

N. d'ordre : 583

# THESE

Présentée devant

## **l'Université de Rennes 1**

**INSTITUT DE FORMATION SUPÉRIEURE EN INFORMATIQUE ET  
COMMUNICATION**

pour obtenir

**Le Titre de Docteur de l'Université de Rennes I  
Mention INFORMATIQUE**

par

**Philippe SCHMOUKER**

**Réalisation d'un environnement pour  
le lancer de rayons sur machine  
parallèle.**

Soutenue le Mardi 17 septembre 1991 devant la commission  
d'examen

MM. :	<b>Jean-Pierre</b>	<b>BANATRE</b>	Président
	<b>Kadi</b>	<b>BOUATOUCH</b>	Rapporteurs
	<b>Bernard</b>	<b>PEROCHE</b>	
	<b>Christian</b>	<b>BOUVILLE</b>	Examineurs
	<b>Franck</b>	<b>CHAPUIS</b>	
	<b>Jean-Luc</b>	<b>JUMPERTZ</b>	
	<b>Patrice</b>	<b>QUINTON</b>	

## Remerciements

Cette thèse a été effectuée aux Laboratoires d'Electronique de Rennes (L.E.R.) de THOMSON-CSF.

Je remercie Monsieur Robert BOYER, Directeur des L.E.R., pour m'avoir permis de travailler dans son établissement et d'assister à Edimbourg au Summer Institute on the State of the Art in Computer Graphics (organisé par l'ACM en juillet 1990).

Je remercie Monsieur Tristan de COUASNON, Directeur Technique des L.E.R., pour m'avoir permis d'effectuer mes travaux de thèse au sein de l'un de ses laboratoires techniques.

Je remercie Monsieur Franck CHAPUIS, Responsable du laboratoire d'Architectures et Systèmes modulaires de traitement en Imagerie (ASI), de m'avoir accueilli au sein de son laboratoire, d'avoir suivi mes travaux en me faisant bénéficier de son expérience par de judicieux conseils, d'avoir su guider mes recherches tout en me laissant une grande autonomie et pour avoir eu la patience de répondre à toutes mes questions, même lorsqu'il était très pris.

Je remercie Monsieur Jean-Pierre BANÂTRE, Président de l'IRISA, d'avoir bien voulu accepter la Présidence du jury de cette thèse.

Je remercie Monsieur Patrice QUINTON, directeur de laboratoire à l'IRISA Rennes, d'avoir accepté d'être le Directeur de recherches de cette thèse, ainsi que pour ses judicieux conseils sur le fond à donner à ce rapport.

Je remercie Monsieur Kadi BOUATOUCH, chercheur à l'IRISA Rennes, pour l'aide précieuse qu'il a su m'apporter durant les trois premières années de travaux de thèse, pour l'ensemble de la documentation, articles, ouvrages, et conseils dont il a été la source, pour ses judicieux conseils sur la forme à donner à ce rapport, ainsi que pour avoir accepté d'être rapporteur de cette thèse.

Je remercie Monsieur Bernard PÉROCHE, enseignant à l'Ecole Supérieure des Mines de Saint-Etienne, d'avoir accepté de participer au jury et d'être rapporteur de cette thèse.

Je remercie Messieurs Christian BOUVILLE (CCETT Cesson-Sévigné) et Jean-Luc JUMPertz (L.E.R.) pour avoir accepté de participer au jury de cette thèse.

Je remercie Messieurs Pascal BASSET, Christian GLAZ, Jean LEROUX et René LETY pour l'aide qu'ils m'ont apportée tant au niveau de l'accès que de la programmation des différents matériels vidéo, machines parallèles et stations de travail sur lesquels j'ai eu à travailler. Je remercie plus particulièrement Monsieur LETY pour ses précieux conseils sur la programmation en OCCAM et sur l'utilisation du "routeur" écrit par ses soins sur la machine parallèle, largement utilisé au cours de mes travaux.

