soudure, de différentes capacités, pour le soudage de tous les éléments qui ne peuvent être positionnés sur vireurs.
- Un vaste chantier pour le montage et la soudure des accessoires sur les corps d'appareils préalablement soudés.
- Un chantier d'épreuve hydraulique équipé d'une gamme de pompes pour des pressions jusqu'à 1 000 bars. Une installation de production d'eau chaude permet de choisir, à volonté, la température d'épreuve jusqu'à 90 °C environ.
- Un bloc léger de contrôle radiographique, accessible aux ponts roulants, pour tous les examens aux rayons X et à l'iridium.

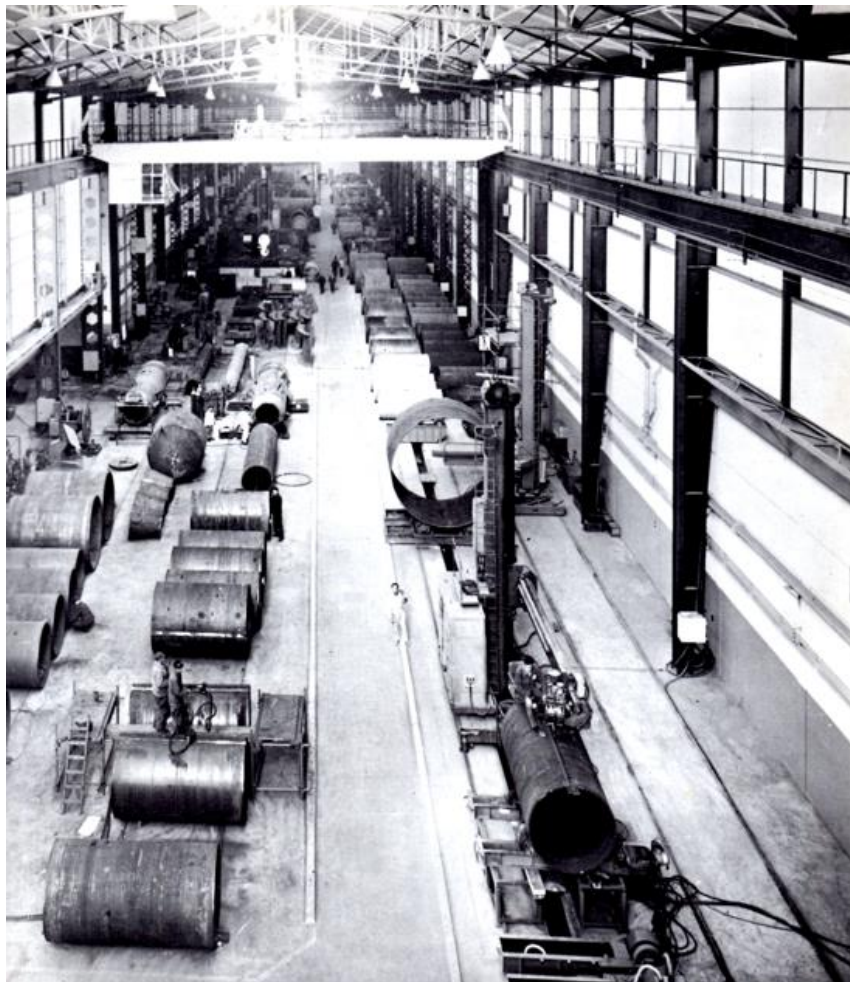
En bout de nef, la communication est réalisée avec un bloc lourd de contrôle radiographique, au moyen d'un chariot auto moteur d'une capacité de charge de 250 t. Ce bloc lourd est équipé d'une source Cobalt de 100 curies et peut recevoir, un matériel plus puissant pour effectuer les contrôles radiographiques d'épaisseurs supérieures à 250 mm.

Un appentis, contigu à cette nef n° 1, regroupe tous les services annexes : bureaux de lancement et de distribution du travail, magasin de classement des petites pièces, magasin de distribution d'outillage, etc., ainsi que les locaux pour le service Contrôle. Une petite section y est aussi aménagée pour l'assemblage et la soudure des petits accessoires délicats.



**Vue générale de la nef N° 1 (côté est)**

*Photo : revues ou bulletins techniques Chantiers de l'Atlantique*



**Vue générale de la nef N° 1 côté ouest**

*Photo : revues ou bulletins techniques Chantiers de l'Atlantique*

La deuxième nef (longueur 80 m, largeur utile 31 m, hauteur sous crochets 13,50 m), parallèle à la première, est réservée :

- 1) Aux ensembles très lourds. La nef est, en effet, équipée de deux ponts roulants de 250 t.
- 2) A la ligne de fabrication des ballons de chaudières.

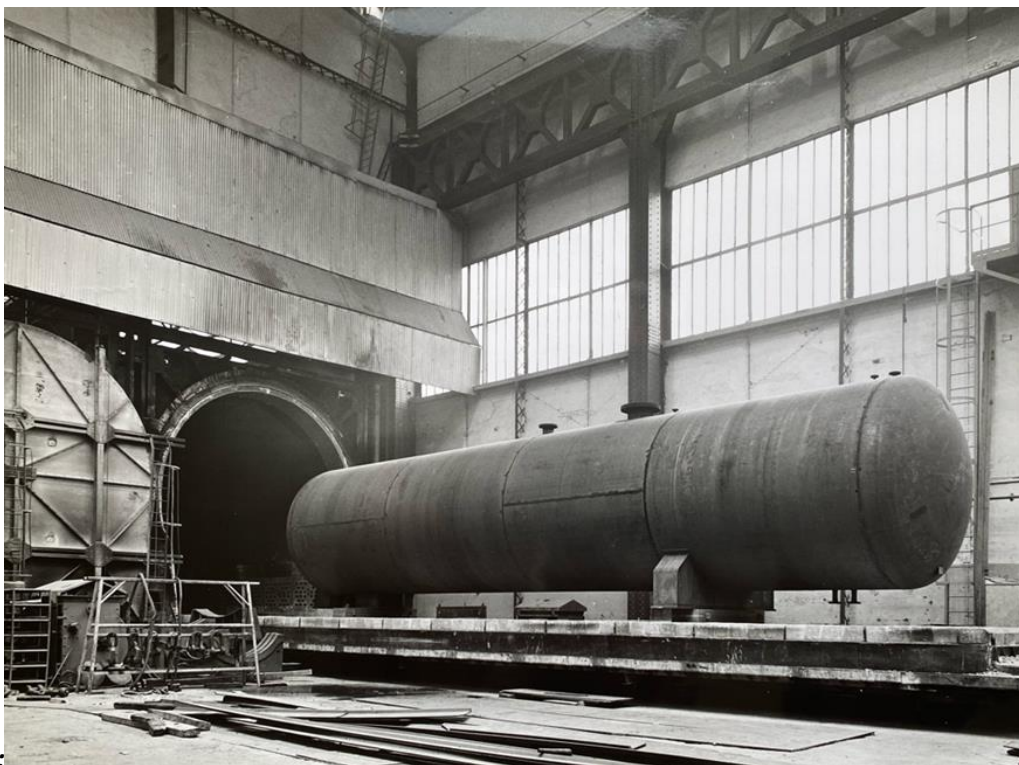
Son équipement comprend essentiellement :

- Un grand chantier de montage et d'épreuve.
- Une potence sur rails pour le soudage automatique sous flux, équipée d'une tête de 1 500 ampères.
- Une installation de soudage Electroslag, système Patton, permettant d'effectuer des soudures, en une passe, sur tôles jusqu'à 400 mm d'épaisseur.
- Une gamme de machines de mécanique permettant d'effectuer les usinages qui se rencontrent le plus couramment sur les corps chaudronnés pendant leur construction ; il s'agit notamment de :
  - 4 perceuses sur rails, capacité  $\varnothing$  70 mm, pour le perçage des ballons de chaudières.
  - 1 aléuseuse spécialisée de broche 130 mm.
  - 1 ensemble de 2 perceuses horizontales à cycle automatique, pour le perçage des plaques de condenseurs.
  - 1 tour pour l'usinage des extrémités de viroles.
  - Un four à recuire à sole mobile, acceptant des corps cylindriques  $\varnothing$  5,50 m, longueur 25 m, d'un poids de 250 t. Ce four permet d'effectuer aussi bien les traitements de normalisation que les traitements de relaxation des contraintes.



