



# Rapport d'activités 1999

<b>1</b>	<b>INTRODUCTION. 1999 : ANNÉE DE L'OUVERTURE ? .....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>LE PROJET DE RÉSEAU RÉGIONAL MULTI-USAGES SYRHANO 2.....</b>	<b>3</b>
2.1	Pourquoi SYRHANO 2 ? .....	3
2.2	SYRHANO 2 et son contexte .....	3
2.2.1	Que veut dire le mot Internet ?.....	3
2.2.2	Quel rôle pour SYRHANO 2 ? .....	4
2.3	Le projet SYRHANO 2.....	4
2.3.1	Les idées directrices .....	4
2.3.2	Service de transport.....	4
2.3.3	Les composantes de SYRHANO 2 .....	4
2.3.4	Services IP et ATM.....	5
2.3.5	La gestion de la qualité de service .....	5
2.3.6	Les services à la carte.....	5
2.3.7	Les services évolués.....	5
2.3.8	La gestion du réseau au quotidien : la rançon du progrès .....	6
2.4	Le cahier des charges pour le projet SYRHANO 2 en quelques mots.....	6
2.4.1	Lot 1 : offre de transport .....	6
2.4.2	Lot 2 : offre de service ATM et Lot 3 : offre de service IP .....	7
2.4.3	Lot 4 : offre de NIS et Lot 5 : offre de NIS d'établissements scolaires .....	7
2.4.4	Lot 6 : Nœud d'Échange Régional pour les Opérateurs (NERO).....	7
2.4.5	Schéma fonctionnel de SYRHANO 2 et interaction avec le projet InterCampus .....	9
2.5	Agenda des événements organisés autour de SYRHANO .....	10
<b>3</b>	<b>LE RÉSEAU DE L'AGGLOMÉRATION ROUENNAISE, INTERCAMPUS .....</b>	<b>11</b>
3.1	Pourquoi Intercampus ?.....	11
3.2	Architecture et mode de fonctionnement du réseau .....	12
3.2.1	Infrastructure ATM Haut Débit .....	12
3.2.2	Infrastructure logique d'interconnexion des sites.....	12
3.2.3	Vue d'ensemble du réseau .....	12
3.2.4	Description des ouvrages .....	12
3.3	Services proposés sur Intercampus .....	13
3.4	Le cadre législatif d'Intercampus .....	13
3.4.1	Montage administratif proposé pour Intercampus .....	13
3.5	Coût d'Intercampus .....	13
<b>4</b>	<b>PARTICIPATION DU CRIHAN AU PROJET SAFIR 2 .....</b>	<b>14</b>
4.1	Qu'est-ce que SAFIR ? .....	14
4.2	SAFIR et PEPSY, le concept .....	14
4.3	SAFIR2 et PEPSY 1999, un peu de technique.....	15
4.4	SAFIR2 et PEPSY 1999, Description des expérimentations : .....	15
4.4.1	Les groupes de travail de SAFIR2 .....	15
4.4.2	Le groupe IP sur ATM SVC (MPOA / NHRP) .....	15
4.4.3	Le groupe Visioconférence et Télé Réunion sur Safir 2 .....	17
4.4.4	Le groupe Calcul numérique distribué.....	18
4.5	Le projet OR, Optimisation des réseaux .....	19
<b>5</b>	<b>LE PROJET EUROPÉEN METODIS.....</b>	<b>21</b>
5.1	Présentation générale .....	21
5.2	Principe de fonctionnement, rôle des partenaires.....	22
5.3	Généralités sur l'interface au protocole ATM développée par le CRIHAN.....	23
<b>6</b>	<b>LE CENTRE DE CALCUL .....</b>	<b>24</b>
6.1	Pôle de numérisation et supercalculateur Illiac8 du CRIHAN .....	24
6.1.1	Le positionnement et le rayonnement du supercalculateur "Illiac8" .....	24
6.1.2	Les structures utilisatrices du supercalculateur Illiac8 .....	25
6.1.3	Répartition des heures de calcul sur Illiac8, par thématique de recherche .....	30
6.1.4	Pourcentage d'occupation des capacités du supercalculateur Illiac8.....	31
6.2	Le supercalculateur du CRIHAN au service de la recherche industrielle : SNECMA .....	31
6.3	Evolution matérielle et logicielle d'Illiac8.....	32
6.4	Aspects techniques .....	32
6.4.1	Evolution de l'électronique du calculateur .....	32
6.4.2	Evolution de la configuration logicielle .....	32
6.4.3	Installation et configuration de la machine ATMOS .....	33
6.5	Le service d'assistance scientifique pour le supercalculateur Illiac8.....	33
6.5.1	Les domaines de l'assistance .....	33
6.5.2	Les besoins exprimés et leur résolution : quelques exemples .....	33
6.6	Le réseau Normand en Modélisation Moléculaire .....	35
6.6.1	Un nouveau site utilisateur du réseau .....	35
6.6.2	Comptabilité horaire de chaque machine du réseau en Modélisation Moléculaire .....	35
6.6.3	Le travail des laboratoires et les publications issues du réseau .....	35
6.7	Agenda du support du CRIHAN autour de ce service .....	44
6.8	Le serveur Yoda et le génome : Lancement de IMPG (Action Ministérielle Informatique Mathématique Physique pour la Génomique).....	45
<b>7</b>	<b>COMPTE-RENDU DU CONSEIL DE SURVEILLANCE.....</b>	<b>46</b>
<b>8</b>	<b>LES STAGIAIRES DU CRIHAN.....</b>	<b>48</b>

## 1 INTRODUCTION. 1999 : ANNÉE DE L'OUVERTURE ?

1999 a été pour le CRIHAN une année similaire aux précédentes : l'association est sur tous les fronts. Pourtant, 1999 se différencie par le fait que plusieurs projets importants aboutissent ou offrent des perspectives intéressantes.

L'association est fortement impliquée dans de nombreux projets régionaux et dans plusieurs actions à l'échelle nationale ou internationale. Le CRIHAN participe activement à la vie de la Région, tant par ses interactions fortes avec le monde de l'enseignement et de la Recherche qu'avec, de plus en plus, le monde économique.

L'année passée a ainsi vu une augmentation significative de l'utilisation des moyens de calcul du CRIHAN par les laboratoires universitaires ainsi qu'une forte coopération se formaliser avec le groupe SNECMA.

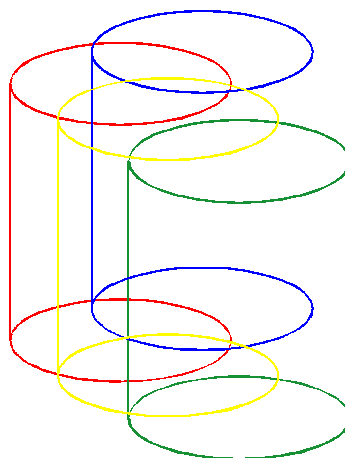
Le CRIHAN poursuit son effort de formation, entre autres en embauchant un technicien dans le cadre d'une formation en alternance au CESI, et un apprenti ingénieur de l'ESIGELEC. Au delà du symbole, le CRIHAN se veut être un bon outil de préparation aux métiers de l'informatique, de plus en plus exigeants.

Le CRIHAN sert par exemple de plate-forme technique pour les enseignements de la filière informatique de l'université de Rouen, pour le parallélisme et le calcul distribué.

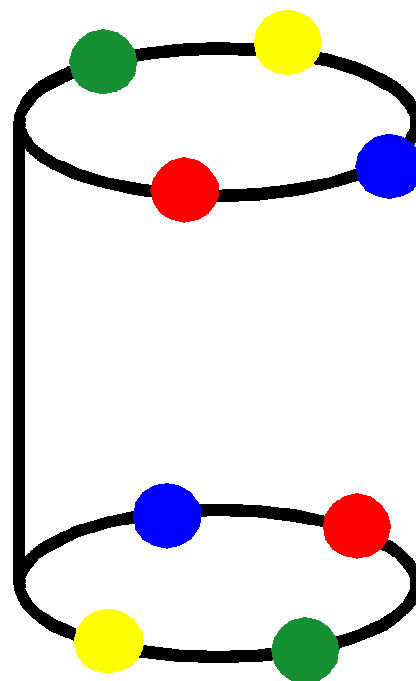
1999 est surtout une année de transition pour les activités de l'association dans le domaine des réseaux :

- Le projet InterCampus est maintenant dans sa phase de réalisation et l'infrastructure devrait être opérationnelle au début de l'année 2000.
- L'appel d'offres pour le projet de réseau régional de nouvelle génération SYRHANO 2 est lancé. Multi-usages, SYRHANO 2 va constituer une épine dorsale régionale à très haut débit et sera capable de transporter tous types de flux applicatifs avec une grande qualité de service. SYRHANO 2 va permettre de satisfaire les besoins de la communauté traditionnelle "Technologie, Enseignement, Recherche", mais aussi ceux des administrations, du secteur de la santé ou de la culture. Modulaire et potentiellement raccordé aux réseaux des opérateurs privés, SYRHANO 2 peut jouer pour les NTIC le rôle des infrastructures autoroutières et ainsi combler une partie du retard technologique de la Haute-Normandie dans le domaine des télécommunications pour les services d'intérêt général.

Enfin, 1999 est l'année du lancement de l'appel d'offres pour la construction sur le site du Madrillet d'un bâtiment destiné au CRIHAN.



une année  
de transitions



## 2 LE PROJET DE RÉSEAU RÉGIONAL MULTI-USAGES SYRHANO 2

*ou l'évolution nécessaire vers Internet 2 du réseau régional pour la Technologie, l'Enseignement et la Recherche en Haute-Normandie.*

### 2.1 Pourquoi SYRHANO 2 ?

SYRHANO 2 est un projet fortement structurant pour la Région Haute-Normandie, à l'instar des infrastructures autoroutières. Par rapport au réseau SYRHANO déployé depuis 1993, SYRHANO 2 offre à ses utilisateurs un saut considérable en service, débit et technologie et s'aligne ainsi sur RENATER 2 et les réseaux régionaux de seconde génération déjà opérationnels.

La vocation première de SYRHANO 2 sera de répondre aux besoins de communication des organismes relevant du service public, en particulier dans les domaines de l'Administration, de la Culture, de l'Education et de la Santé. Ce sera un réseau fédérateur multi-usages, destiné à véhiculer à haut débit tous types de données avec une garantie de qualité de service. A la manière d'une autoroute, SYRHANO 2 permettra aux réseaux capillaires de collecte (réseaux urbains, de district, boucles locales, réseaux thématiques, etc.), l'acheminement des données au travers du territoire régional et vers les infrastructures nationales (RENATER 2, RSS<sup>1</sup>), l'accès aux boucles de contenu<sup>2</sup> et leurs prolongements sur l'international.

SYRHANO 2 sera aussi ouvert sur le monde économique et permettra par exemple à la communauté Recherche et Développement de la région d'être directement connectée à ses partenaires universitaires. Il intégrera un nœud régional d'échange permettant également à d'autres opérateurs publics ou privés d'offrir une connectivité sur l'Internet commercial aux entreprises ou aux réseaux de collecte qui le souhaitent (sans un passage obligé par RENATER).

Les pages suivantes décrivent le mode de fonctionnement proposé pour SYRHANO 2 et présentent les grandes lignes du cahier des charges de l'appel d'offres en cours.