Je remercie Pascal MENANT, que j'ai eu le plaisir d'encadrer aux L.E.R. lors de son stage de DESS, pour le travail qu'il a effectué sur l'intégration des objets-facette au sein de notre environnement de synthèse d'images.

Je remercie Christophe BEASSE, Hervé KESSLER, Bruno LEMONNIER, Didier MAINARD, Patrick PINEAU, Pascal SOUDANT et Laurent PERDRIEAU pour avoir accepté ma présence et pour la bonne ambiance qu'ils ont tous su entretenir dans la "salle des stagiaires" pendant la durée de mes travaux.

Je tiens également à adresser tous mes remerciements à Laurence, Julien et Clément qui ont eu à pâtir de mes retours tardifs à la maison et des week-ends studieux qui leur ont été imposés lors de la frappe de cette thèse, à mes parents pour le soutien constant qu'ils ont su m'apporter tout au long de mes études, et à Pierre DESPROGES pour le plaisir que me procure toujours la lecture de son œuvre.

## **1. Historique de THOMSON**

L'origine du groupe THOMSON remonte à 1893. Ses premières activités concernaient la distribution de l'électricité et les tramways (THOMSON-HOUSTON). Par intégrations successives de sociétés (armement avec HOTCHKISS, électroménager avec BRANDT), avec l'évolution vers les métiers de l'électronique, le groupe THOMSON s'est progressivement constitué.

Dans les années 1960, THOMSON s'oriente résolument vers les applications et les marchés de l'électronique, en particulier avec l'acquisition de CSF. A partir des années 1980, l'activité du groupe se concentre sur des systèmes et produits en technologie avancée qui lui valent de figurer parmi les leaders mondiaux dans les domaines professionnels et grand public.

## **2. Structures et secteurs d'activités de THOMSON-SA**

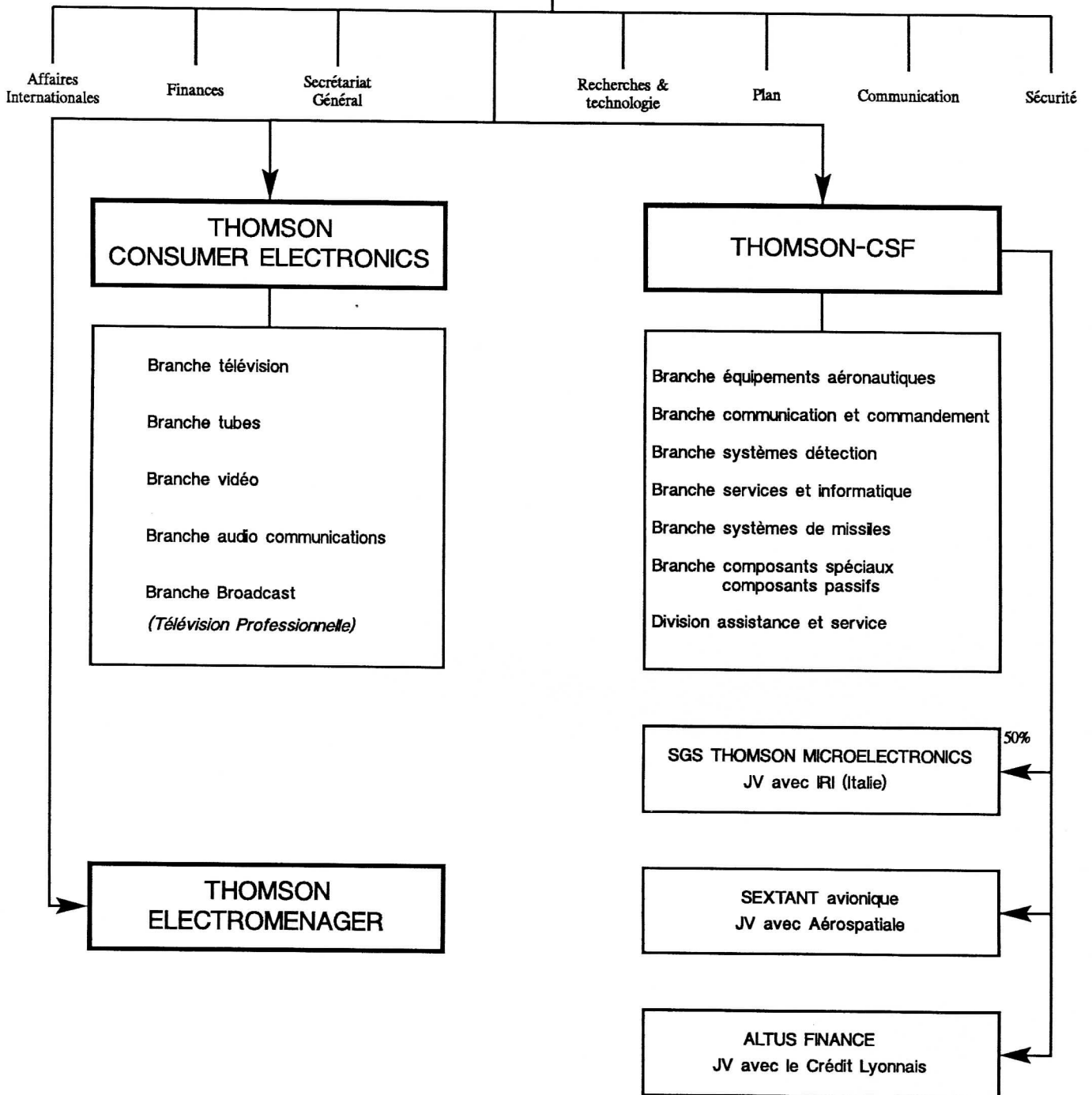
L'organisation de THOMSON-SA est largement décentralisée. Elle s'articule autour d'unités opérationnelles autonomes dont les activités sont représentatives des différents métiers du Groupe. Des comités interunités ont pour rôle de proposer des recommandations en matière de stratégie technique. Deux laboratoires centraux mènent des études fondamentales et appliquées.