**Four pour recuit**  
**Ø 5,5 m, longueur : 25 m, poids : 250 t**

*Photo : revues ou bulletins techniques Chantiers de l'Atlantique*



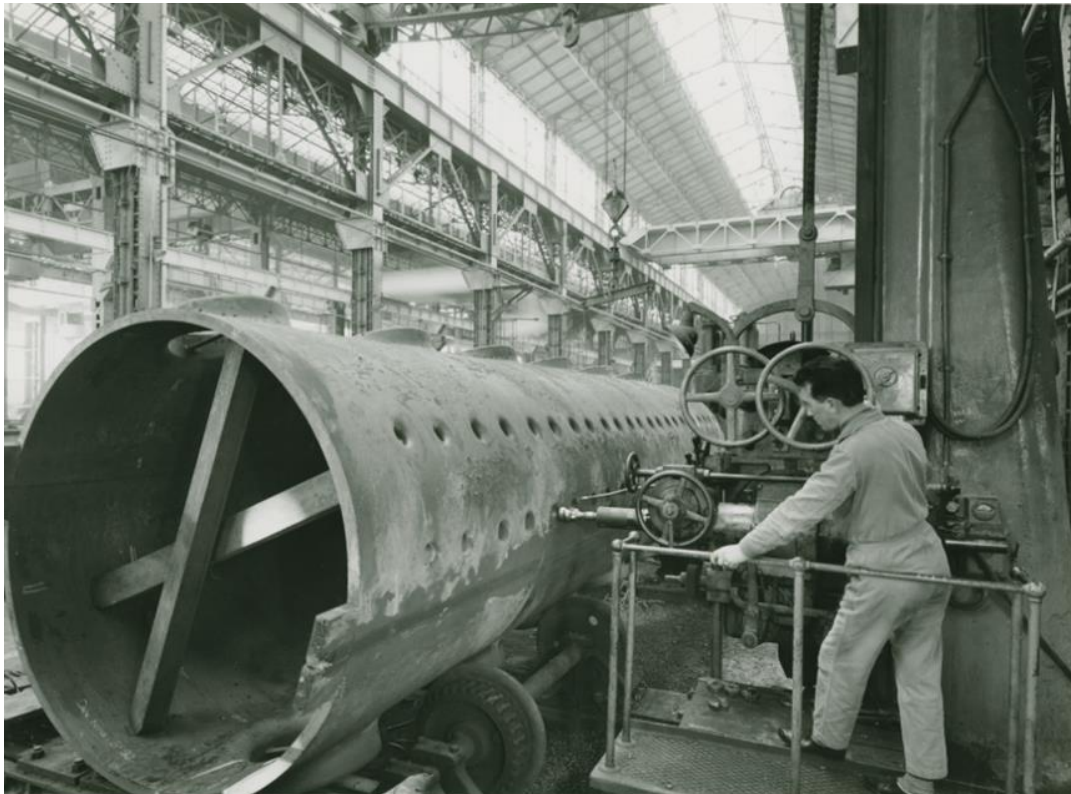
**Four pour recuit**  
*Photo : collection AICCA*





***Batterie de perceuses***

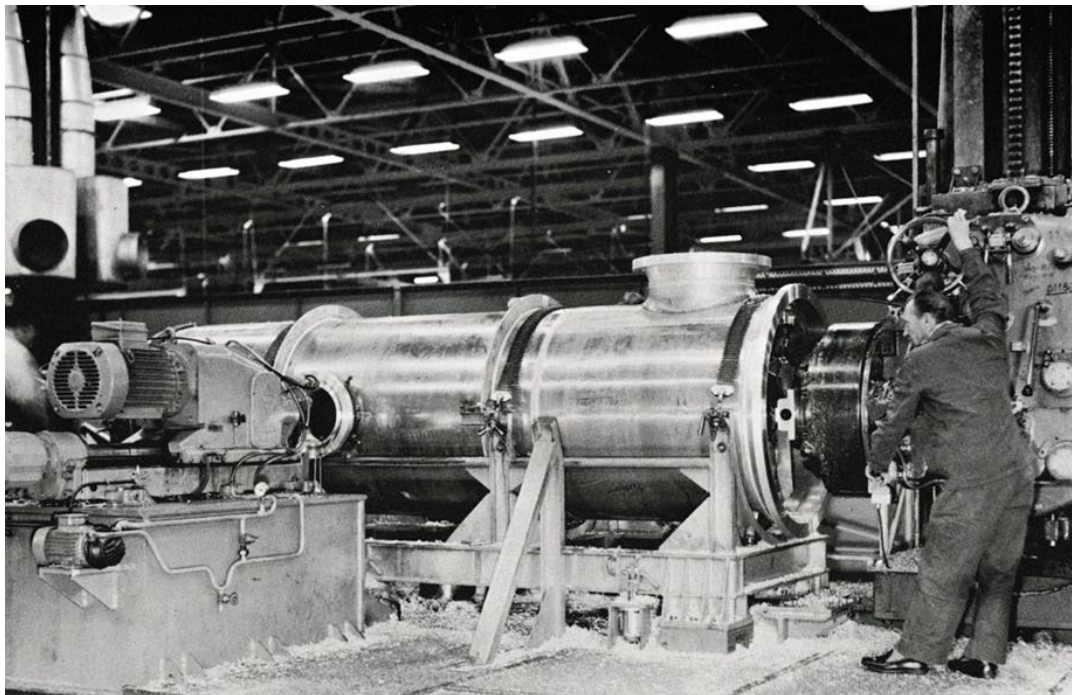
*Photo : revues ou bulletins techniques Chantiers de l'Atlantique*



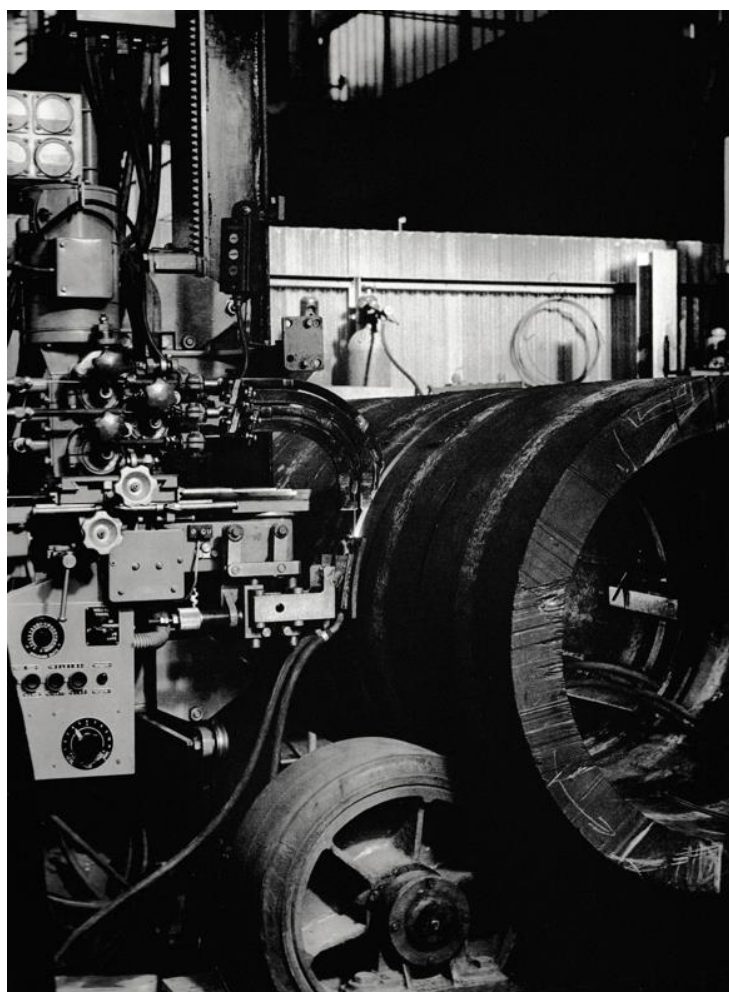
***Perçage/alésage d'un ballon de chaudière,***

Photographe : inconnu. Collection Saint-Nazaire  
Agglomération Tourisme - Écomusée.  
Fonds Chantiers de l'Atlantique.





***Poste d'usinage simultané des tubulures d'une série d'appareils en AG3***  
Photo : revues ou bulletins techniques Chantiers de l'Atlantique



***Opération de soudage circulaire machine Paton***  
Photo : revues ou bulletins techniques Chantiers de l'Atlantique

La nef n° 2 est également reliée au bloc lourd de contrôle radiographique.

Les deux nefs sont notamment accessibles aux remorques de 250 t qui permettent de transporter les appareils lourds sous les crochets des grues du Port pour le chargement sur navires.

Dans son état actuel, l'Atelier des Corps sous Pression permet donc d'aborder les fabrications les plus importantes qui se rencontrent en chaudronnerie et, ce, aussi bien en ce qui concerne les dimensions des appareils, que leurs poids et leurs épaisseurs.

### **3-3-3 Fabrication des corps haute pression système « Struthers Wells »**

Le développement de la pétrochimie, de la carbochimie et de l'industrie des engrais se traduit par une évolution vers des unités de production de très grandes capacités obtenues, non par juxtaposition en parallèle d'unités moyennes, mais par l'utilisation d'appareils de capacité unitaire croissante.

On note également une évolution vers les pressions et les températures élevées.

Les constructeurs d'appareils à pression ont donc dû développer et mettre au point des techniques de fabrications nouvelles, conciliant une réduction des prix de revient et des délais de fabrication avec une amélioration de la qualité et de la sécurité d'emploi. Le procédé « Multiwall », dont les Chantiers de l'Atlantique ont obtenu la licence exclusive de la « Struthers Wells Corporation » de New-York, répond à ces nécessités.

### **3-3-4 LE PROCEDE MULTIWALL**

Les appareils « Multiwall » sont construits de la façon suivante :

Des viroles élémentaires, de 3 m de longueur environ et d'épaisseurs généralement comprises entre 20 et 40 mm, sont d'abord préparées, soudées, sablées, calibrées et radiographiées ; leurs soudures sont entièrement arasées ; elles sont ensuite enfilées successivement les unes dans les autres, en décalant la position des joints longitudinaux pour obtenir une virole de l'épaisseur désirée. Les cotes doivent être réalisées de façon très précise. Cette opération d'enfilage se fait à chaud, après que les viroles élémentaires aient été portées à leur température normale de détensionnement.

Un parfait contact entre les couches est assuré à la fois par un serrage d'emmanchement, donné de construction avec une grande précision, et par le soin apporté au calibrage des viroles élémentaires ainsi qu'à l'arasage de leurs soudures.

Après achèvement des enfilages, les viroles « Multiwall » sont usinées à leurs extrémités et assemblées par des soudures circulaires intéressant toute l'épaisseur. Ces soudures sont effectuées de la même façon que s'il s'agissait de viroles massives ; elles sont contrôlées par radiographie.