### 2.2 SYRHANO 2 et son contexte

#### 2.2.1 Que veut dire le mot Internet ?

Passé dans le langage courant, "Internet" ne représente pas la même chose pour tout le monde. Pour le grand public français, il désigne l'applicatif *Web* vu comme le successeur du Minitel, et est souvent associé à des qualificatifs peu flatteurs, tant au niveau du contenu que du

mode opératoire. Il en est de même dans beaucoup d'autres pays, à la différence que l'expérience du Minitel leur est la plupart du temps inconnue.

Cette vision de l'Internet est extrêmement réductrice. Internet est un puissant moyen de raccorder entre eux des ordinateurs et, au travers d'un langage commun, de rendre interopérables des applications et de faire en sorte que le réseau soit transparent. On peut ainsi créer des systèmes d'informations répartis, des superordinateurs virtuels, voire communiquer avec des vaisseaux spatiaux.

Pour les chercheurs, les universitaires en général et les concepteurs de ce réseau, Internet représente un moyen universel de communication. Au fil des années, il est apparu que les besoins de la communauté Enseignement-Recherche n'étaient plus pris en compte par les opérateurs qui se tournaient vers le fructueux marché du grand public et du commerce électronique. Le projet Internet 2 est alors né aux USA. Internet 2 interconnecte à très haut débit les grands centres de Recherche des Etats-Unis, du Canada, et récemment les réseaux pour la recherche d'Europe et du Japon. Internet 2 permet tout ce qu'offrait son prédécesseur, mais prend en compte les besoins émergents : garantie de qualité de service pour l'accès aux grands équipements de recherche, systèmes d'informations multimédias, applications vidéo professionnelles (télé-enseignement, télé-séminaires, télé-collaboration, accès à distance aux bases de données des bibliothèques, etc.)<sup>3</sup>

La France est présente sur Internet 2 par la connexion directe aux USA de RENATER 2. La seconde génération de RENATER est en effet en cours de déploiement depuis l'été 1999 ; les services sont testés sur des sites pilotes (dont le CRIHAN) depuis plus d'un an. RENATER 2 est une évolution logique de RENATER ; c'est toujours un réseau national qui assure l'interconnexion des réseaux régionaux et la connectivité sur l'international, mais qui de plus prend en compte les évolutions rapides du monde des télécommunications (opérateurs multiples, augmentation des débits, prise en compte de la qualité de service, etc.). Pour essayer de contrer le déséquilibre actuel de l'Internet entre l'Europe et les USA, RENATER 2 propose aussi la création de "boucles de contenu", regroupant les grands organismes qui apportent une forte valeur ajoutée sur le réseau ou un fonds documentaire exceptionnel, comme la Bibliothèque Nationale de France, la Réunion des Musées Nationaux, la Cité des Sciences et de l'Industrie, etc.

1. Réseau de Santé Social

2. Les "boucles de contenu" regroupent des organismes ayant un patrimoine exceptionnel à mettre à disposition sur le réseau.

3. Cette démarche n'est pas fondamentalement différente de celle qui a prévalu à la création de RENATER et des réseaux régionaux au début des années 1990. L'opérateur national ne souhaitait pas déployer un réseau de type Internet (IP) par manque d'expérience. Les pressions venant du monde universitaire ont eu raison des réticences de France-Télécom, et le déploiement de RENATER a, au fil des ans, permis à l'opérateur public d'acquiescer une forte compétence dans le domaine des réseaux IP et de diversifier ses services.

### 2.2.2 Quel rôle pour SYRHANO 2 ?

Au niveau régional, il est donc fondamental de déployer des infrastructures qui égalent en qualité celle de RENATER 2, de manière à pouvoir acheminer les contenus et les services jusqu'aux sites utilisateurs. La dissymétrie observée entre les USA et le reste du monde se transpose en France au déséquilibre entre Paris et la province. Disposer d'un réseau régional de qualité veut dire que chacun peut accéder aux principaux sites parisiens ou américains, mais aussi que les régions peuvent valoriser leur savoir-faire ou leur patrimoine.

D'autre part, les offres commerciales des opérateurs ne répondent pas aux besoins exprimés par les utilisateurs potentiels de SYRHANO 2 : monde Education, Recherche, Culture, Santé. Elles sont, comme il a déjà été dit, orientées vers le grand public ou les entreprises ; cela se traduit par des offres très limitées du point de vue des fonctionnalités (courrier électronique, web et forums électroniques, un bas débit et pas de garantie de qualité).

## 2.3 Le projet SYRHANO 2

La principale différence apportée par SYRHANO 2 par rapport au réseau existant est la modularité, tant au niveau des infrastructures que des services.

A la création de SYRHANO, le Conseil Régional de Haute-Normandie, l'association SYRHANO et le CRIHAN avaient signé une convention avec un opérateur unique, France Télécom :

- Le service offert aux utilisateurs était aussi unique (service généraliste de transport IP).
- Le nombre de sites pouvant souscrire à ce service était limité et fixé dans la convention.
- Le débit disponible entre les sites était de 2Mbit/s, sans évolution possible vers les haut débits.

SYRHANO 2 se veut un réseau haut débit modulaire multi-usages, potentiellement multi-opérateurs, correspondant aux critères requis pour acheminer les services proposés sur l'épine dorsale RENATER 2 dont le mot d'ordre, repris pour SYRHANO 2, est que le réseau fasse un saut en débit, en technologie et en service.

### 2.3.1 Les idées directrices

La modularité du réseau impose une séparation des services (et donc, comme cela est présenté plus loin, une séparation par lots dans le cahier des charges). On peut distinguer des services de :

- Transport (les tuyaux)
- IP (le protocole utilisé sur Internet)
- ATM (service haut débit destiné à masquer l'infrastructure physique aux applicatifs et à garantir un haut niveau de qualité de service)
- Nœud d'échange régional pour les opérateurs

- Points de concentration des accès.

### 2.3.2 Service de transport

En 1993, on parlait de haut débit pour un lien à 2Mbit/s alors qu'en 1999, l'adjectif haut débit est utilisé à partir de 34 voire 155Mbit/s.

Comme le haut débit coûte cher, les infrastructures doivent être déployées au plus près des sites utilisateurs. On prévoit donc de créer une épine dorsale à haut débit entre trois sites universitaires sur Le Havre, Rouen et Evreux.

Comme pour les actuels NIS<sup>1</sup>, les établissements universitaires mettront à disposition du CRIHAN un local technique. On pourra ainsi connecter directement à très haut débit sur SYRHANO le réseau local des principaux utilisateurs. L'idée de terminer les liaisons dans les locaux des utilisateurs n'est pas spécifique au projet SYRHANO 2 ; une réflexion similaire s'est tenue lors de la mise en place du réseau national RENATER 2. Pour les raisons évoquées ci-dessus, tous les nœuds de RENATER 2 seront hébergés par des universités ou des sites neutres, et des liaisons haut débit construites entre ces nœuds. A Rouen, le nœud d'interconnexion apporté par Renater (Nœud Renater distribué, ou NRD) est installé temporairement dans les locaux de l'INSA de Rouen au Madrillet, en attendant de pouvoir disposer, dans les futurs locaux du CRIHAN, d'un local dédié aux télécommunications.

Des liaisons de plus faible capacité pourront être mises en place, en fonction des demandes, entre cette épine dorsale haut débit et des réseaux urbains ou des sites distants. On peut imaginer de telles liaisons vers Le Tréport, Dieppe, Bernay, etc. ou vers de nouveaux sites potentiellement gros utilisateurs (IUT, etc.).

Le service de transport de SYRHANO 2 est donc constitué par la mise en place de plusieurs liaisons, l'ensemble constituant l'infrastructure de communication de SYRHANO 2. Ces liaisons peuvent être déployées par plusieurs opérateurs, de même que l'infrastructure routière d'une région est réalisée par plusieurs sociétés.

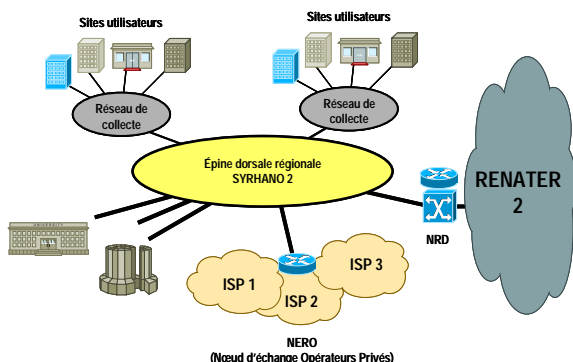
### 2.3.3 Les composantes de SYRHANO 2

Les principaux sites utilisateurs, en bande passante, sont actuellement les universités et l'INSA de Rouen. Ces sites seront directement raccordés sur l'infrastructure SYRHANO 2 ou le seront via un réseau métropolitain. Les sites ayant une consommation plus faible sont connectés via les Nœuds d'Interconnexion sur SYRHANO (NIS), similaires aux NIS existant aujourd'hui.

De manière générale, se connectent sur SYRHANO 2 des sites utilisateurs importants ou des réseaux capillaires

1. Nœuds d'Interconnexion sur SYRHANO. Sur les NIS sont raccordés des sites à bas débit avec des liaisons louées ou via Numéris. Actuellement, tous les lycées et les collèges de Haute-Normandie utilisent Numéris pour accéder à SYRHANO via les NIS.

res, dits «réseaux de collecte» : réseaux métropolitains ou urbains et autres boucles locales. Ces réseaux capillaires sont fondamentaux car ils permettent un accès à de nombreux sites à un débit relativement élevé. Ces réseaux pourront en particulier être utilisés pour le raccordement des établissements d'enseignement (essentiellement primaires et secondaires).



Les principales composantes de SYRHANO 2

### 2.3.4 Services IP et ATM

IP et ATM sont des protocoles de communication qui permettent aux équipements réseau et aux ordinateurs de se comprendre. Les premiers acheminent sur les infrastructures de transport les informations que les seconds s'échangent.

Ces services seront offerts sur la totalité de l'infrastructure de transport par un opérateur. On peut envisager d'avoir un opérateur par service, bien qu'a priori, pour des raisons d'économie, ces deux services puissent être rendus par la même société.

### 2.3.5 La gestion de la qualité de service

Par rapport au service IP de base dont on dispose sur SYRHANO, et qui ne permet pas de différencier les flux (par site émetteur, par applicatif, etc.), les services déployés sur SYRHANO 2 permettront de donner des priorités différentes aux données qui transitent sur le réseau, de manière à permettre de gérer au mieux la bande passante et de déployer des services en leur garantissant un transport de qualité.

Cette notion de qualité de service est fondamentale, et va par exemple permettre de déployer des applicatifs de visioconférence ou de téléenseignement sur la même infrastructure que celle utilisée pour les transferts de fichiers ou le courrier électronique, sans perturbation du trafic.

Cette gestion de la qualité de service peut se faire au niveau ATM et au niveau IP, avec des techniques complémentaires.

### 2.3.6 Les services à la carte

Sur un réseau modulaire, on peut envisager de modifier dynamiquement la configuration des équipements de manière à pouvoir répondre à certaines demandes ponctuelles ; typiquement des liens entre établissements pour une visioconférence de très haute qualité ou un circuit réservé pour des activités d'enseignement ou de recherche.

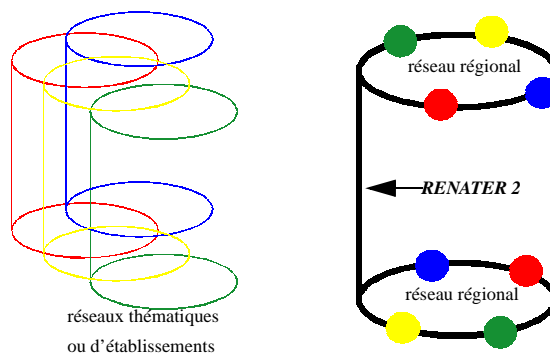
De la même manière, il est envisageable de déployer des services à la demande de certains utilisateurs.