THOMSON-SA regroupe trois principaux secteurs d'activité :

- l'Electronique Grand Public ("Produits bruns") et Broadcast (TV professionnelle) :  
THOMSON CONSUMER ELECTRONICS avec une filiale THOMSON BROADCAST
- les Produits Blancs  
THOMSON ELECTROMENAGER
- l'Electronique Professionnelle et de Défense :  
THOMSON-CSF

L'organisation générale du groupe THOMSON est représentée page suivante.

# THOMSON S.A



## ORGANISATION DU GROUPE

## **2.1. Les activités de THOMSON CONSUMER ELECTRONICS (TCE)**

TCE fabrique et commercialise les produits "bruns" du secteur audiovisuel grand public et les distribue sous plusieurs marques prestigieuses telles que SABA, TELEFUNKEN, BRANDT, NORDMENDE, THOMSON (téléviseurs, magnétoscopes, caméscopes, compact disc, hifi...).

La branche Télévision Professionnelle THOMSON BROADCAST précédemment filiale de THOMSON-CSF est devenue filiale de THOMSON CONSUMER ELECTRONICS (TCE) en 1991.

## **2.2. Les activités de THOMSON ELECTROMENAGER (TEM)**

TEM est présent sur le marché des produits "blancs" ménagers (réfrigérateurs, lave linge, lave vaisselle...) à travers plusieurs marques telles que VEDETTE, BRANDT, SAUTER ... et des produits professionnels (équipements de cuisine ...)