Les extrémités des capacités cylindriques constituées à partir de viroles « Multiwall » soudées bout à bout, sont fermées par des fonds de nature diverse qui peuvent être, notamment, suivant la destination de l'appareil :

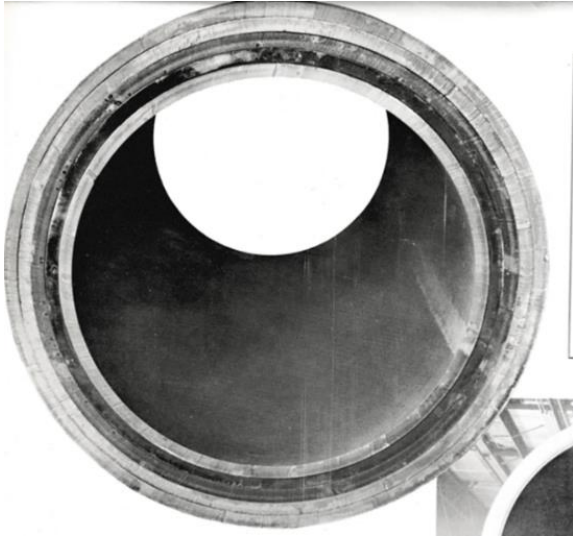
- Des fonds à bride forgée avec couvercle boulonné.
- Des fonds emboutis, généralement hémisphériques.

Les soudures longitudinales de toutes les viroles élémentaires ayant été détensionnées avant enfilage, il n'est pas nécessaire, dans le cas général, d'effectuer un recuit complet des appareils ; ce traitement, en effet, n'intéresserait que les soudures circulaires beaucoup moins sollicitées.

L'opportunité d'un traitement final de détensionnement doit être appréciée en fonction des conditions de service, de la nature des métaux employés ainsi que des épaisseurs.

Il est certain que ce traitement fait perdre le bénéfice de l'effet de frettage des couches internes ; toutefois, celui-ci ayant été négligé dans les calculs, n'intervient que comme un coefficient de sécurité supplémentaire que l'on peut abandonner si l'on estime que le détensionnement accroît, la sécurité par ailleurs. Par exemple, le traitement de détensionnement apparaît souhaitable lorsque les parois sont particulièrement épaisses et que l'appareil doit être exposé à subir des températures assez basses.

Les appareils « Multiwall » terminés subissent toujours, bien évidemment, une épreuve hydraulique à la pression prescrite par le code de construction ; cette pression d'épreuve n'est jamais inférieure à : 1,3 P.



**Tube constitué de 5 viroles**



**Viroles Multiwall, chanfreinées avant assemblage et soudure**

*Photo revues ou bulletins techniques Chantiers de l'Atlantique*

## **INTERET DU PROCEDE**

Le procédé « Multiwall » met en œuvre, pour la constitution de grandes capacités sous pression, des tôles d'épaisseurs modérées, ce qui présente de multiples avantages :

1. — L'approvisionnement de ces tôles est aisé et beaucoup plus économique que celui de tôles très épaisses ou de lourdes pièces forgées, dont l'emploi est ainsi limité au minimum.
2. — Les contrôles de qualité, tant sur les tôles que sur les soudures longitudinales les plus fortement sollicitées, sont d'autant plus nets et précis que les viroles élémentaires sont plus minces. On sait, en effet, que la netteté des clichés radiographiques devient douteuse lorsque l'épaisseur contrôlée dépasse 70 mm et que les examens par ultrasons de tôles et de soudures en fortes épaisseurs donnent lieu à des difficultés d'interprétation.
3. — Par ses exigences mêmes de mise en œuvre, le procédé « Multiwall » conduit à une précision géométrique des viroles largement supérieure aux tolérances imposées par les codes pour des capacités monobloc de même épaisseur.

De plus, on constate que le frettage a pour effet d'arrondir parfaitement les viroles multicouches.

4. — Il est possible d'utiliser des aciers à caractéristiques mécaniques très supérieures, en tous points, à celles que l'on pourrait obtenir sur des tôles très épaisses, ce qui constitue un double facteur d'économie puisque le prix de revient des tôles et de leur mise en œuvre augmente fortement, à caractéristiques données, lorsque l'épaisseur devient importante.

5. — Lorsque l'appareil doit répondre à une spécification particulière de résistance à la corrosion, par exemple par l'urée, ou par l'hydrogène à pression et température élevées, il suffit de prévoir une seule couche intérieure capable de résister à la corrosion, sans avoir à employer, dans toute la masse, un matériau noble, coûteux et dont les caractéristiques mécaniques peuvent, par ailleurs, être médiocres.



Lorsqu'un revêtement intérieur en acier austénitique est nécessaire, ce revêtement peut être avantageusement prévu sous forme d'une virole de faible épaisseur dont la mise en place avec léger chauffage des viroles résistantes, est rendue aisée par la bonne qualité géométrique de ces dernières.

Lorsqu'il y a diffusion d'hydrogène, ce gaz peut être entièrement collecté derrière la couche de protection intérieure, par des dispositions constructives particulières, ainsi se trouvent totalement protégées les couches de résistance.

Les parties non cylindriques de l'appareil : brides, couvercles, fonds, doivent être alors protégées de la corrosion par un rechargement effectué de façon classique.

6.- Pour des appareils fonctionnant à températures élevées, l'utilisation du procédé « Multiwall » n'est pas limitée par d'autres considérations que celle de résistance mécanique des matériaux constitutifs.

On sait que la vitesse de variation de la température intérieure à laquelle ces appareils peuvent être soumis, est limitée par la naissance de tensions thermiques dues aux différences de température entre l'intérieur et l'extérieur en régime transitoire. Ces tensions, à variation de température intérieure croissent avec l'épaisseur de la paroi et sa résistivité thermique. Or, le calcul montre que l'augmentation de la résistivité thermique inhérente au fait que la paroi est composée de plusieurs couches est très largement compensée par la diminution de l'épaisseur totale de la paroi autorisée par l'emploi de matériaux à hautes caractéristiques. Tel ne serait pas nécessairement le cas pour une construction en couches très minces, pour laquelle l'effet de l'accumulation de résistances thermiques entre les couches nombreuses l'emporterait sur le bénéfice de diminution d'épaisseur.

Pour un appareil « Multiwall » la limitation de la différence admissible de température entre l'intérieur et l'extérieur du corps, a une valeur de 50° généralement acceptée en cette matière, n'impose pas par conséquent aux utilisateurs aucune lenteur dans les cycles de démarrage, d'arrêt, de régénération du catalyseur, etc.



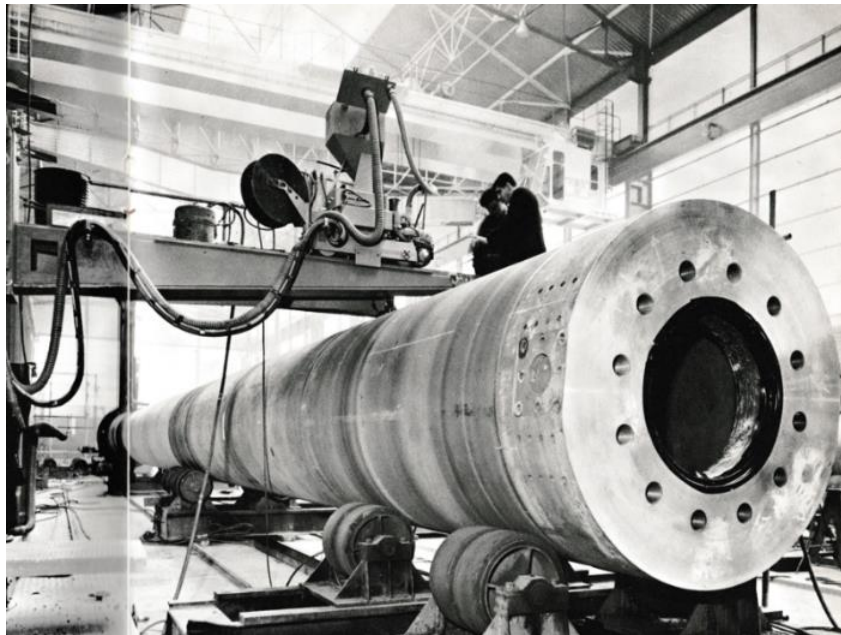
***Vue générale d'une nef***

*Photo : collection AICCA*

## DIMENSIONNEMENT DES APPAREILS

L'épaisseur des viroles « Multiwall » est déterminée de façon classique en utilisant les règles de dimensionnement imposées par la législation en vigueur dans le pays destinataire de l'appareil. Nous avons déjà indiqué que les tensions de frettage, qui mettent la fibre intérieure des viroles en compression, et réduisent de ce fait le degré de charge de la paroi lorsque l'appareil est sous pression, sont négligées dans le calcul. Cet effet intervient en conséquence, pour donner un coefficient de sécurité supplémentaire.

Dans le calcul, le coefficient de joint des soudures longitudinales est considéré comme égal à 1 toutes les fois que les prescriptions réglementaires ne s'y opposent pas. Cette hypothèse est largement justifiée en l'occurrence par l'excellente qualité de l'exécution et du contrôle de ces soudures (arasement total sur les 2 faces, détensionnement, radiographie).