### 2.3.7 Les services évolués

Certains services évolués seront disponibles dès le démarrage de SYRHANO 2 car ils correspondent à des besoins exprimés dès aujourd'hui.

Il en va ainsi des services de multicast IP (diffusion multipoint) qui permet à de multiples clients de recevoir le même programme (un peu à la manière de la propagation des chaînes de télévision hertziennes).

De la même façon, la création de réseaux privés virtuels (VPNs) est demandée par un grand nombre d'utilisateurs. Un VPN est une infrastructure logique construite sur une infrastructure physique ; il permet à un trafic ou un type de trafic d'être isolé du reste du réseau. On peut imaginer la création de réseaux thématiques (enseignement secondaire, supérieur, formation professionnelle, bibliothèques, recherche, etc.), ou la séparation de réseaux pour des raisons de sécurité. Bien évidemment, les services de multicast et de VPN peuvent bénéficier de la classification des flux apportée par les techniques de gestion de la qualité de service.



Intégration de réseaux indépendants sur une infrastructure commune

Un des grands avantages des VPNs est de simuler une infrastructure physique. On peut ainsi réellement séparer totalement des réseaux, même s'ils utilisent un même support. Le déploiement de VPNs peut donc engendrer des économies financières d'échelle non négligeables. Aujourd'hui, de nombreuses administrations et de nombreux organismes multi-sites souhaitent déployer leur propre réseau inter-établissements. Les contraintes bud-

gétaires sont généralement telles que ces réseaux sont à relativement bas débit et que leur qualité de service est faible. Déployés sur une infrastructure unique haut débit, les VPNs peuvent être construits de telle sorte à être parfaitement adaptés aux besoins de chacun.

### 2.3.8 La gestion du réseau au quotidien : la rançon du progrès

La gestion d'un réseau moderne de type SYRHANO 2 est rendue complexe par la nature potentiellement multi-opérateurs du réseau, par la diversité des services qui sont déployés et par la complexité de ces services.

Le prolongement des services de RENATER 2 vers les sites nécessitent une coordination technique et administrative, dans la mesure où des ressources seront consommées par les services mis en place. Aujourd'hui, les services sont rendus dans un mode dit "best effort" : les résultats ne sont pas garantis. C'est ainsi que la consultation d'une page web peut prendre 10s un matin et 1mn à un autre moment. Si une gestion de la qualité de service est mise en place, cela impose une comptabilité des ressources disponibles avant de répondre positivement à une demande venant de Renater, d'un réseau métropolitain ou d'un site utilisateur.

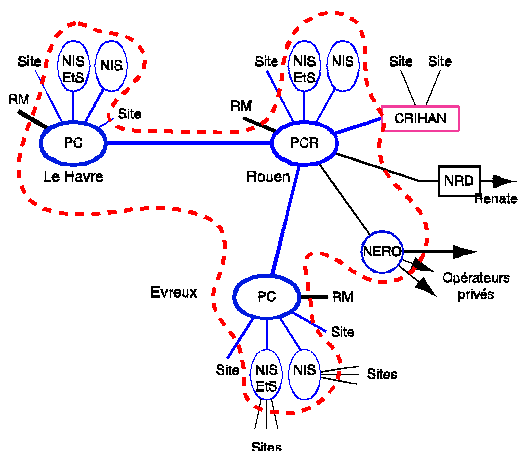
Cette gestion quotidienne de supervision, de relevé de statistiques et de coordination ne peut se faire qu'entre une cellule technique spécialisée et le ou les opérateurs du réseau régional. Le CRIHAN joue aujourd'hui ce rôle dans le contexte SYRHANO, participe aux groupes de travail chargés du déploiement de RENATER 2 et prend part depuis leur origine aux tests des réseaux haut débit en France. Le CRIHAN joue le rôle de maître d'ouvrage sur SYRHANO 2.

## 2.4 Le cahier des charges pour le projet SYRHANO 2 en quelques mots

Pour les raisons évoquées ci-dessus :

- le cahier des charges est compartimenté en lots,
- le réseau est basé sur la construction d'une infrastructure haut débit entre les villes du Havre (Université), Rouen (INSA Madrillet) et Evreux (Université). Dans ces trois villes, des points de concentration sont installés pour permettre le raccordement des sites ou des réseaux métropolitains. Le CRIHAN s'y ajoute en tant que point de concentration existant. D'autre part, ces points de concentration peuvent être le point de départ de liaisons à plus bas débit vers des villes comme Fécamp, Le Tréport ou Bernay. Plus généralement, les quatre points de concentration peuvent accueillir des services gérés par un opérateur et/ou par le CRIHAN.
- Un Nœud d'Échange Régional pour les Opérateurs (NERO) est mis en œuvre de telle sorte à pouvoir

évacuer (ou agréger) du trafic à destination (ou en provenance) d'un réseau d'opérateur autre que RENATER (opérateurs alternatifs, prestataires d'accès privés).



Le domaine couvert par l'appel d'offres SYRHANO 2

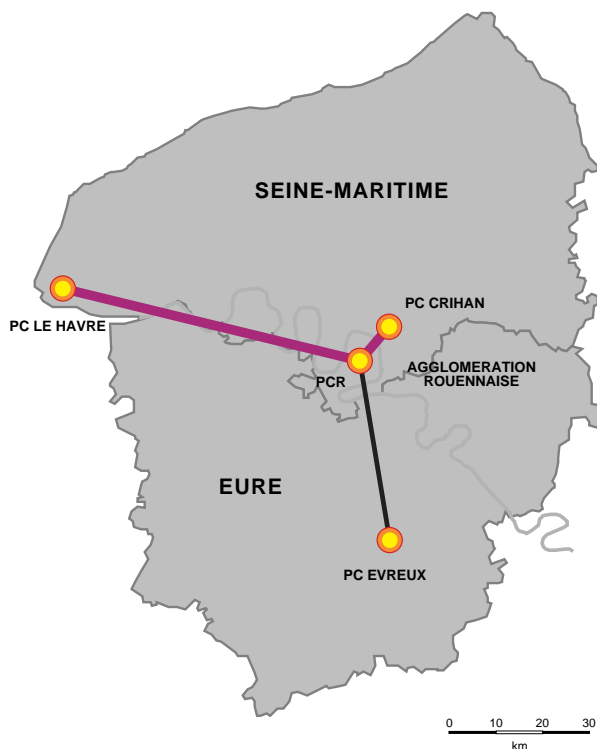
PC	Point de concentration (raccordement à haut débit)
PCR	Point de concentration et de raccordement sur RENATER
NERO	Nœud d'Interconnexion régional des opérateurs
NIS	Nœud d'interconnexion sur SYRHANO 2 (existaient sur SYRHANO 1 – raccordement à bas débit)
NIS Ets	Nœud d'interconnexion sur SYRHANO 2 destiné aux établissements d'enseignement scolaire
NRD	Nœud Renater Distribué (point d'entrée régional de RENATER)
RM	Réseau Métropolitain (ou plus généralement réseau de collecte)

### 2.4.1 Lot 1 : offre de transport

Ce lot traite principalement de la création de l'épine dorsale régionale, c'est-à-dire des liaisons haut débit entre Rouen et Le Havre et entre Rouen et Evreux. Il intègre également le raccordement du CRIHAN sur cette épine dorsale. Un opérateur peut être retenu pour chaque liaison, dans la mesure où le service est relativement primaire et n'interfère que peu avec les services informatiques.

Des liaisons à moyen débit (de l'ordre du Mbit/s) peuvent être demandées dans ce lot pour relier l'infrastructure haut débit de SYRHANO 2 à d'autres villes ou sites distants.

Les prix des liaisons étant soumis à autorisation de l'ART, les opérateurs ne peuvent pas s'engager sur des baisses tarifaires ou proposer des prix avantageux pour des abonnements pluriannuels. Il est souhaitable de passer un contrat commercial sur 1 an pour les liaisons, et de profiter d'offres locales intéressantes si elles se présentent.



Infrastructure de transport de SYRHANO - Evaluation à 12 mois après le démarrage du projet

#### 2.4.2 Lot 2 : offre de service ATM et Lot 3 : offre de service IP

Les lots 2 et 3 traitent des services ATM et IP à déployer sur la totalité de l'infrastructure de SYRHANO 2. Ces services, s'ils sont déployés selon les propositions du cahier des charges, sont complexes à mettre en œuvre car ils supposent l'utilisation de techniques récentes de classification des flux selon des critères basés entre autres sur les applicatifs utilisés ou sur la topologie du réseau. Ces services seront chacun rendus par un opérateur unique, et il est probable que les lots 2 et 3 soient accordés à un même opérateur pour des raisons d'économie. En effet, le déploiement de ces services suppose la mise en place d'une équipe technique d'exploitation et de supervision, qui pourra être unique pour les deux services.

#### 2.4.3 Lot 4 : offre de NIS et Lot 5 : offre de NIS d'établissements scolaires

On a, dans ce document, expliqué que les principaux utilisateurs de SYRHANO 2 seront connectés directement

sur les points de concentration (PC) car ces derniers seront installés dans leurs locaux. Sur Rouen, une grande partie des sites aujourd'hui connectés sur SYRHANO seront fédérés par le réseau métropolitain (projet InterCampus).

Certains établissements ou institutions dont l'utilisation des applicatifs Internet reste faible seront raccordés sur des NIS (Nœuds d'Interconnexion sur SYRHANO) semblables à ceux gérés aujourd'hui par le CRIHAN. Il en va de même pour les lycées et les collèges, du moins dans un premier temps. Les sites peuvent se connecter via Numéris, le réseau numérique à intégration de services de France Télécom ou via une liaison spécialisée à bas débit (64-256kbit/s) louée à un opérateur.

Aujourd'hui, les lycées et les collèges (et par extension quelques écoles) utilisent Numéris. Il est à noter que plusieurs régions, anticipant la montée en charge de l'utilisation d'Internet dans les établissements secondaires et souhaitant maîtriser les coûts d'utilisation du réseau, ont lancé un plan de raccordement des lycées et collèges en utilisant des infrastructures permanentes (liaisons louées, xDSL<sup>1</sup>, etc.). Il paraît souhaitable d'aller dans ce sens dans notre région, du moins pour tous les établissements qui sont géographiquement défavorisés<sup>2</sup>.

Les lots 4 et 5 traitent donc de la mise en place et de l'exploitation des NIS. On sépare volontairement les lycées et les collèges des autres sites pour une meilleure lisibilité des réponses et pour une analyse plus facile des coûts, mais le soumissionnaire pourra répondre globalement aux deux lots. En fonction du coût de ces services, il n'est pas évident qu'il soit rentable de faire opérer les NIS par un opérateur privé car :

- le nombre de sites (hors établissements scolaires) est limité,
- le raccordement des lycées et des collèges demande un gros travail de coordination avec le Rectorat et avec les établissements.

Le travail d'exploitation est actuellement effectué en partenariat entre les services techniques du Rectorat et le CRIHAN ; cela peut se prolonger dans le cadre de SYRHANO 2.