## **2.3. Les activités de THOMSON CSF**

Elles sont liées pour une grande part aux métiers de l'électronique professionnelle de défense résumées par la dénomination des principales branches qui composent THOMSON-CSF, à savoir :

- la branche Equipement Aéronautique
- la branche Communication et Commandement
- la branche Systèmes Détection
- la branche Services et Informatique
- la branche Composants Spéciaux, Composants Passifs
- la division Assistance et Service

THOMSON-CSF possède des participations à 50% dans notamment :

- SGS-THOMSON (joint Venture avec SGS du groupe italien IRI)  
SGS-THOMSON conçoit, fabrique et commercialise une gamme de composants allant de la diode aux processeurs de signal numérique et aux circuits intégrés les plus complexes
- SEXTANT Avionique (Joint Venture avec Aerospatiale)
- ALTUS Finance (Joint Venture avec le Crédit Lyonnais)

### **3. THOMSON et la recherche**

THOMSON est le premier déposant de brevets en France. THOMSON-CSF fournit un effort important dans le domaine de la recherche. Deux laboratoires de recherche qui font partie de THOMSON-CSF, LCR et LER, sont rattachés à la Direction de la Recherche et de la Technologie de THOMSON-SA. Ils mènent essentiellement pour le premier, des études sur les nouveaux matériaux (technologies magnétiques, optiques et composants...) et pour le second, des études et développements sur les applications des techniques avancées de l'électronique et informatique appliquées à la chaîne image (saisie, traitement, transmission, visualisation ...).

#### **3.1. Le LCR**

**Le Laboratoire Central de Recherche (LCR)** a une interaction permanente avec les principaux centres de recherche français et internationaux. Avec un effectif d'environ 350 personnes, dont 160 ingénieurs, il est organisé en groupes de recherche qui défrichent les grandes voies technologiques "de demain".

#### **3.2. Les LER**

**Les Laboratoires Electroniques de Rennes (LER)** mènent une activité de recherche dans le domaine de l'image avec un effectif d'environ 250 employés dont 150 ingénieurs. Les LER sont organisés en 10 laboratoires dont les activités sont décrites au §4.

#### **3.3. Le CST**

Créé fin 1988, le **Collège Scientifique et Technique (CST)**, est constitué de membres dont l'activité s'exerce dans le domaine de la recherche et dont la compétence et la notoriété sont indiscutables.

Il est chargé de proposer de nouvelles voies d'activités techniques.

## **4. Les Laboratoires Electroniques de Rennes (TCSF/LER)**

### **4.1. Caractéristiques générales**

Les laboratoires ont été créés en 1973 à Rennes, d'où leur appellation.

Ils constituent l'un des deux laboratoires centraux de THOMSON-SA, ils sont rattachés à la Direction de la Recherche et de la Technologie du Groupe et travaillent en relation étroite avec ses unités opérationnelles. Ils mènent une activité de recherche avancée sur le thème de l'imagerie électronique et ses applications, principalement dans les secteurs de l'électronique de défense, de la télévision professionnelle et grand public, des télécommunications.

Du capteur au dispositif de visualisation, TCSF/LER couvre l'ensemble de la chaîne image en utilisant les technologies et les techniques les plus avancées : techniques d'analyse d'images et de manipulation et de transmission d'images, techniques d'interprétation d'image, interfaces homme-machine, machines parallèles, processeurs temps réel ... Pour l'ensemble de ces traitements, LER étudie les algorithmes appropriés qui sont validés au moyen d'un banc de simulation construit autour d'un puissant ordinateur et d'équipements d'acquisition-restitution d'images animées.

Les études LER se concrétisent en général par la réalisation de prototypes, et dans certains cas de petites séries, pour lesquels les laboratoires s'appuient sur la sous-traitance industrielle.

TCSF/LER participe de manière active aux grands projets européens de recherche coopérative tels que ESPRIT, RACE, EUREKA (TVHD, PROMETHEUS) et donne ainsi une dimension internationale à ses activités.