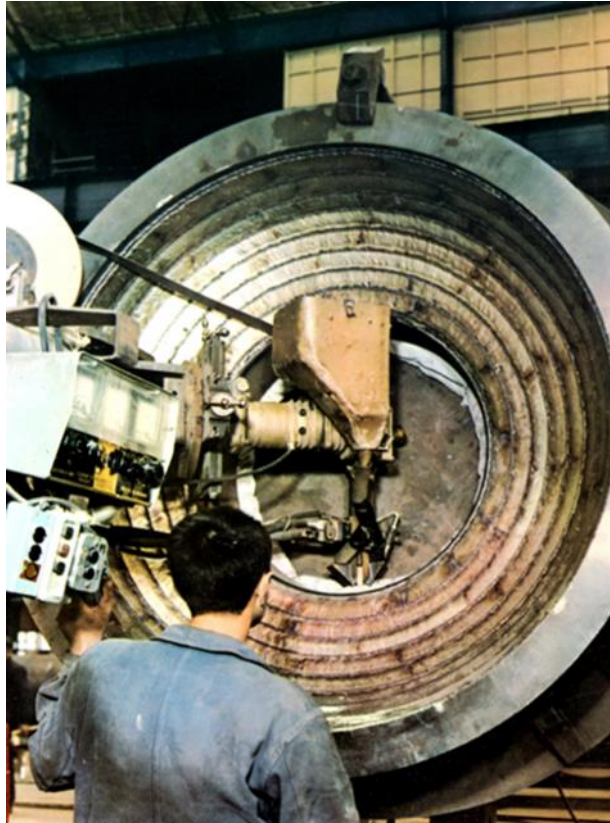


***Réacteur de synthèse d'urée en cours de soudage***  
***Ø intérieur 1,40 m, épaisseur 100 mm, longueur 28 m, poids 122 t***  
*Photo : revues ou bulletins techniques Chantiers de l'Atlantique*



***Opération de soudage***  
*Photo : revues ou bulletins techniques Chantiers de l'Atlantique*





***Rechargement d'acier inoxydable d'un fond d'appareil à haute pression***

*Photo : revues ou bulletins techniques Chantiers de l'Atlantique*

Le procédé employé est un soudage automatique sous flux, utilisant, comme métal d'apport, un feillard d'acier inoxydable de 70 mm de largeur.

Les cordons obtenus ont environ 60 mm de large. Ils sont extrêmement plats, réguliers et bien raccordés entre eux. La dilution est particulièrement faible.



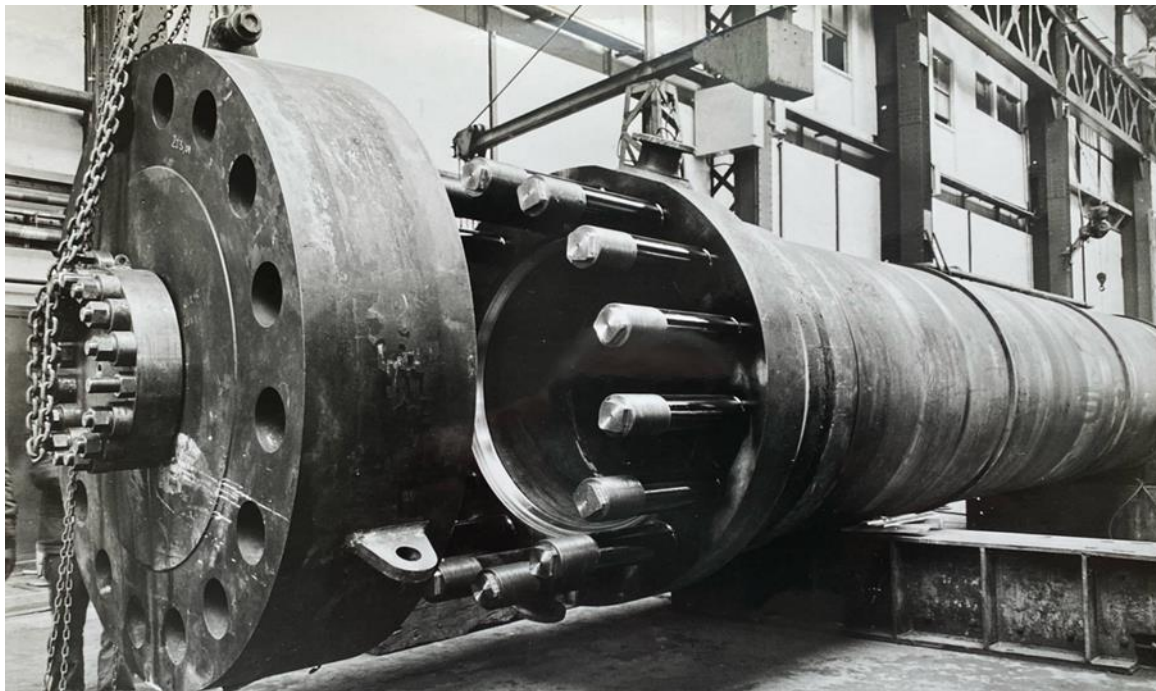
***Dépôt à l'arc électrique d'un cordon de soudure d'acier inoxydable sur une première couche de rechargement déposée par soudage automatique sous flux***

*Photo : revues ou bulletins techniques Chantiers de l'Atlantique*





***Soudure d'une bride sur un tube « Multiwall »***  
*Photo : revues ou bulletins techniques Chantiers de l'Atlantique*



***Tubes de synthèse d'ammoniac en cours de montage***  
*Photo : collection AICCA*



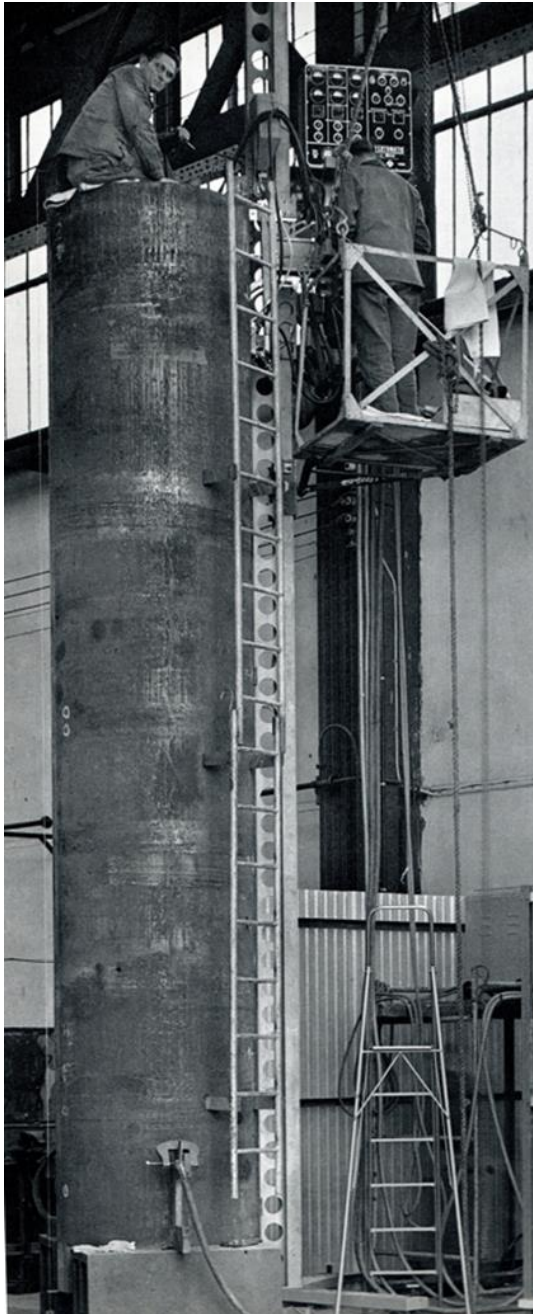


**Tubes de synthèse d'ammoniac**  
 **Diamètre 1,40 m, épaisseur 114 mm, longueur 12 m, poids 77 t**  
 *Photo : revues ou bulletins techniques Chantiers de l'Atlantique*



**Vue d'ensemble d'une pièce chaudronnée en cours de réalisation**  
 *Photo : collection AICCA*





***Machine Arcos***  
***Soudure d'un joint longitudinal d'un***  
***tube d'étambot ép 98 mm long. 6 m***  
***de pétrolier de 70 000 t***  
*Photo : revues ou bulletins techniques*  
*Chantiers de l'Atlantique*



***Soudure en une passe avec le procédé***  
***Electroslag des viroles d'un ballon de***  
***120mm d'épaisseur***  
*Photo : revues ou bulletins techniques*  
*Chantiers de l'Atlantique*





*Transport d'un appareil chaudronné, sortie d'atelier*

*Photo : Fond Yves Lefaux*



*Embarquement d'un élément chaudronné sur un navire*

*quai de Méan*

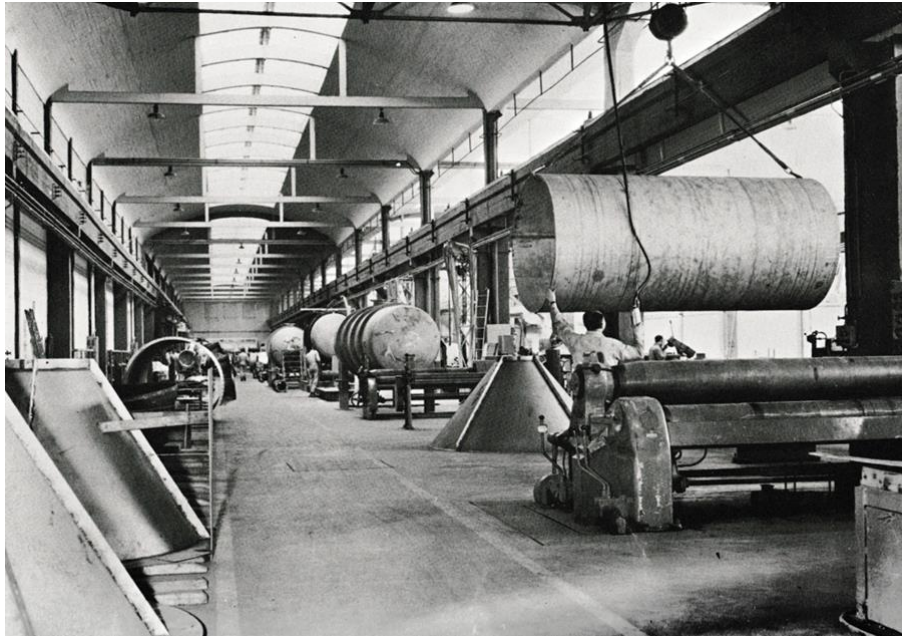
*Photo : Fond Yves Lefaux*

### **3-4 ATELIER DE CHAUDRONNERIE INOXYDABLE**

Les fabrications chaudronnées mettant en œuvre des aciers inoxydables sont assurées dans un atelier ou sont également mis en œuvre des métaux spéciaux (monel, inconel, zirconium, titane ; etc.)