#### 2.4.4 Lot 6 : Nœud d'Échange Régional pour les Opérateurs (NERO)

Sur un réseau modulaire raccordant sur une même épine dorsale régionale des réseaux capillaires de natures dif-

1. Terme générique regroupant les techniques "Digital Subscriber Line", permettant d'acheminer des données sur les lignes téléphoniques. Ainsi ADSL (Assymetric), SDSL (Symetric) HDSL (High Bit Rate) autorisent les haut débits jusqu'aux abonnés.
2. Il est peu probable que les opérateurs déploient à court terme xDSL en milieu rural. Les agglomérations importantes apparaissent favorisées, à cause de la densité de la population : des réseaux urbains sont envisagés, et les services de transport des données à haut débit vont être proposés par les opérateurs sur l'infrastructure filaire servant actuellement au téléphone (xDSL)



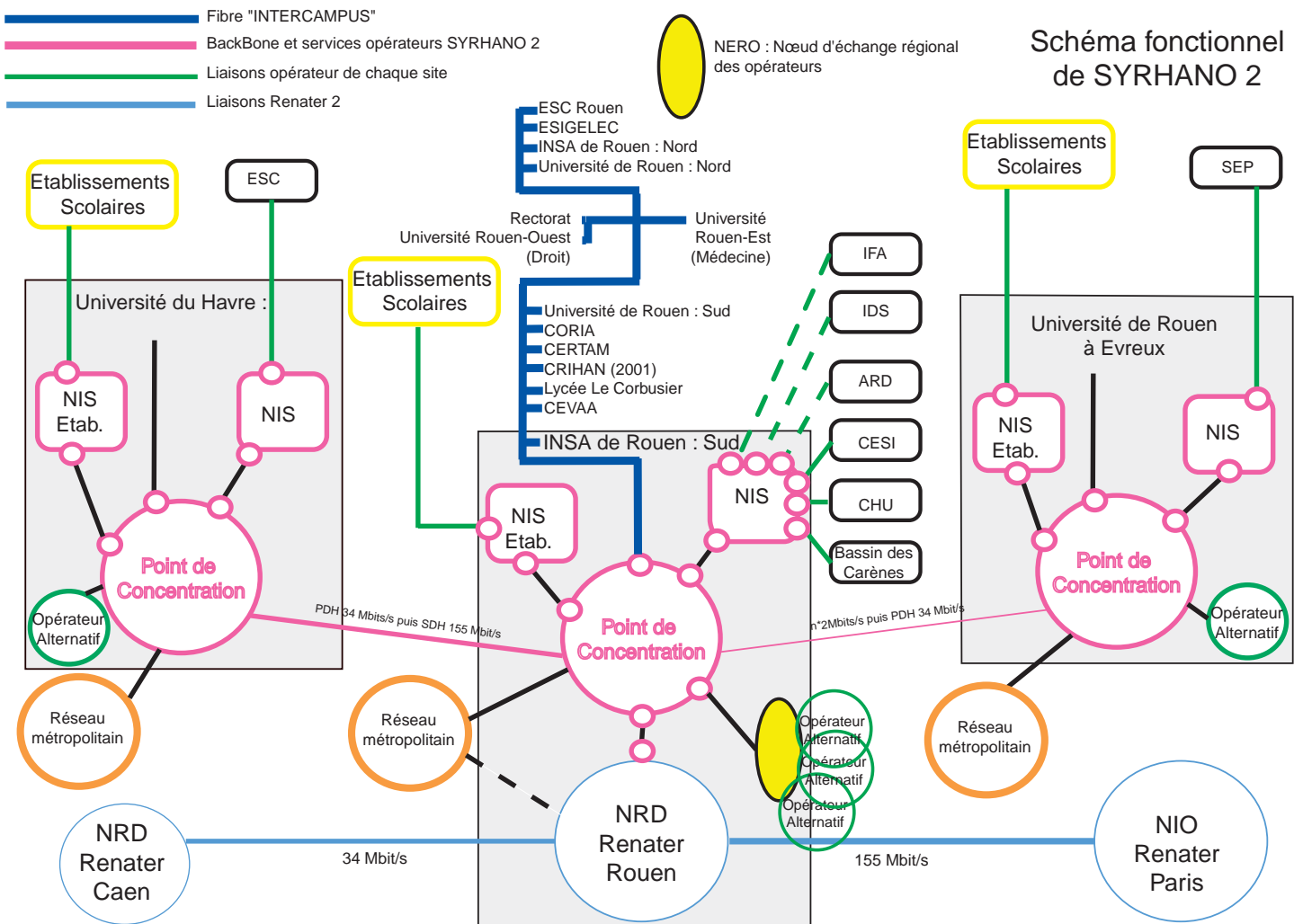
férentes comme des réseaux urbains privés, des réseaux filaires indépendants (réseau InterCampus sur Rouen), etc. Ces derniers seront probablement gérés par différents opérateurs.

De plus, certains sites naturellement raccordés sur les réseaux régionaux “Technologie - Enseignement - Recherche” depuis leurs origines ont maintenant un besoin de connexion vers d’autres infrastructures. On peut citer le cas des hôpitaux qui doivent accéder au RSS, mais cela est aussi vrai des collectivités locales et territoriales.

Pour faciliter l’échange entre ces réseaux, le nœud d’échange “NERO” est l’équivalent régional, toute proportion gardée, du GIX de RENATER. Le GIX est un point d’échange qui permet aux opérateurs qui le veulent d’échanger du trafic de manière symétrique après s’être mis d’accord sur les modalités techniques de mise en œuvre. Le GIX RENATER connecte la presque totalité des prestataires d’accès Internet de France, et plusieurs prestataires étrangers.

Le service de RENATER est assuré par un opérateur privé sous la maîtrise d’œuvre du GIP. Le CRIHAN assurera la maîtrise d’œuvre pour NERO sur SYRHANO 2.

## 2.4.5 Schéma fonctionnel de SYRHANO 2 et interaction avec le projet InterCampus



## 2.5 Agenda des événements organisés autour de SYRHANO

<b>12 Novembre 1998</b>	Assemblée Générale de l'Association Syrhano dans les locaux de l'Université de Rouen.
<b>Janvier 1999</b>	Raccordement du Rectorat de Rouen sur Syrhano. D'une liaison à 256kbit/s sur le NIS de Rouen, le Rectorat évolue, dans le cadre de l'avenant à la convention, vers une liaison directe sur SYRHANO, à 2Mbit/s.
<b>Janvier 1999</b>	Concertation avec le Rectorat et la DREC pour l'accueil des établissements scolaires privés sur les NIS.
<b>5 Mars 1999</b>	Réunion de consultation des utilisateurs d'INTERCAMPUS.
<b>Mai 1999</b>	Première mouture du programme fonctionnel d'INTERCAMPUS.
<b>26 Mai 1999</b>	Assemblée générale ordinaire de l'Association à l'INSA de Rouen pour débattre essentiellement du projet d'évolution du réseau régional.
<b>Juin 1999</b>	Préparation de l'appel d'offres pour le réseau régional de deuxième génération (c'est-à-dire avec des services alignés sur ceux disponibles sur Renater 2) : une prolongation de l'actuel réseau est envisagée jusqu'à la fin de l'année 1999). <i>(En marge, première présentation au Conseil Régional de Haute-Normandie du programme de construction du CRIHAN sur le site du Madrillet).</i>
<b>Juillet 1999</b>	Mise à jour de l'infrastructure du réseau SYRHANO, <ul style="list-style-type: none"> <li>• Augmentation de 2 à 4Mbit/s de l'axe Le Havre - Rouen,</li> <li>• Passage à 2Mbit/s sur l'axe Rouen - Evreux,</li> <li>• Passage à 2Mbit/s de la prise SYRHANO des NIS du Havre et d'Evreux,</li> <li>• Raccordement de SYRHANO à 34Mbit/s au point d'entrée RENATER 2 de Rouen.</li> </ul>
<b>21 Juillet 1999</b>	Publication de l'appel d'offres pour le réseau INTERCAMPUS, composante de SYRHANO.
<b>29 Octobre 1999</b>	Assemblée Générale ordinaire : présentation de SYRHANO et d'Inter-campus.
<b>22 novembre 1999</b>	Notifications pour INTERCAMPUS et lancement du programme.

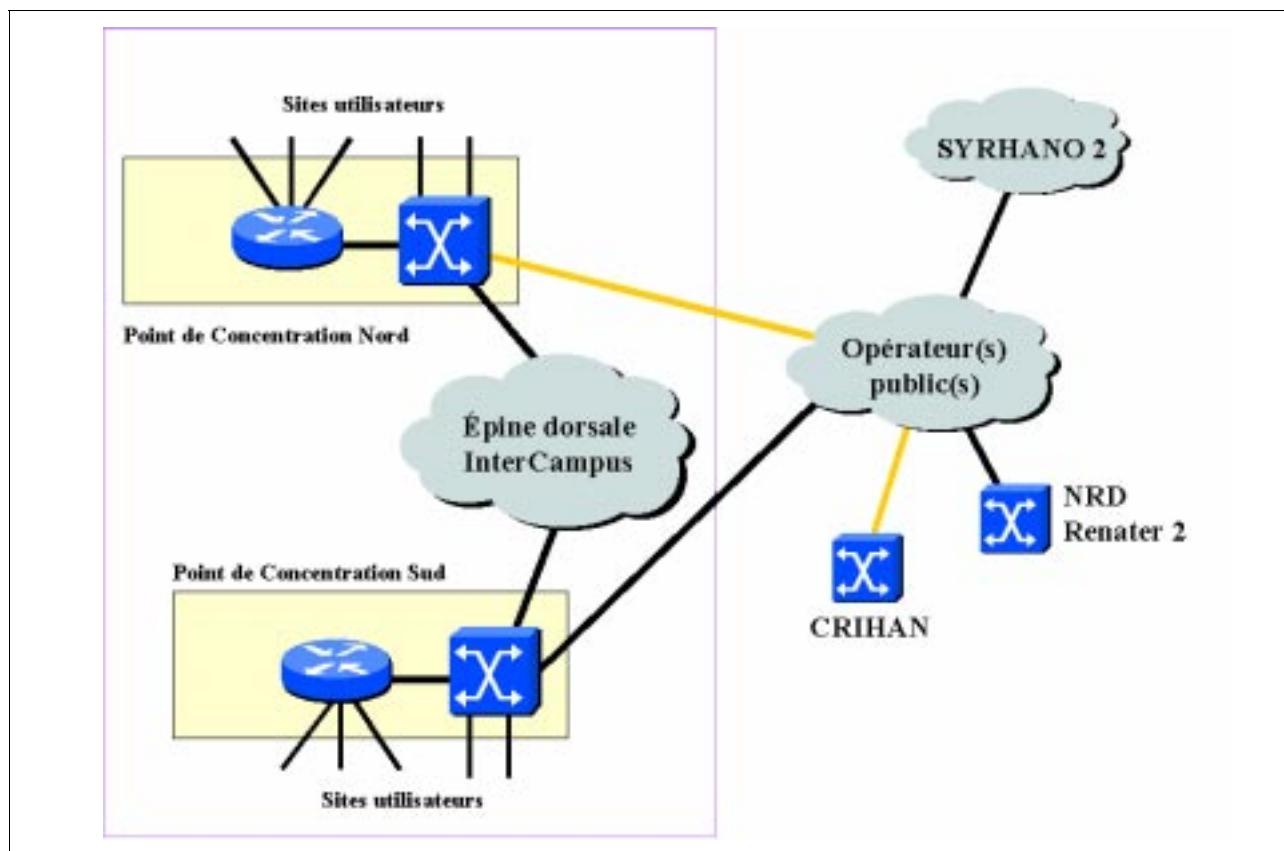
### 3 LE RÉSEAU DE L'AGGLOMÉRATION ROUENNAISE, INTERCAMPUS

#### 3.1 Pourquoi Intercampus ?

La montée en charge du campus du Madrillet avec le déploiement d'un réseau à haut débit sur le technopôle (Madrinet), l'éclatement des sites universitaires (Martainville, Pasteur, Mont-Saint-Aignan, Saint Etienne du Rouvray) et la nécessité de constituer sur la même infrastructure physique des réseaux logiques distincts (Pédagogie, Recherche, Administration, Universitaire, etc.) ont conduit à repenser l'infrastructure du réseau universitaire d'interconnexion des sites à l'échelle de l'agglomération rouennaise.