LER est doté de moyens nécessaires à la conduite de ses recherches de haut niveau et au maintien du renom de THOMSON sur le marché mondial :

- l'effectif, de 250 personnes à la fin de 1990, est composé à 85% d'ingénieurs et de techniciens. Les ingénieurs sont recrutés principalement dans les grandes écoles françaises telles que SUPELEC, ENST, INSA et parmi les diplômés d'études universitaires supérieures (Doctorat troisième cycle).
- les laboratoires disposent d'importants moyens de conception assistée par ordinateur (CAO)
- le centre de calcul et de simulation est équipé de puissants ordinateurs couplés à des organes d'entrée/sortie très performants qui permettent l'acquisition-restitution de séquences d'images animées aux débits requis par la télévision à haute définition.

A la fin de 1990, LER avait déposé plus de 200 brevets dans le domaine de l'image.



## **4.2. Les différents laboratoires de TCSF/LER**

Fin 1990, la Direction Technique de TCSF/LER coordonne l'activité des laboratoires et services suivants :

- laboratoire "Reconnaissance et Interprétation en Imagerie (RII)"
- laboratoire "Traitement de Signal et Simulation en Imagerie (TSI)"
- laboratoire "Systèmes Programmables et traitements parallèles en Imagerie (SPI)"
- laboratoire "Architectures et Systèmes modulaires de traitement en Imagerie (ASI)"
- laboratoire "Structures de données et Logiciels en Imagerie (SLI)"
- laboratoire "Micro Informatique Industrielle (MII)"
- laboratoire "Transport et Commutation de l'Image (TCI)"
- laboratoire "Réseaux et Distribution de l'Image (RDI)"
- laboratoire "Codage et Terminaux de l'Image (CTI)"
- laboratoire "Traitement Numérique de l'Image (TNI)"
- service "Conception de circuits, Ingénierie et Réalisations électroniques (CIR)"

Du fait de sa maîtrise des techniques liées à l'image, TCSF/LER possède aujourd'hui une compétence unique en architectures de systèmes complets qui lui permet d'assurer une cohérence technique tout au long d'une chaîne image, quel que soit le domaine d'application concerné et se place ainsi parmi les tout meilleurs laboratoires mondiaux.

## **4.3. Les grands axes d'activités**

- Etudes théoriques relatives au traitement de différents types d'images (radar, TV, IR ...) par simulation et validation d'algorithmes sur banc de traitement d'images animées
- Algorithmique de base en imagerie et en traitement de signal
  - détection et estimation de mouvement
  - compression de débit
  - réduction de bruit
  - reconnaissance de formes
  - segmentation d'images
  - ...
- Algorithmique d'interprétation d'image :
  - interprétation d'images, de scènes
  - compréhension de scènes
  - reconnaissance de formes
  - plus généralement développement d'applications faisant appel à la vision par ordinateur

- Architecture de machines et logiciels associés
  - Architectures avancées de machines de traitement d'images (matériel et logiciel) capables de supporter le temps réel vidéo.
  
- Traitement numérique/codage
  - Processeurs de traitement et de manipulation d'images en bande de base fonctionnant en temps réel vidéo
  - codecs à débit réduit pour la transmission et l'enregistrement numériques
  - équipement de codage et multiplexage vidéo - sons - données pour la transmission d'images aux standards D2-MAC/Paquet et D2-HD-MAC/Paquet))
  - commutateurs à hauts débits pour réseaux d'images
  - architecture de réseaux
  - équipements périphériques studio TV et TVHD.
  
- Traitement analogique
  - électronique associée aux systèmes d'analyse et de visualisation
    - caméras à senseurs solides (CCD) Noir et Blanc
      - . pour métrologie
      - . à haute sensibilité (50 mlux)
      - . à haute définition (1000 points/ligne)
      - . pour robotique et productique
    - système de visualisation (TRC, LCD)
    - dispositifs de conversion analogique/numérique et numérique/analogique à fréquences élevées
  
- Transmission sur fibre optique
  - équipements de transmission de signaux audiovisuels sous forme analogique ou numérique sur fibre optique multimode ou monomode
  
- Informatique industrielle
  - logiciels temps réel spécifiques pour équipements et systèmes.