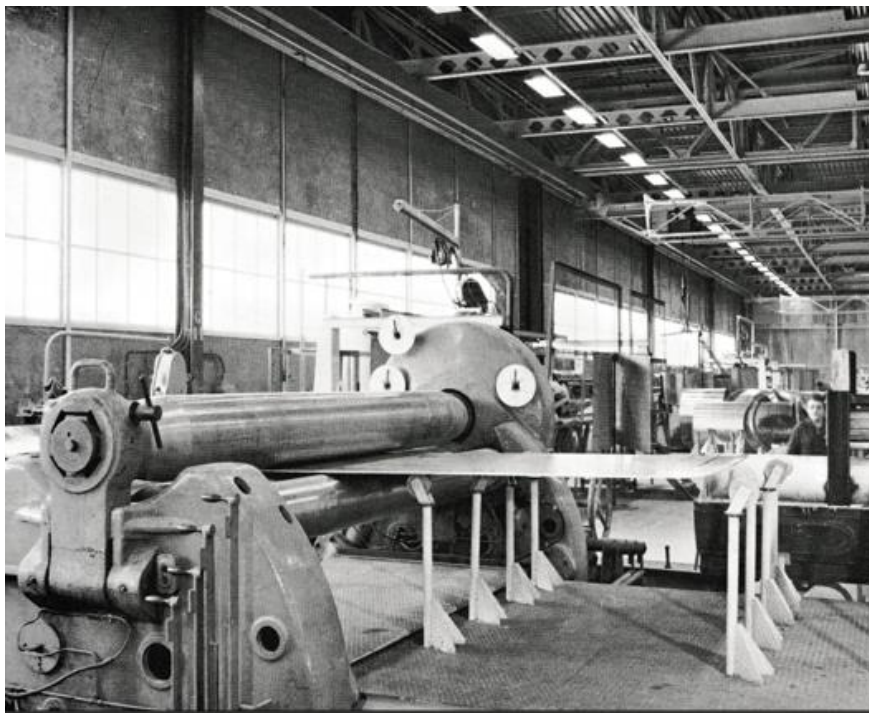
Cet atelier est prolongé par un « atelier propre » plus particulièrement destiné au montage des ensembles nucléaires.

Il comporte d'autre part une installation complète de traitement de surfaces.



*Vue générale d'une nef de l'atelier de chaudronnerie inoxydable*

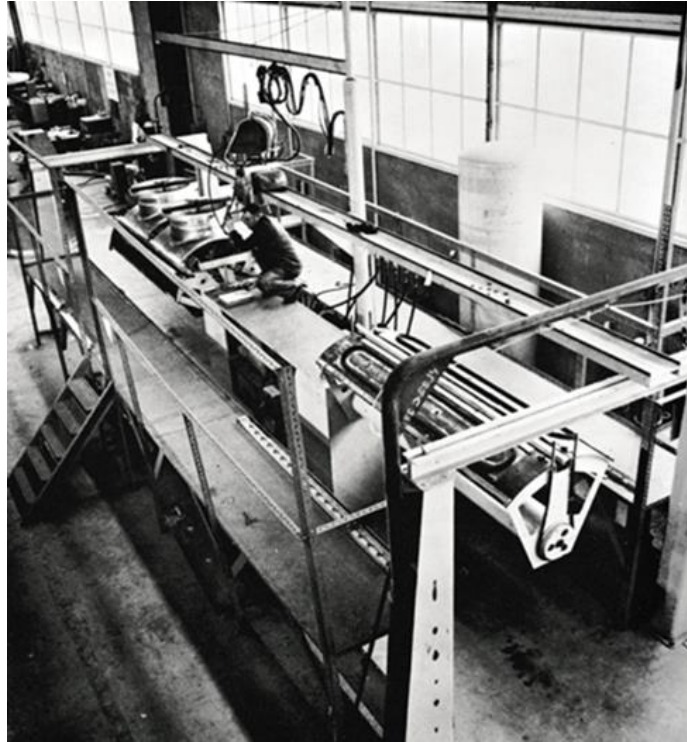
*Photo : revues ou bulletins techniques Chantiers de l'Atlantique*



*Rouleaux*

*Photo : revues ou bulletins techniques Chantiers de l'Atlantique*





***Poste de soudure automatique pour la construction  
d'une série d'appareils en AG3***

*Photo : revues ou bulletins techniques Chantiers de l'Atlantique*



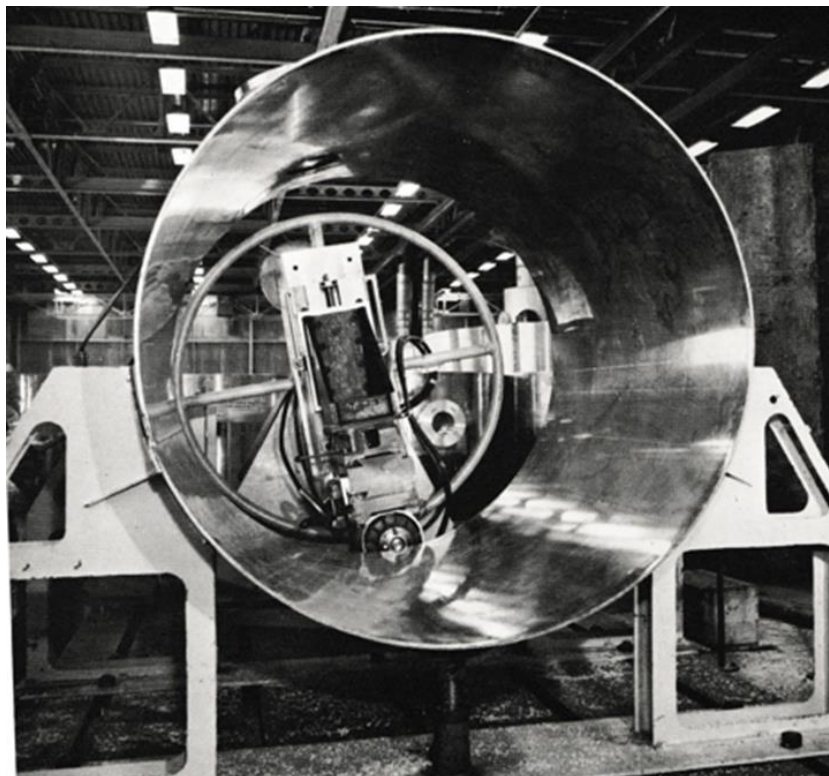
***Poste de soudure longitudinal  
impliquant une qualité « nucléaire » et des épreuves d'étanchéité sous vide très poussées***