Elément constituant de SYRHANO 2 décrit plus haut, Intercampus est financé intégralement dans le cadre du contrat de plan du Bassin Parisien 1994-1999 (Article 13 : réseau pour la recherche) et le CRIHAN en est le maître d'ouvrage. La définition du cahier des charges lui revient et ce travail a été accompli après examen des besoins nouveaux et consultations et concertations avec les futurs utilisateurs (Université, Rectorat, INSAR, CORIA, CERTAM,...).

Un appel à candidatures a été lancé le 21 Juillet 1999. Après examen des dossiers de propositions par une commission technique regroupant les différents utilisateurs, la commission d'appel d'offres a pu valider le choix d'une entreprise pour les deux lots à pourvoir, le 22



Une véritable épine dorsale, infrastructure optique haut-débit, a été imaginée au travers de l'agglomération ce qui a amené à y impliquer divers partenaires comme les Mairies de Mont-Saint-Aignan, Rouen et Saint Etienne du Rouvray, la SNCF, le District, la SOMETRAR, la TCAR et l'Université.

L'utilisation de ce type de réseau nécessite une déclaration auprès de l'ART<sup>1</sup> pour obtenir une autorisation d'exploitation dans le cadre précis de réseau indépendant pour un GFU<sup>2</sup>, pour un débit nominal de 622 Mbit/s.

novembre 1999, lançant ainsi la réalisation de ce projet, avec un achèvement prévu pour le printemps 2000.

1. Agence de Régulation des Télécommunications  
2. Groupe Fermé d'Utilisateurs

## 3.2 Architecture et mode de fonctionnement du réseau

### 3.2.1 Infrastructure ATM Haut Débit

Pour satisfaire aux besoins les plus variés (bande passante et qualité de service garantie, multiplexage de réseaux logiques disjoints ou non les uns des autres sur la même infrastructure physique), une infrastructure ATM à haut débit est constituée entre les principaux sites.

Des nœuds d'interconnexion directement connectés à l'épine dorsale du réseau permettent de raccorder les sites qui le souhaitent au débit qui leur convient (de 10Mbit/s à 155Mbit/s dans un premier temps).

### 3.2.2 Infrastructure logique d'interconnexion des sites

La gestion des réseaux virtuels sur ATM permet de faire coexister des infrastructures logiques disjointes ou non sur les mêmes fibres optiques, sans sacrifier la sécurité ou la qualité de service.

Outre les économies d'échelle importantes réalisées, ce mode de fonctionnement à l'avantage de permettre une gestion dynamique des ressources attribuées à chacun des réseaux logiques et de pouvoir en modifier les caractéristiques en quasi temps réel.

### 3.2.3 Vue d'ensemble du réseau

Le programme fonctionnel a permis la sélection d'une solution technique globale pour la réalisation du réseau logique (équipements actifs, systèmes de supervision et de configuration des équipements).

L'objectif est de mettre en place une infrastructure globale et unique de communication basée sur la technique ATM, pouvant supporter de multiples utilisateurs, un large éventail d'applicatifs, et permettant une gestion efficace de critères de qualité de services associés tant aux applicatifs qu'aux réseaux virtuels dans leur ensemble. Les sites utilisateurs se raccorderont sur cette épine dorsale via des nœuds d'accès, et pourront ainsi bénéficier des services précédemment décrits. Dans une première phase, les deux campus universitaires rouennais seront raccordés à l'épine dorsale, et deux nœuds d'accès seront construits.

Le réseau InterCampus doit :

- Interconnecter entre eux les principaux sites académiques de l'agglomération rouennaise.
- Raccorder l'ensemble de ces sites sur l'infrastructure du futur réseau régional Syrhano 2, qui desservira à haut débit les agglomérations de Rouen, Le Havre et Evreux.
- Raccorder l'ensemble de ces sites sur le réseau national Renater 2 via le Nœud Régional Distribué (NRD), hébergé sur le site de l'INSA de Rouen à Saint Etienne du Rouvray.

- Servir de plate-forme de test et d'expérimentation pour les nouvelles techniques de réseau hauts débits (non décrit dans ce document).

Du point de vue qualitatif, InterCampus permet d'acheminer jusqu'aux sites utilisateurs les services offerts par Renater 2. InterCampus représente un saut en débit, service, et technologie par rapport au réseau Syrhano existant, et doit :

- offrir à l'utilisateur un service de bout en bout sur son périmètre avec une qualité de service garantie,
- être un réseau destiné à transporter simultanément voix + données + vidéo,
- permettre d'établir des réseaux privés virtuels avec une qualité de service définie,
- chercher à répondre à des besoins spécifiques de certains organismes et communautés (expérimentations, recherche sur les protocoles, validation de nouveaux services),
- offrir à l'utilisateur un service IP et ATM natif,
- pouvoir introduire progressivement les évolutions permises par IP (RSVP, IPv6.) et ATM,
- pouvoir prolonger ses services vers Renater 2, et permettre aux sites utilisateurs de bénéficier de ceux offerts sur Renater 2.

Le réseau InterCampus sera exploité par le CRIHAN, qui assurera également la maîtrise d'ouvrage du déploiement des services, en collaboration avec les sites utilisateurs au travers de conventions d'utilisation.

### 3.2.4 Description des ouvrages

Un faisceau de 36 fibres optiques monomodes sert de support à un réseau logique commun. Quelques unes de ces fibres pourront être mise à disposition des organismes justifiant d'un besoin particulier ou à titre d'expérimentation.

L'acheminement du faisceau (depuis le bâtiment principal de la Faculté des Sciences de MSA jusqu'au bâtiment de l'INSA de Rouen sur le campus du Madrillet) nécessite quelques travaux de génie civil sur la commune de Mont-Saint-Aignan, l'utilisation de fourreaux existants sur celle-ci, puis un passage par les infrastructures de la SNCF et du métrobus.

Trois points-clé sur ce parcours d'une quinzaine de kilomètres permettront le raccordement de sites supplémentaires :

- Gare SNCF rive droite (CHU, Faculté de Médecine)
- Station Théâtre des Arts (Faculté de Droit, Rectorat)
- Station Fourche Europe (Interconnexion possible avec d'autres sites des Hôpitaux de Rouen ou des services municipaux ou de District).

Enfin, le projet inclut la prolongation tout au long de l'avenue de l'Université, au Madrillet, de sorte à desser-

vir l'Université, le CORIA, le CERTAM, le CEVAA, le Lycée Le Corbusier, sans oublier le CRIHAN à partir de 2001.

### 3.3 Services proposés sur Intercampus

- Service IP généraliste (*IP, Internet Protocol, est le protocole utilisé couramment sur l'Internet*)
- Accès à SYRHANO et RENATER
- Classification éventuelle des flux, en fonction des services disponibles sur SYRHANO et RENATER
- Service ATM natif (*ATM, Asynchronous Transfer Mode désigne une technique de transport utilisée dans les réseaux à haut débit*)
- SVCs entre les sites (*Switched Virtual Circuit, circuit virtuel établi dynamiquement entre les sites, à la demande et pour un besoin et une durée déterminée*)
- Service de VP à la demande (*Virtual Path, chemin virtuel privatif établi entre deux sites au travers d'une infrastructure commune*)
- Service de VPN à la demande (*Virtual Private Network ou réseau privé virtuel établi au sein d'une infrastructure commune*)
- Supervision du réseau / statistiques d'utilisation
- Acheminement jusqu'aux sites des services de Renater 2

### 3.4 Le cadre législatif d'Intercampus

L'ART, l'Agence de Régulation des Télécommunications est une autorité administrative indépendante créée le 1er janvier 1997 suite à la loi de réglementation des télécommunications du 26 juillet 1996. Elle a pour mission de favoriser une concurrence loyale et durable au bénéfice des utilisateurs de moyens de communication.

Dans la terminologie utilisée par l'Autorité, le réseau Intercampus s'inscrit dans le cadre d'un Réseau Filaire Indépendant à Usage Partagé, au service d'une communauté d'utilisateurs pré-existante désignée sous le nom de GFU (Groupe Fermé d'Utilisateurs).

A ce titre, après établissement de conventions entre les membre du GFU utilisateur d'intercampus, une demande de licence sera déposée par le CRIHAN auprès de l'Autorité. Cette licence sera une licence du type L 33-2. Le tableau ci-après permet de se situer par rapport aux autres types de licences prévus :

Art. L.33-1 du code des P&T	Réseaux ouverts au public	<u>Demande de Licence</u>
<b>Art. L.33-2</b> <b>du code des</b> <b>P&amp;T</b>	<b>Réseaux</b> <b>indépendants</b>	<b><u>Demande de Licence</u></b>
Art. L.33-3 du code des P&T	Autres réseaux et installations	<u>Déclaration</u> Réseaux internes, réseaux indépendants < 1000 mètres, installations radioélectriques de faible puissance et de faible portée, installations radioélectriques n'utilisant pas des fréquences radioélectriques spécifiquement assignées à leur utilisateur, .....

Le terme "Usage partagé" indique que le réseau est réservé à l'usage de plusieurs personnes physiques ou morales constituées en un ou plusieurs GFU en vue d'échanger des communications internes au sein d'un même groupe.

Il est à noter que la capacité en nombre de fibres du support physique d'Intercampus autorise la coexistence éventuelle de plusieurs GFUs à partir du moment où chacun utilise un Réseau Indépendant distinct (les réseaux virtuels envisageables sur Intercampus ne sont pas reconnus pour l'instant par l'Autorité). Cependant, l'interconnexion de ces GFUs doit obligatoirement passer par le réseau d'un opérateur public.

Enfin, la licence peut donner lieu de la part de l'ART, à une taxation proportionnelle à l'étendue du réseau et à son débit nominal : ce coût entre dans le coût d'exploitation global de ce réseau.

#### 3.4.1 Montage administratif proposé pour Intercampus

- Une convention est proposée par le CRIHAN aux instances utilisatrices.

Le GFU ainsi confirmé sert de base au dossier de demande de licence L.33-2 auprès de l'ART.

- Le CRIHAN exploitant le réseau et étant chargé de la maintenance, une convention de site est établie avec chacun de ceux-ci.

### 3.5 Coût d'Intercampus

- Déploiement de l'infrastructure optique et activation : ~3,5MF
- Redevances annuelles : ~100kF (SNCF essentiellement)
- Maintenance : ~150kF/an (à provisionner)
- Renouvellement des équipements actifs : ~1-1,5MF d'ici 3 ans



## 4 PARTICIPATION DU CRIHAN AU PROJET SAFIR 2

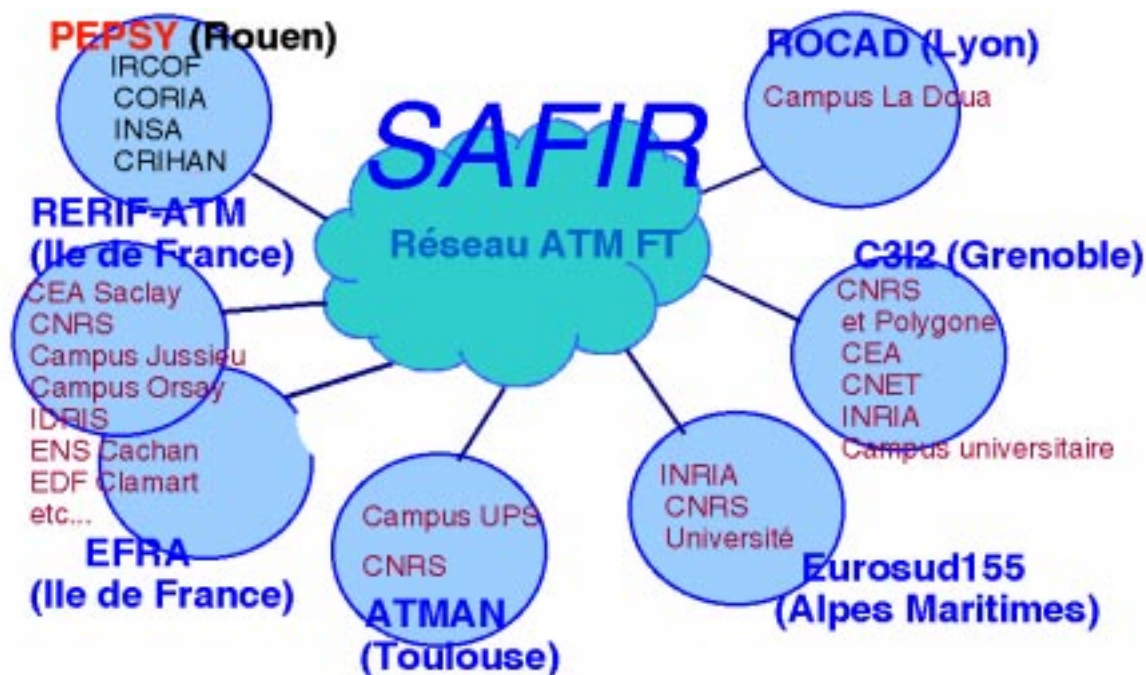
### 4.1 Qu'est-ce que SAFIR ?

L'objectif principal de SAFIR est de préparer au plan technique la réalisation de Renater 2 avec :

- validation des choix technologiques,
- acquisition de savoir-faire
- réseau support d'actions ou de projets de recherche ou d'expérimentation prioritaires comme :
- la recherche informatique (poursuite des activités démarrées dans le projet Mirihade du CNRS)
- les nouvelles technologies de communication (la technologie moderne de SAFIR permet d'expéri-

menter ou d'utiliser à titre pilote les nouveaux services qu'offre Renater 2 (transport de l'image animée et de la voix, travail coopératif).

Le programme SAFIR a démarré en Janvier 1998 et se prolonge par SAFIR2 depuis Mars 1999 : cette deuxième grande étape se caractérise par un nombre plus élevé de sites participants et vise à mieux profiter des possibilités actuelles de la technologie ATM pour ce qui concerne, notamment, la flexibilité de la bande passante, et son affectation momentanée à des projets applicatifs ponctuels ou temporaires.



SAFIR fournit aux sites ou aux plaques métropolitaines présentes sur la figure ci dessus, un service de circuits ATM

Par l'intermédiaire du réseau européen TEN-155, SAFIR peut établir des circuits ATM avec d'autres réseaux de la recherche d'Europe.

### 4.2 SAFIR et PEPSY, le concept

**PEPSY** (Plate-forme d'expérimentation et de Prototypage de SYRHANO) est un projet d'expérimentation de la technique ATM dont l'origine remonte à fin 1994 quand le CRIHAN se préoccupait déjà d'acquérir de la compétence sur cette nouvelle technique réseau afin de faire évoluer le réseau régional SYRHANO en débit et en richesse fonctionnelle.

Une infrastructure ATM a pour ce faire été déployée entre le CRIHAN et l'INSA de Rouen dès le printemps 1995, en utilisant l'offre multiservice sur ATM de France Télécom.

Basée sur la mise à disposition de VP (circuits permanents), elle a permis l'interconnexion des réseaux ATM du CRIHAN et de l'INSA pour des flux vidéo, son et données. Cette infrastructure est maintenant utilisée de manière opérationnelle. Fin 1996, le laboratoire CORIA, situé sur le campus universitaire de Mont-Saint-Aignan, non loin de l'INSA, a été rattaché à PEPSY.

De nombreux points d'expérimentation supposent l'interconnexion de plusieurs plate-formes ATM pour être résolus dans un réseau de plus grande complexité : par exemple l'adressage ATM, le routage (PNNI), la mise en forme du trafic, la gestion de la congestion, la création de réseaux logiques à base de SVC sur l'infrastructure de VP fournie par l'opérateur, l'expérimentation des nouvelles techniques de commutation d'IP sur ATM.

Le projet MIRIHADÉ (Multimédia, Inforoutes et Réseaux Informatiques à HAUT DEbit) du CNRS se préoccupait déjà, au printemps 1997, de ce genre de problèmes : en interconnectant l'infrastructure PEPSY de

Rouen avec les campus universitaires de Paris (Jussieu), Orsay, Toulouse (ATMAN) et Sophia Antipolis, MIRI-HADE a permis aux chercheurs des laboratoires du CNRS impliqués dans ce projet et aux ingénieurs des centres de ressources de disposer d'une infrastructure unique d'expérimentation.

#### 4.3 SAFIR2 et PEPSY 1999, un peu de technique....

[Décembre 1998]	Mise en œuvre opérationnelle de PNNI 1.0 (Private Network-Node Interface, le protocole dynamique de routage et de signalisation) entre Rouen et Paris sur Safir. Un commutateur Newbridge Networks 36170 est mis en place au CRIHAN. Jussieu utilise un ASX200 BX de Fore Systems. Dans les deux cas, le logiciel PNNI utilisé est mono-niveau (non hiérarchique). Une copie électronique au format PDF de la spécification PNNI 1.0 est disponible sur le serveur de l'ATM Forum.
[Janvier-Février 1999]	Evolution de Safir vers Safir 2. Le réseau Safir évolue vers Safir 2, en intégrant plusieurs nouveaux sites et en démarrant des expérimentations nouvelles.
[Mars 1999]	Mise à jour du cours ATM du CRIHAN. Le support du cours "Introduction à la technique ATM" du CRIHAN a été mis à jour pour prendre en compte l'évolution de certaines spécifications en cours d'étude à l'ATM Forum et à l'IETF, ainsi que pour tenir compte de la ratification de certaines normes. On peut citer par exemple l'adressage bi-level, le service GFR, l'interface AINA et PNNI Augmented Routing pour l'ATM Forum, NHRP et MPLS pour l'IETF. Le support du cours est mis en ligne sur la page "documentation" du serveur PEPSY au CRIHAN.

#### 4.4 SAFIR2 et PEPSY 1999, Description des expérimentations :

encore plus de technique...

##### 4.4.1 Les groupes de travail de SAFIR2

- PVC et SVC ATM avec QoS - Philippe Owezarski (LAAS de Toulouse)
- IP sur ATM SVC (MPOA / NHRP) - Hervé Prigent (CRIHAN)
- Routage ATM (PNNI) - Sylvie Dupuy (CCR<sup>1</sup>, Paris-Jussieu)
- Visioconférence et Télé Réunion sur Safir 2 - Guy Bisiaux (CRU<sup>2</sup>) et Alain Massiot (CRIHAN)
- Calcul numérique distribué - Natacha Manzano (CRIHAN)
- Téléphonie sur IP - David Crochemore (GIP RENATER, Paris)

Des réunions de travail sont organisées régulièrement entre les groupes participants à SAFIR2 :

- Réunion du 11 janvier 1999 (Renater, Paris)
- Réunion du 5 février 1999 (Renater, Paris)
- Réunion du 18 mars 1999 (CICT, Toulouse)
- Réunion du 3 mai 1999 (CISM, Lyon)
- Réunion du 1er juillet 1999 (CRIHAN, Rouen)

##### 4.4.2 Le groupe IP sur ATM SVC (MPOA / NHRP)

- Coordinateur : Hervé Prigent, CRIHAN
- Participants :
  - Patrice Tournier, CRIHAN
  - Gérard Temperman, Université de Lille 1
  - Philippe Wender, INSA Rouen
- Objectifs :
  - Suivi des travaux de l'IETF sur NHRP
    - o Normalisation
    - o Transition entre le modèle 1577 et NHRP
    - o Interaction avec les autres groupes de travail
  - Suivi des travaux de l'ATM Forum
    - o NHRP dans MPOA
  - Expérimentation de NHRP
    - o Implantations disponibles
    - o Interopérabilité
    - o Performances - limitations
    - o Interactions entre des réseaux NHRP (IETF) et MPOA
- Description de NHRP

Principes généraux : alors que les RFC 1577 et 2225 modélisent le réseau ATM comme un ensemble de réseaux IP appelés LIS, le protocole NHRP, spécifié par la RFC 2332, modélise le réseau ATM comme un ensemble de groupes de machines appelés LAGs (Local Acces Group) interconnectées deux à deux par des

1. Centre de Calcul Recherche et Réseau

2. Comité Réseau des Universités, Rennes



liaisons virtuelles appelées shortcuts. Comme c'est le cas pour les RFC 1577 et 2225, le réseau ATM sous-jacent à un ensemble de LAGs doit pouvoir être totalement maillé pour permettre l'interconnexion de n'importe quel couple de machines. Les LAGs et donc les VC's connectant les machines d'un groupe, sont établis dynamiquement sur la base de besoins applicatifs spécifiques. En l'absence de besoin particulier de qualité de service et pour des trafics ne mettant pas en œuvre de flots de datagrammes circulant d'une même source vers une même destination, le trafic inter-LAGs est routé de façon conventionnelle (les datagrammes IP sont donc routés saut par saut et non acheminés à travers des SVC ATM).

En adoptant le modèle LAG pour NHRP, l'IETF passe d'une vision des réseaux uniquement topologique à une vision applicative de ces derniers (le critère de connectivité dans un LIS étant basé sur un préfixe d'adressage IP commun alors que les machines connectées dans un LAG sont celles qui en manifestent le besoin).

NHRP est un protocole de résolution d'adresse. Il permet à un hôte IP source d'obtenir l'adresse ATM (voir note 1) d'un hôte IP destination afin d'établir une connexion dynamique avec ce dernier pour échanger des datagrammes. Les serveurs d'adresse sont appelés Next Hop Servers (NHS) et leurs clients Next Hop Clients (NHC).

L'adoption d'un modèle LAG impose l'existence de mécanismes de propagation des requêtes de résolution d'adresse de NHS en NHS, puisque deux membres d'un même LAG n'appartiennent pas nécessairement au même subnet IP et peuvent même être séparés par plusieurs sauts de routage. Pour être en mesure d'assurer la propagation des requêtes, les NHS sont connectés les uns aux autres par des circuits virtuels ATM (SVCs ou PVCs). D'autre part, les NHS sont couplés avec des entités de routage dont ils utilisent les données de topologie pour déterminer sur quelle interface propager une requête. Ces entités de routages permettent également d'annoncer les préfixes IP gérés par un NHS aux réseaux conventionnels qui lui sont connectés. La nécessité d'un tel couplage fait que les implantations logicielles des NHS sont incluses dans les systèmes d'exploitations de routeurs conventionnels pouvant disposer d'interfaces ATM, de routeurs MPOA ou d'équipements de périphérie MPOA (Edge Devices). Un NHS assure la gestion des adresses d'un ou plusieurs subnets IP. Il peut y avoir plusieurs NHS pour un même subnet IP, les serveurs étant alors synchronisés par SCSP (Server Cache Synchronisation Protocol - RFC 2334).