*Photo : revues ou bulletins techniques Chantiers de l'Atlantique*

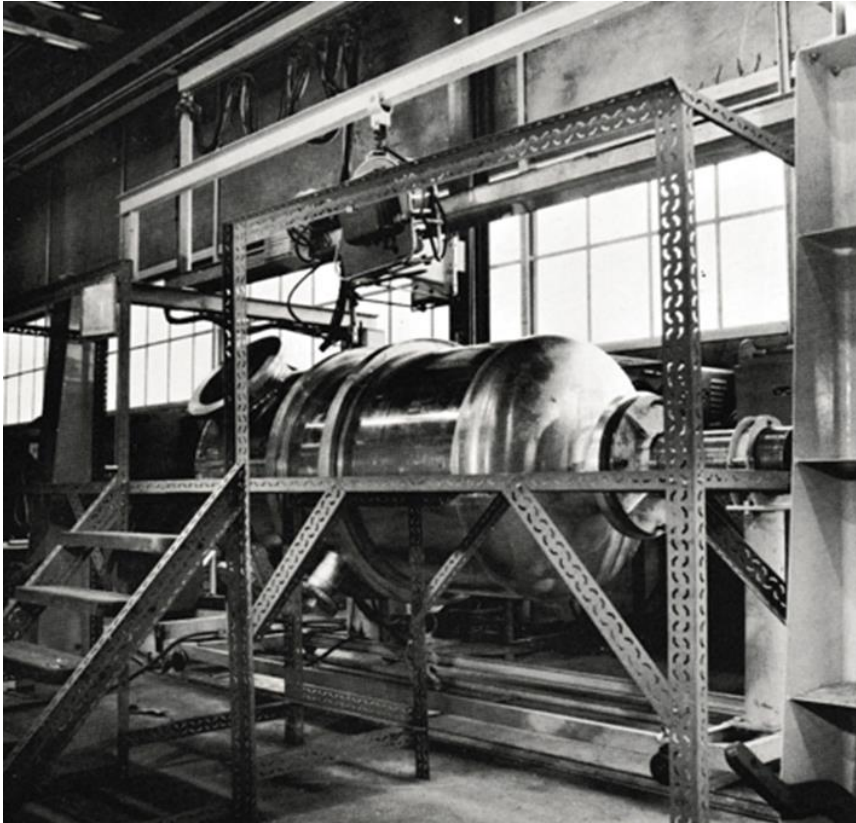




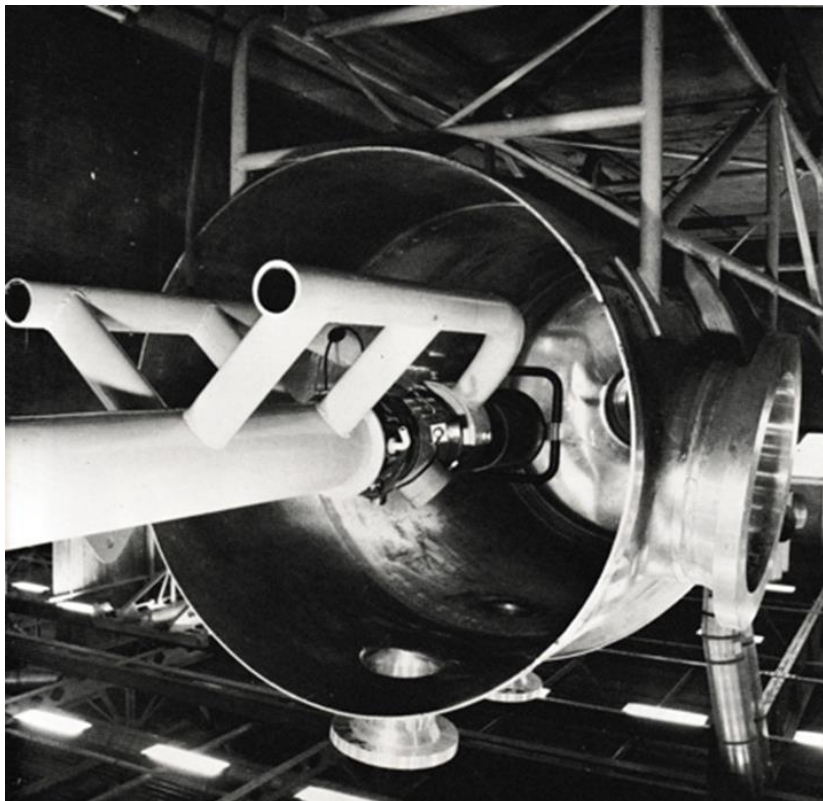
***Faisceaux en acier austénitiques  
cintrés et soudés dans l'atelier chaudronnerie inoxydable  
Photo : revues ou bulletins techniques Chantiers de l'Atlantique***



***Préparation des joints circulaires d'une virole avant montage  
Photo : revues ou bulletins techniques Chantiers de l'Atlantique***



**Poste de soudure circulaire des demi-appareils**  
*Photo : revues ou bulletins techniques Chantiers de l'Atlantique*



**Radiographie d'une soudure circulaire**  
*Photo : revues ou bulletins techniques Chantiers de l'Atlantique*

### 3-5 L'ATELIER PROPRE

Les spécifications des matériels nucléaires comportent fréquemment des prescriptions relatives à la propreté.

Ces prescriptions ont essentiellement pour justification :

- Les risques d'empoisonnement du réacteur par des matières étrangères et nuisibles au fonctionnement neutronique proprement dit.
- Le danger que des matières étrangères en suspension dans les fluides primaires en circulation puissent s'activer et se déposer dans des zones extérieures au réacteur (tuyauteries, échangeurs, pompes ou soufflantes, etc.), rendant ainsi dangereux l'accès de ces matériels par exemple en cas de réparation ;
- Les phénomènes de corrosion, ceux-ci pouvant être accélérés par des corps étrangers (par exemple poussières d'acier ordinaire sur acier inoxydable).

Du fait que les spécifications sont essentiellement qualitatives, l'expression « propreté nucléaire », couramment employée, manque de rigueur dans sa définition.

On peut dire cependant qu'une surface est considérée comme en état de propreté nucléaire lorsqu'il n'apparaît aucune trace sur un chiffon blanc passé à la main sur cette surface. En complément la surface doit être exempte de pellicules de graisse, telles que celles qui peuvent être faites en touchant les pièces avec les mains nues.

L'atelier propre est destiné à assurer aux matériels en achèvement le maintien d'un état des surfaces obtenu par les opérations dites de traitement de surface et qui comportent en général des opérations de nettoyage (dégraissage notamment), décapage et passivation. Les principales conditions de ce maintien sont les suivantes :

- Local en surpression ventilé avec filtration de l'air pour éviter l'entrée des poussières.
- Conditionnement de l'air au sens le plus général, un simple chauffage pouvant suffire si les conditions climatiques et la durée de conservation des surfaces passivées le permettent.
- Exigences relatives à la propreté des matériels et des personnes pénétrant dans le local (dépoussiérage et nettoyage des matériels, vêtements spéciaux, etc.).
- Elimination aussi fréquente que possible des poussières introduites malgré les précautions ci-dessus ou produites par le travail dans le local (aspirateur), ainsi que de toutes les souillures (taches d'huile, eau, etc..) ; exécution du travail sans toucher les pièces directement avec les mains nues.

L'atelier propre de Saint-Nazaire comprend les éléments suivants :

1. Une nef basse de 25 m de long, 13 m de large, hauteur sous croc 7 m.
2. Une nef haute de 17 m de long, 13 m de large, hauteur sous croc 21 m. permettant d'enfiler en position verticale les faisceaux d'échangeurs dans leurs enveloppes.
3. Des locaux annexes : une chaufferie, une chambre d'aspiration d'air recyclé, une chambre d'aspiration d'air frais de complément, un bloc sanitaire, un magasin pour petit outillage, deux vestiaires et un sas.

Les murs sont constitués par une ossature en charpente métallique extérieure avec remplissage intérieur par agglomérés de 15 cm, lissés deux faces. Le sol est constitué par une dalle en béton. Les murs et les plafonds intérieurs sont peints à trois couches ; les murs sont peints extérieurement à trois couches de Paracim avec marouflage des joints avec galon de soie de verre, afin d'assurer une étanchéité totale. La dalle de béton est peinte à quatre couches de Rilsol 50 blindé.

Une installation de ventilation comprenant un groupe aérotherme de 500 000 cal / h permet de refouler de l'air frais ou chaud dans les nefs et les locaux annexes à travers une gaine et de l'air frais par une autre gaine dans le caisson réalisé par des tôles perforées constituant un faux plafond dans le haut de la nef haute, permettant ainsi d'équilibrer et d'homogénéiser la température dans cette nef.



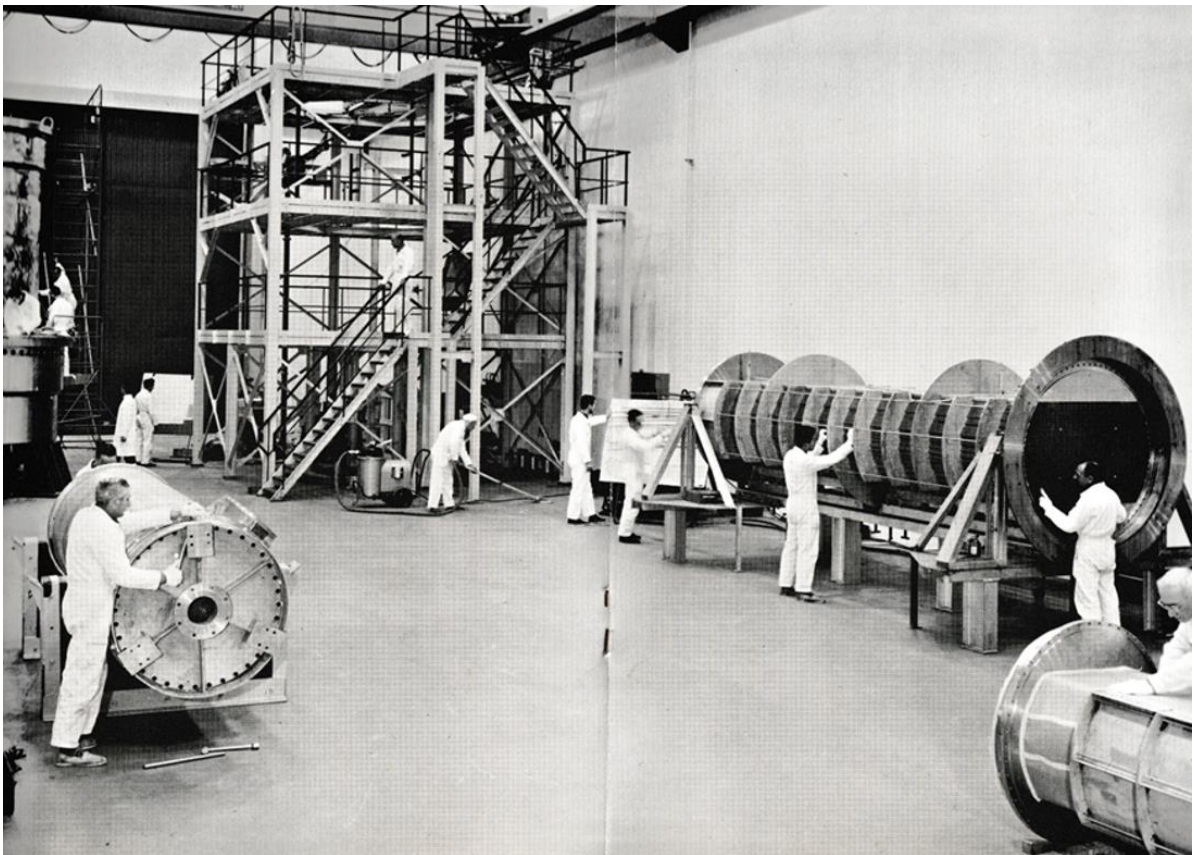
La surpression de l'atmosphère dans les locaux est de 2 à 3 mm d'eau. Tous les locaux sont munis de bouches de décompression. L'air de recyclage et l'air frais sont aspirés par un ventilateur à travers des filtres en tissu qui sont capables de retenir 99 % des poussières supérieures à 5 microns. La capacité du ventilateur assure un renouvellement complet de l'air de 7 fois par heure.

La nef haute est équipée avec un pont roulant de 50 t. Un pont roulant de 10 t, avec 7 m sous crochets, dessert les deux nefs.

L'éclairage, produit par des ballons fluorescents, est de 300 lux au sol.

L'accès à l'atelier se fait, pour le matériel, par deux portes étanches, l'une donnant à l'extérieur, l'autre dans l'atelier Inox.

Le personnel pénètre dans les vestiaires par un couloir formant sas et, de là, dans l'atelier. Une organisation de gardiennage, avec verrouillage électrique des portes, permet de contrôler l'accès de l'atelier et d'assurer le respect des consignes de propreté.