Les NHS connaissent par configuration les adresses IP et ATM de leurs interfaces et les préfixes IP des subnets dont ils ont la gestion. Ils apprennent les adresses IP et ATM des NHCs qu'ils servent lorsque ceux-ci leur adres-

sent des demandes d'enregistrement NHRP (NHRP Registration Packets).

Pour leur part les NHC doivent être directement connectés au réseau ATM et connaître par configuration l'adresse ATM du serveur dont ils dépendent.<sup>1</sup>

Pourquoi mettre en œuvre NHRP ?

Dans le modèle conventionnel Classical IP décrit dans la RFC 1577, les compétences de résolution d'adresse d'un serveur ARP sont limitées à son seul subnet IP d'appartenance (LIS) par les spécifications IP over ATM (RFC 1577 et 2225).

En d'autres termes, pour ces techniques, le passage d'un subnet à un autre se fait toujours par un routage IP classique, au prix d'un ré-assemblage des cellules ATM en datagrammes IP puis d'une nouvelle segmentation en cellules lorsque chacun des subnets concernés par le routage est attaché au routeur d'interconnexion par un lien ATM.

Nous avons vu au paragraphe "principes généraux" que NHRP permet de lever cette limitation en propageant de subnet en subnet les demandes de résolution d'adresse, de façon à permettre l'établissement de connexions virtuelles (shortcuts) entre des machines ATM appartenant à des subnets IP distincts.

La mise en œuvre de NHRP dans les subnets IP d'un réseau ATM offre de ce fait deux avantages principaux :

- Un gain de performance dans les transferts de données lié à l'utilisation de shortcuts pour acheminer directement les datagrammes de leur source à leur destination.
- Une diminution de la charge des routeurs intermédiaires du réseau, puisque ceux-ci ne sont sollicités que pour les trafics inter-LAGs et la propagation des requêtes et des réponses NHRP.

Vers une intégration de NHRP dans les réseaux IP/ATM existants :

La première approche, issue de l'IETF, est définie dans les RFC 1577 et 2225. Elle trouve dans NHRP une extension de ses principes fondamentaux, mieux adaptée à des réseaux ATM comportant de nombreux subnets IP.

Afin de permettre une mise en œuvre progressive de NHRP dans des réseaux au début majoritairement constitués d'équipements implantant les RFC 1577 ou 2225,

1. La spécification est définie pour IP mais n'est pas limitée à ce seul protocole. De même, quoique particulièrement bien adaptée à ATM, elle s'applique à tout réseau sans broadcast à accès multiple (NBMA, Non Broadcast Multiple Access) comme par exemple X.25 ou SMDS.

une spécification des fonctionnalités permettant la transition d'un type de résolution d'adresse à l'autre a été publié par l'IETF (Classical IP to NHRP Transition, RFC 2336).

On peut résumer cette spécification en indiquant que les NHS qui lui sont conformes doivent répondre aux requêtes ARP de type RFC 1577 ou 2225 en émulant le comportement d'un ARP-server. Ainsi, le déploiement de NHS sur un réseau Classical IP n'entraîne pas nécessairement une reconfiguration de l'ensemble des clients du service d'adresse, NHC et ARP-clients pouvant coexister et partager les services d'un même NHS.

La deuxième approche est issue des travaux de l'ATM FORUM et est décrite dans la spécification de la version 1.0 de MPOA (Multi Protocol Over ATM, af-mpoa-0087.000) publiée en juillet 1997. Des logiciels implantant cette spécification sont disponibles depuis la fin de l'année 98 ; les réseaux déployés en les utilisant intègrent par définition NHRP puisque ce protocole est un des éléments de la spécification MPOA.

Des protocoles spécifiques à des constructeurs et implantant les principaux concepts de MPOA ont, par ailleurs, été développés et mis en œuvre avant la publication de la spécification de l'ATM FORUM. L'intégration de NHRP dans de tels réseaux est réalisée en associant un NHS à l'instance de routage de chaque serveur de route.

Phases et planning :

- Dernier trimestre 1998 : début des tests sur du matériel Newbridge et Cisco
- Premier trimestre 1999 : premiers tests d'Interopérabilité
- Jusqu'à mi 1999 :
  - tests d'interopérabilité avec d'autres constructeurs
  - performances
  - déploiement test sur safir

Infrastructure WAN nécessaire :

- Safir pour déploiement test. Débit des VPs : 2Mbit/s (pas de contrainte)

Infrastructure locale nécessaire :

- Commutateurs ATM, routeurs avec fonction NHS, clients NHRP.

Matériel et logiciels nécessaires :

- Voir ci-dessus. Les premiers tests portent sur :
  - Route Server VIVID (Newbridge)
  - Cisco 7200

Références / pointeurs :

- IETF Internetworking Over NBMA (ion) Charter

- Description des mécanismes de résolution d'adresses dans NHRP (<http://www.crihan.fr/PEPSY/SAFIR/NHRP/res.html>)

#### 4.4.3 Le groupe Visioconférence et Télé Réunion sur Safir 2

- Coordinateurs : Guy Bisiaux, Université de Valenciennes et Alain Massiot, CRIHAN
- Objectifs :

- Déploiement d'un service de visioconférence "bas de gamme" utilisant les outils du Mbone (sdr, vic, vat, rat,...) sur Safir et disposer d'un outil de travail efficace pour organiser des Télé Réunion entre quelques participants. Jusqu'à présent, ces outils n'ont pas pu être exploités sur Renater dans les meilleures conditions, ceci pour différentes raisons :

- o absence de qualité de service en IP. Ce problème peut être contourné si les débits des sites sont relativement importants, de l'ordre de 2 Mb/s au minimum, avec un taux d'utilisation adapté (20% en moyenne), mais on reste toujours dans une situation aléatoire. De plus la qualité vidéo reste médiocre. Safir peut apporter des solutions à ce problème grâce aux débits potentiellement disponibles.

- o environnement périphérique du poste de travail souvent mal pris en considération, l'élément primordial étant la prise de son (souvent micro non adapté), mais également le local du poste de travail, l'éclairage, la caméra, la sonorisation (pour des groupes de personnes), etc. Le coût de ces éléments reste négligeable par rapport au coût des infrastructures réseau mais sont tout aussi importants.

- Veille technologique. Etude des solutions commerciales de visioconférence et de télé-enseignement de haute qualité. On se propose ensuite de valider des applications commerciales apportant des spécificités supplémentaires aux solutions de visioconférence du domaine public. En rapport avec les outils de visioconférence, il paraît nécessaire de valider des applications basées sur la diffusion vidéo (exemple serveur vidéo multicast en h261, solution IP/TV, RealAudio vidéo, etc.).

- Prospective avec l'expérimentation d'applications n'ayant jamais pu être utilisées sur Renater pour des raisons de capacité du réseau (manque de débit) ou pour des raisons technologiques (absence d'ATM natif). Au préalable, ces applications auront été validées sur des réseaux locaux haut débit. Il s'agit d'applications de vidéo-conférence de haute qualité, uti-

lisant des normes de compression moins destructives que les applications du MBone (exemple le mpeg1, mpeg2, m-jpeg) mais nécessitant des infrastructures réseau adaptées (débit, ATM, séparation des flux audio et vidéo sur différents VP ATM, etc.). L'objectif global étant de proposer des solutions multimédias exploitables sur Renater2.

Phases et planning :

- Phase 1 : mise en place d'outils de visioconférence
  - mise en ligne d'une notice d'emploi pour une bonne utilisation des outils sdr, vic, vat, rat, wb (installation sur différentes plate-formes, utilisation, choix des périphériques,...)
  - utilisation "quotidienne" de ces applications avec retour d'expérience
  - mise en place de solutions commerciales, utilisation et retour d'expérience
  - analyse des produits domaine public et commerciaux à partir d'une grille d'évaluation à définir.
- Phase 2 : validation de systèmes de diffusion vidéo
  - mise en accès de serveurs vidéo en mode unicast et/ou multicast, utilisation et retour d'expérience coté client et, coté serveur, interopérabilité avec d'autres constructeurs
  - analyse des solutions testées à partir d'une grille d'évaluation.
- Phase 3 : expérimentation "prospective"
  - mise en place de système de vidéo-conférence haute qualité (exemple boîtier vidéo Fore AVA/ATV, vidéobox combo, mpeg1, etc.), utilisation, retour d'expérience.
  - mise en place de serveur vidéo pour la diffusion mpeg1 et mpeg2.

#### 4.4.4 Le groupe Calcul numérique distribué

Coordinateurs : Natacha Manzano, Laurent Vervisch (CRIHAN)

Objectifs :

Expérimenter et développer l'utilisation des réseaux informatiques pour les activités de calcul numérique distribué.

- Activités / Projets en cours :
- Développement d'outils pour exploiter les possibilités du metacomputing
- Projet (Européen) METHODIS <sup>1</sup>
- Librairies PACX-MPI

- Interaction avec la qualité de service ATM : API ATM
- Validation dans un cadre industriel
- Couplage de supercalculateurs Rouen-Nancy-Strasbourg
- Post-traitement et visualisation graphique à distance
- Outils d'exploitation de calcul distribué :

Le projet METHODIS <sup>2</sup> :

Dans le cadre du projet Européen METHODIS des outils sont en développement pour faciliter l'utilisation de calcul numérique intensif distribué entre sites.

Les partenaires sont le CRIHAN, l'Université de Stuttgart RUS, les industriels AEROSPATIALE et DASA, ainsi qu'une société indépendante PALLAS chargée de commercialiser les outils.

Ces outils seront fournis aux industriels tout au long du projet dans le but d'enrichir les développements et de les valider.

Les outils de Metacomputing :

Les développements d'outils de METHODIS suivent deux directives et sont mené en parallèle :

- L'une concerne le développement de librairies PACX-MPI chargées de gérer les échanges de messages pour des codes parallélisés utilisant MPI. Ces librairies n'apportent pas d'extension à MPI et ne demande pas de modification dans les sources des codes. Elles utilisent les appels MPI pour les échanges internes à la machine et les protocoles standards (TCP-IP, hippi) pour les échanges entre machines distantes.
- Le second développement se porte sur une interface ATM permettant d'utiliser efficacement les réseaux ATM. Cette interface se basera sur les APIs XTI et devra permettre de choisir la qualité de service ATM en fonction des besoins de l'application, c'est à dire en fonction de sa quantité de données à transférer et de la fréquence des transferts. A terme, l'utilisation des services ATM s'ajoutera à la liste des protocoles standards mis à disposition (TCP, hippi). Accéder aux services ATM en programmant en ATM natif, et donc négocier la qualité de service en fonction des besoins, devrait minimiser le rôle néfaste qu'est la composante réseau pour les applications distribuées.

Infrastructure WAN nécessaire :

Safir jusqu'à Paris puis TEN-155(?) jusqu'à Stuttgart.

1. METacomputing TOols for DIstributed Systems

2. Le rôle du CRIHAN dans ce projet est décrit plus abondamment dans les pages suivantes

Débit des VPs : 2Mbit/s puis augmentation en fonction des besoins.