***Vue d'ensemble de l'atelier propre***  
***Premier plan : échangeurs de chaleur en assemblage***  
*Photo : revues ou bulletins techniques Chantiers de l'Atlantique*



**Montage d'un élément du réacteur « ESSOR »**  
*Photo : revues ou bulletins techniques Chantiers de l'Atlantique*



### 3-6 LE LABORATOIRE



***Vue des anciens ateliers de chaudronnerie Nord et du laboratoire au premier plan à gauche***

*Photo : revues ou bulletins techniques Chantiers de l'Atlantique*

L'importance des problèmes métallurgiques posés aux Chantiers de l'Atlantique tant par la Construction Navale que les activités mécaniques et chaudronnées terrestres (100000 tonnes de produits métallurgiques mis en œuvre par an, un millier de soudeurs toutes spécialités) comme le développement des techniques nouvelles de soudage et l'utilisation des métaux rares, a entraîné la création à Saint-Nazaire d'un Laboratoire de Métallurgie Soudure moderne comprenant un important Atelier expérimental.

Le Laboratoire a une double tâche :

- D'une part effectuer les études physiques et recherches technologiques de matériaux et de procédés nouveaux et contrôler la mise au point des fabrications industrielles correspondantes.
- D'autre part d'assurer le contrôle de la qualité des fabrications Ateliers et l'analyse des incidents.

*Il intervient également pour :*

- Les recettes de produits chez les fournisseurs avec les sociétés de classification et les armateurs.
- Homologation des procédures de soudage (classification et clients).
- Des prestations de services et des travaux d'expertise à la demande d'Organismes Officiels ou de Sociétés Extérieures : le laboratoire intervient pour des dossiers de litige ou de recherche de causes d'incidents ou d'accidents.

**Le laboratoire est doté des principaux moyens suivants :**

#### **Essais mécaniques.**

Le Laboratoire dispose de moyens classiques auxquels s'ajoutent :

- Une machine d'essai de traction et de pliage de 7 tonnes, à commande électronique et dispositif de programmation.
- Une installation pour essais spéciaux de résilience SCHNADT.



### **Pyrométrie et traitements thermiques.**

Pour reproduire sur échantillons les traitements thermiques intervenus au cours des fabrications, le Laboratoire dispose d'un équipement de traitement très complet.

### **Macrographie et micrographie.**

Ces deux techniques ont un but commun, matérialiser la structure d'un métal. Elles font appel aux mêmes préparations (polissage de la surface et éventuellement attaque par des réactifs sélectifs accentuant la différence d'aspect des constituants). Seule l'échelle diffère.

- La macrographie, utilisant des grossissements faibles, conserve aux images un aspect analogue à celui de la vision humaine directe.
- La micrographie, travaillant à des grossissements élevés (jusqu'à 2500) met en évidence des hétérogénéités que l'œil ne peut soupçonner.

Le Laboratoire dispose d'un équipement très moderne lui permettant d'observer les images à haute température (microscope à chaud, bancs métallographiques Reichter) et d'une installation complète de mesure de dureté (de 2 g à 100 kg).

### **Essais à chaud de longue durée.**

L'augmentation considérable des températures d'utilisation des métaux (notamment dans le domaine des turbines et des chaudières), conduit à des zones où le phénomène du « fluage » des aciers n'est plus négligeable.

Il est donc nécessaire de pouvoir :

- Contrôler les caractéristiques à chaud des matériaux à la réception.
- Vérifier la conservation de ces caractéristiques après mise en œuvre : déformation plastique, traitements thermiques, soudage, etc.

Le Laboratoire dispose de machines de fluage pour essais statiques et d'un appareil à mesurer la relaxation des contraintes à chaud.

### **Dilatométrie.**

Au cours du refroidissement depuis une température élevée, l'acier se contracte, cette contraction est loin d'être régulière. La dilatométrie permet d'obtenir facilement et rapidement des renseignements sur les structures produites au cours du refroidissement (structures en relation directe avec les propriétés pratiques du matériau). On peut donc suivre l'évolution structurale d'un acier en fonction de la loi de refroidissement.

Le Laboratoire dispose de dilatomètres à enregistrement électronique couvrant une gamme de vitesse étendue.

### **Extensométrie.**

Le Laboratoire utilise de façon courante la photo-élasticité, les vernis craquelants, les jauges de contrainte, les réseaux.

- La photo-élasticité met à profit la biréfringence créée par la mise en tension ou en *compression* de certaines matières transparentes isotropes à l'état neutre : l'observation en lumière polarisée soit par transparence (maquette en plexiglas par exemple), soit par réflexion (pellicule transparente déposée sur une pièce métallique) met en évidence des franges colorées qui matérialisent les zones d'égal cisaillement maximum donc d'égal contrainte dans la matière.
- Les vernis craquelants : si l'on dépose à la surface des pièces à étudier des vernis craquelants, les craquelures matérialisent les directions principales des efforts.

- Les jauges de contrainte : on peut mesurer directement les déformations, soit par amplification mécanique, soit plus fréquemment par jauges de contrainte à fil résistant collées sur la pièce, dont on mesure la variation de résistance, proportionnelle à la variation de la contrainte (ou par des jauges à piezo résistance). Ces essais peuvent être soit statiques (mesure directe au milliampèremètre), soit dynamiques (envoi de courant dans un oscillographe).
- Réseaux : on reporte sur la surface de la pièce à étudier un réseau quadrillé et l'on étudie les interférences d'une photo de ce réseau, après déformation, avec un réseau linéaire témoin (méthode Dantu).

### **Chimie et corrosion.**

En outre des analyses chimiques classiques, le Laboratoire est équipé pour effectuer des études de corrosion et notamment de corrosion sous tension des aciers inoxydables.

### **Contrôle de compacité.**

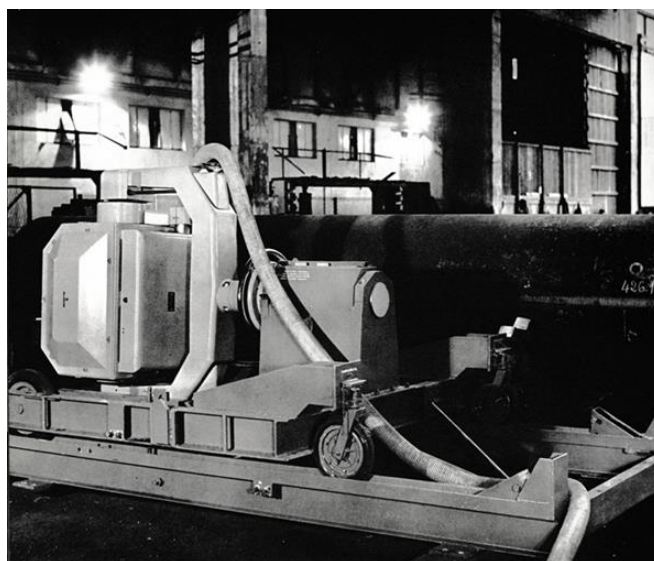
Le Laboratoire dispose de moyens très complets :

- Contrôle radio (notamment sources de cobalt de 20 et 100 curies).
- Contrôle par ultra-sons (nombreux appareils dont un appareil spécial reproducteur d'images-coupes). Ce contrôle est appliqué aussi bien aux contrôles de compacité des matériaux (tôles, pièces moulées) qu'à ceux des soudures.
- Contrôle magnétoscopiques (nombreux appareils allant 1500 et 2500 Ampères).
- Contrôle de haute étanchéité (appareils à ammoniac, détecteurs à hélium, détecteurs à Fréon).
- Ressuage : Le ressuage est une technique de Contrôle non Destructif (CND) qui consiste à enduire une surface d'un liquide coloré ou d'une substance fluorescente pour mettre en évidence d'éventuelles fissures ou discontinuités. Le ressuage s'appuie donc sur le phénomène de capillarité pour repérer les défauts débouchants et contrôler l'intégrité des matériaux.

### **L'atelier expérimental couvre une surface de 2000 m<sup>2</sup>. Y sont effectués :**

- La mise au point des outillages de soudure et de traitements thermiques.
- Les essais représentatifs de soudure à l'échelle industrielle.
- Les essais et mise au point de traitements de surface.

Orienté principalement vers la métallurgie et la soudure, l'Atelier expérimental est également utilisé pour les bois et les plastiques.



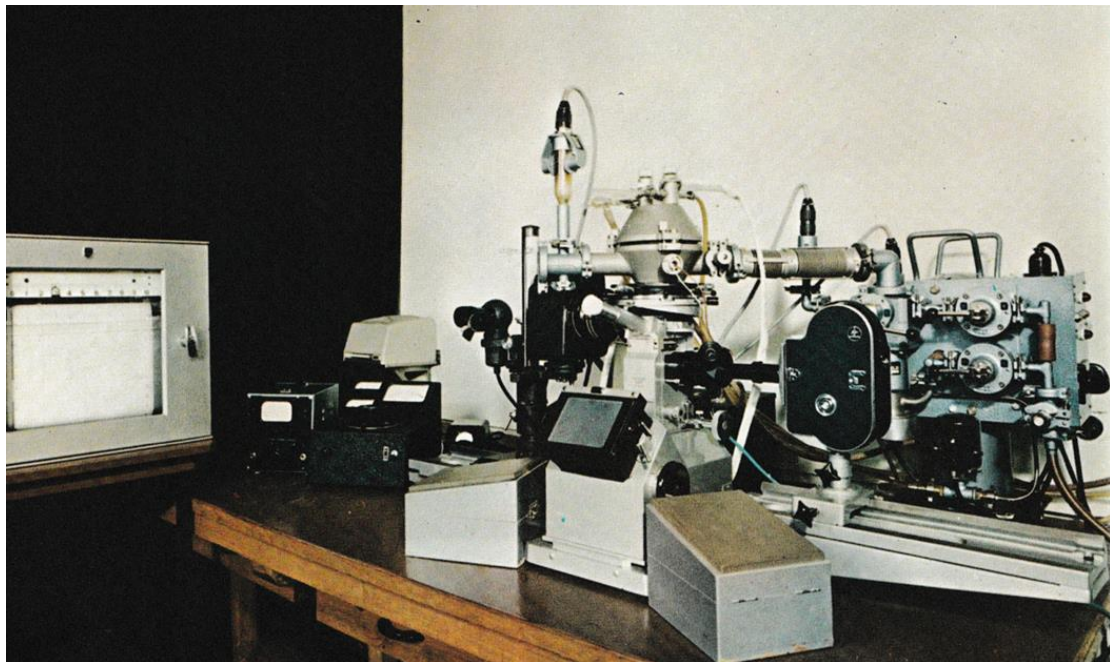
**Bétatron du laboratoire**

*Photo : revues ou bulletins techniques Chantiers de l'Atlantique*



**Machine de traction Instron**

*Photo : revues ou bulletins techniques Chantiers de l'Atlantique*



**Microscope à chaud permettant l'étude des structures des aciers pendant leur chauffage (jusqu'à 1500 °) ou leur refroidissement**

*Photo : revues ou bulletins techniques Chantiers de l'Atlantique*



#### 4- LE PROJET ATLAS

Au cours de l'année 1969, un investissement extrêmement important est décidé par la Direction : la construction d'un atelier très lourd d'assemblage appelé A.T.L.A.S qui, à lui seul, devait constituer une société anonyme, dont Babcock-Atlantique et les Chantiers de l'Atlantique seraient les actionnaires principaux.

Prévu en 1970 / 71, cet atelier était destiné à la fabrication :

- D'appareils à pression dits « hyper lourds »
- D'éléments de centrales nucléaires
- D'appareils destinés à la pétrochimie de plus de 1000 t

La situation géographique de Saint Nazaire avait joué en sa faveur, pour l'implantation d'un tel atelier.

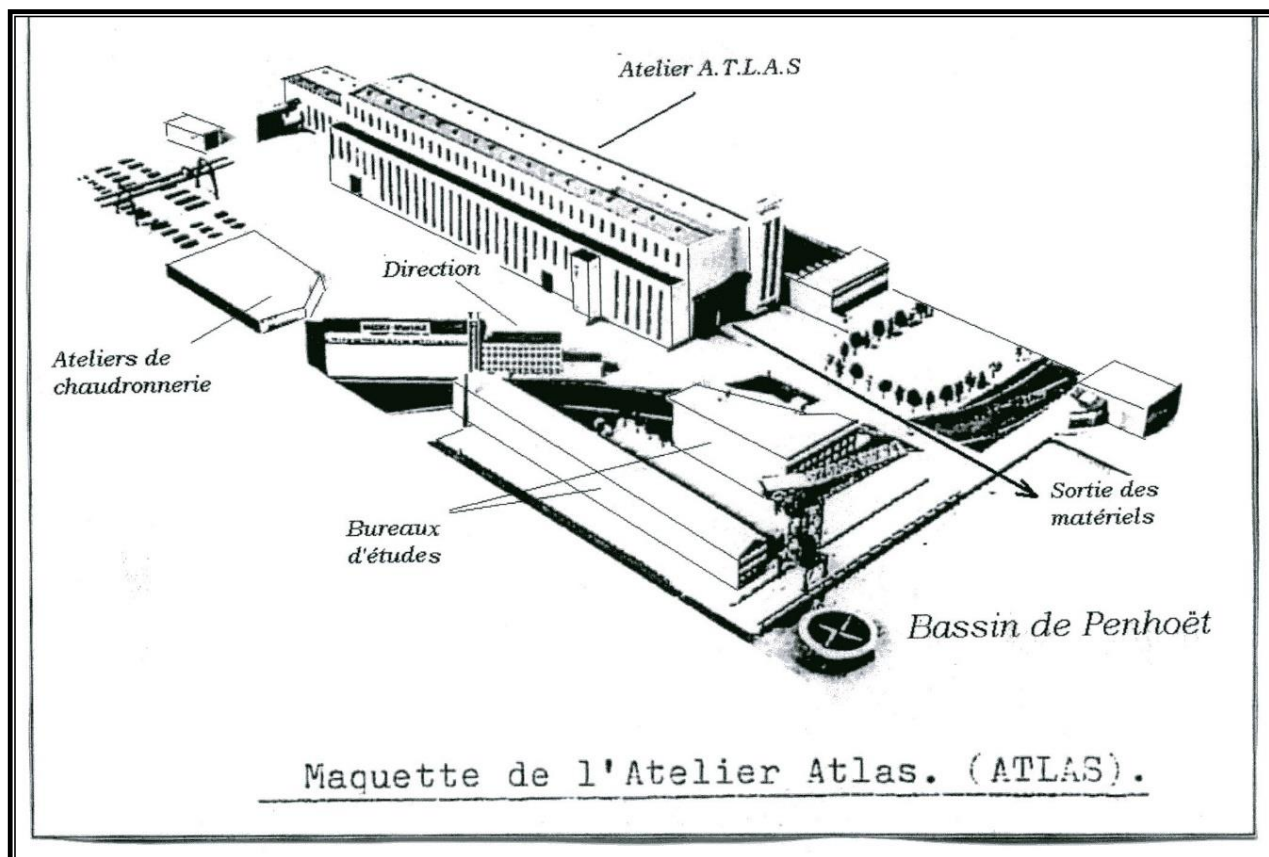
L'existence du bassin à niveau constant du port, permettait à des navires à fort tirant d'eau, type : « Roll-on-Roll\* », d'accoster à 100 m de l'atelier A.T.L.A.S, prévu derrière l'actuelle Direction du chantier naval.

\* De l'anglais Roll-on, Roll-off (roule dedans, roule dehors)

En septembre 1971, en présence du ministre Olivier Guichard, du Président de la société Babcock USA, de nombreuses personnalités, de la presse régionale et Nationale, la première pierre de l'atelier A.T.L.A.S était posée.

Les caractéristiques de cet atelier géant prévu étaient :

- Longueur couverte par les ponts : 250 m
- Largeur entre axes des poteaux : 42 m
- Surface couverte par les ponts : 8.000 m<sup>2</sup>
- Surface totale couverte : 17.000 m<sup>2</sup>
- 2 ponts roulants de 300 t
- 2 ponts roulants de 900 t



L'implantation d'un tel atelier « Hyper lourd » sur le site des Chantiers, aurait sans aucun doute fait de Saint Nazaire, la capitale européenne de la chaudronnerie.

Une telle décision ne manqua pas d'inquiéter la concurrence, notamment Creusot-Loire qui, conscient du développement considérable de Babcock-Atlantique, craignait une rivalité industrielle difficile à combattre, si un tel projet voyait le jour.

C'est alors qu'une évolution des Centrales Nucléaires apparut. Un changement inattendu de stratégie politique de la filière nucléaire, entraîna Babcock-Atlantique à se retirer de la compétition, vraisemblablement pour des raisons financières.

C'était pour Saint-Nazaire et la région, une grande déception.

Seules les énormes fondations exécutées après la pose de la première pierre d'A.T.L.A. S, serviront à la construction du parking actuel existant, derrière la Direction des C.A.

Au cours de l'année 1973, on apprendra que l'atelier A.T.L.A.S ne verrait pas le jour à Saint Nazaire, et ne serait finalement pas construit ailleurs ; E.D.F ayant décidé de promouvoir la société Creusot-Loire (Framatome) avec les moyens dont elle disposait.

A noter cependant, qu'un atelier A.T.L.A.S d'une capacité de 1200 t, avait été construit par Babcock-Ecosse à Glasgow à cette époque, mais n'était pas opérationnel et ne servait qu'à la fabrication et au stockage de chaudières.

Au printemps 1973, c'est l'impensable dépôt de bilan de l'établissement Babcock Atlantique de Saint Nazaire.

Malgré cette déconvenue, Chantiers de l'Atlantique après sa fusion avec Alstom, maintiendra sa division Chaudronnerie à un niveau international quelques années, avant de cesser totalement cette activité.

## **5- UNITES DE LIQUEFACTION « G.N.L. 3 »**

*L'Algérie (SONATRACH ?) passe une commande à TECHNIP et à la division Chaudronnerie des Chantiers de l'Atlantique, pour la réalisation d'unités de liquéfaction de gaz naturel.*

Un programme d'investissements important est consacré à la réalisation de cette commande.

**1980 : Le Client dénonce le contrat « GNL3 », c'est la fin de la chaudronnerie lourde aux Chantiers de l'Atlantique.**

Une partie du personnel de la chaudronnerie est maintenue au sein de la division Mécanique, l'autre partie est transférée vers la division construction navale des Chantiers de l'Atlantique



***Les tours de bobinage***

*Photo : collection ACNN*

## **6- SOURCES ET REFERENCES**

**Les textes et photos qui constituent ce livret, sont majoritairement issus de revues ou bulletins techniques publiés par les Chantiers de l'Atlantique :**

- Bulletin technique des Chantiers de l'Atlantique N° 4
- Bulletin technique des Chantiers de l'Atlantique N° 5
- Chantiers de l'Atlantique : édition de mai 1960
- Chantiers de l'Atlantique : édition de décembre 1964
- Chantiers de l'Atlantique : division chaudronnerie
- Livret de Paul Correc

**Photos :**

- Archives départementales de Loire Atlantique
- Fond Jean-Lucien Desmonts
- Fond Yves Lefaux
- Revues ou bulletins techniques Chantiers de l'Atlantique
- Ecomusée de Saint-Nazaire
- Archives A.C.N.N.
- Collection A.I.C.C.A.