Matériel et logiciels nécessaires :

- Supercalculateurs : SGI Origin2000 du Crihan, Cray T3E de l'université de Stuttgart.
- Driver de cartes ATM pour SGI : NIC FORE, API ATM FORE

Post-traitement graphique :

Les moyens de calcul permettent maintenant d'étudier des cas de plus en plus complexes et d'obtenir de plus en plus de résultats impliquant des problèmes de post-traitement graphique. L'IPSL (Institut Pierre Simon Laplace), à Jussieu, utilise des moyens de calcul nationaux et internationaux pour réaliser des simulations liées à l'étude du climat (IDRIS, ECMWF, SINTEX). Il s'ensuit un besoin de "post-traiter" les résultats de ces simulations. Cela est possible à l'aide du logiciel IDL qui permet d'associer des calculs et des visualisations. Les parties calcul et préparation de l'affichage se font au CRIHAN, la partie visualisation en local sur Jussieu via la liaison ATM.

#### 4.5 Le projet OR, Optimisation des réseaux

Le projet OR a pour objectif de valider l'utilisation des transmissions satellitaires dans la mise en oeuvre de services standards de l'Internet.

Ce projet, à l'initiative de RENATER et du CNES est développé par ALCATEL SPACE et ses partenaires associés : INRIA, SOFTWAY et POLYCOM.

L'objectif est de mettre en place, sur une durée de 10 mois (fin du projet prévue pour la rentrée scolaire 1999 avec une mise en exploitation industrielle des technologies développées) les 4 services suivants :

- diffusion MBone,
- miroir de sites FTP,
- miroir de forums de News,
- miroir de cache W3,

sur un réseau satellitaire reliant 12 sites :

- L'Université de Jussieu à Paris,
- Le CNES à Toulouse,
- L'UTC à Compiègne,
- Le CRIHAN à Rouen,
- Le CIRIL à Nancy,
- Le CRC à Strasbourg,
- Le Campus de Villeneuve d'Ascq à Lille,
- Le Campus de la Doua à Lyon,
- Le Rectorat et CICG sur le Campus de St Martin d'Hères à Grenoble,
- Le CRI à Rennes,
- Le Campus du Mont HUY à Valenciennes,

- L'INRIA à Sophia-Antipolis,

Les services sélectionnés présentent les caractéristiques communes suivantes :

- Consommation importante de bande passante sur le réseau
- Diffusion des données simultanément à plusieurs destinataires.

On s'appuiera donc sur le Multicast et les travaux de l'INRIA dans ce domaine avec un support complet de la technologie UDLR du projet RODEO.

Cette expérimentation devra permettre de mettre en évidence les apports du satellite, par nature dédié à la multi-diffusion, pour la transmission de flux importants vers plusieurs destinataires.

L'architecture mise en place dans le cadre du projet OR est basée sur les solutions développées par l'INRIA (cf. projet RODEO) et en particulier sur les méthodes de transmission de datagrammes IP encapsulés dans des flux DVB sur le réseau satellitaire. Cette technologie permettant au site récepteur d'utiliser le même équipement standard que pour la réception des chaînes de télévision par satellite.

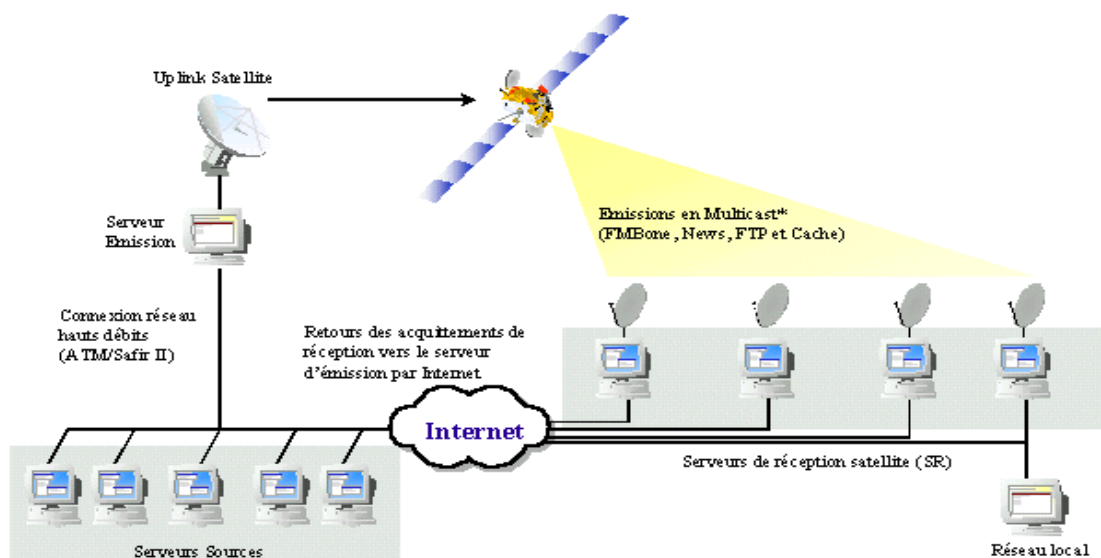
L'implémentation du système respecte le principe UDLR en cours de standardisation à l'IETF où l'animation du Working Group UDLR est assurée par l'INRIA.

Le réseau est constitué d'un serveur d'émission connecté à l'Internet et à l'université de Jussieu par le réseau SAFIR2 via un VP ATM de 2Mbits. Ce serveur distribue ensuite les informations aux serveurs de réception.

L'émission des différents flux IP est faite en multicast. Cette technologie permet une diffusion unique de l'information, c'est-à-dire que les paquets IP sont envoyés une seule fois en direction de plusieurs destinataires. On ne sature donc pas la bande passante en multipliant le nombre de paquets par le nombre de destinataires. Cette technologie est particulièrement adaptée à la diffusion par satellite qui par nature tend à diffuser l'information à grande échelle.

Les flux FMbone, Miroirs FTP, Cache W3 et News sont diffusés par le serveur d'émission en direction des serveurs de réception. Ils peuvent ensuite être redistribués à travers les réseaux locaux connectés à ces serveurs.

Schéma de fonctionnement du réseau.

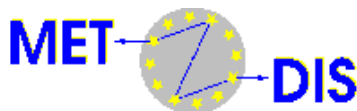


Le réseau se compose des éléments suivants :

- Une station d'émission localisée à l'INRIA Sophia-Antipolis, composée d'un PC (serveur d'émission), sous système UNIX doté d'une carte DVB ComAtlas, de la capacité disque et mémoire suffisantes, d'une carte Ethernet 100BT reliant le PC au réseau local d'interconnexion avec Safir/Renater, une antenne d'émission satellitaire, une capacité d'émission satellitaire, un multiplexeur permettant de faire coexister sur le canal montant des flux de développement, d'exploitation et d'expérimentation.
- De stations de réception localisées sur les sites récepteurs, composées d'un PC (serveur de réception) sous système UNIX doté d'une carte DVB ComAtlas, de la capacité disque et mémoire suffisantes, de deux cartes Ethernet permettant la connexion à l'Internet et au réseau local. Ce réseau local peut être le réseau de production du site, auquel cas toutes les machines du site bénéficient des flux délivrés dans le cadre de l'expérimentation. Ce réseau local peut être inexistant auquel cas seule la machine serveur reçoit les flux et est utilisée comme client dans l'expérimentation. En option la liaison avec l'Internet peut se faire en PPP V34 ou RNIS à travers n'importe quel ISP. S'ajoute une antenne parabolique de réception satellitaire ordinaire (TV numérique avec LNB) de 80cm.

## 5 LE PROJET EUROPÉEN METODIS

Intersection des compétences entre les techniques réseau, les moyens de calcul et le développement de logiciels, METODIS<sup>1</sup> (projet européen ESPRIT 29909) met concrètement les moyens du CRIHAN au service du calcul distribué :



Durée : 2 ans, janvier 1999 - janvier 2001

Partenaires :

- RUS HLRS (Université de Stuttgart-Allemagne)
- DASA (Stuttgart-Allemagne)
- Aérospatiale (Suresnes-France)
- Pallas GmbH (Brühl-Allemagne)
- CRIHAN (Rouen-France)

### 5.1 Présentation générale

Les logiciels dédiés aux applications industrielles d'envergure, nécessitent des ressources informatiques sans cesse croissantes. Cette tendance accompagne l'évolution des modèles scientifiques et des logiciels de simulation numérique, qui sont de plus en plus comple-

xes. En effet, chez nos partenaires de l'aéronautique et de l'aérospatiale (DASA - Aérospatiale), les simulations complète (mécanique des fluides, combustion, déformation des structures) pour un avion ou un lanceur sont aujourd'hui envisagées.

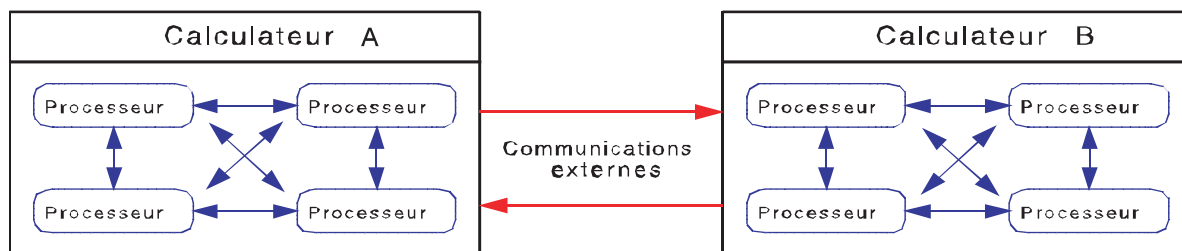
Ce type d'applications, exige des capacités de stockage (mémoire) et de traitement (temps de calcul) très importantes. C'est pourquoi, actuellement, ces logiciels scientifiques s'appuient sur des techniques de parallélisation, capables d'exploiter les différents processeurs d'un super-calculateur.

Les performances d'un seul calculateur sont cependant parfois encore insuffisantes en stockage et nécessitent des temps de simulation trop grands (de l'ordre de plusieurs jours) pour permettre des études efficaces et rentables.

L'objectif du projet METODIS est donc d'étendre ces applications parallèles à l'exploitation de plusieurs super-calculateurs en réseau (c'est ce qu'on appelle le "Metacomputing") et cela grâce à l'accès simultané à des ressources informatiques réparties au niveau européen. On distribue ainsi les différentes tâches, que doit effectuer une même application, sur un ensemble de processeurs constitués par l'association de plusieurs calculateurs.

La figure ci-après rend compte de ce principe pour deux calculateurs, A et B :

#### 1. Metacomputing Tools for Distributed Systems



L'application profite ainsi des capacités, de stockage et de traitement, cumulées des différentes machines.

Pour que l'application fonctionne, certaines données doivent étre échangées entre les processeurs de cet ensemble, car les différentes tâches à effectuer sont interdépendantes.

Cela repose sur des communications internes (entre les processeurs d'une même machine) et externes (avec les processeurs des autres machines).

En conséquence, les temps de communication, qui caractérisent les transferts de données, interviennent dans le coût global du Metacomputing.

Ainsi, la qualité et l'exploitation du réseau de communication ont un rôle essentiel dans l'efficacité de cette association de machines.

C'est en s'appuyant sur les calculateurs et réseaux à hauts débits (Syrhano, Renater,...), dont disposent les centres de calcul Européens, que le Metacomputing sera en mesure d'augmenter considérablement les performances et la rentabilité des applications industrielles.

## 5.2 Principe de fonctionnement, rôle des partenaires

Le projet METODIS est principalement basé sur une grande flexibilité d'utilisation et une exploitation optimale des ressources réseau.

Le modèle de programmation s'adapte aux logiciels industriels, développés avec le langage de parallélisation MPI (Message Passing Interface).

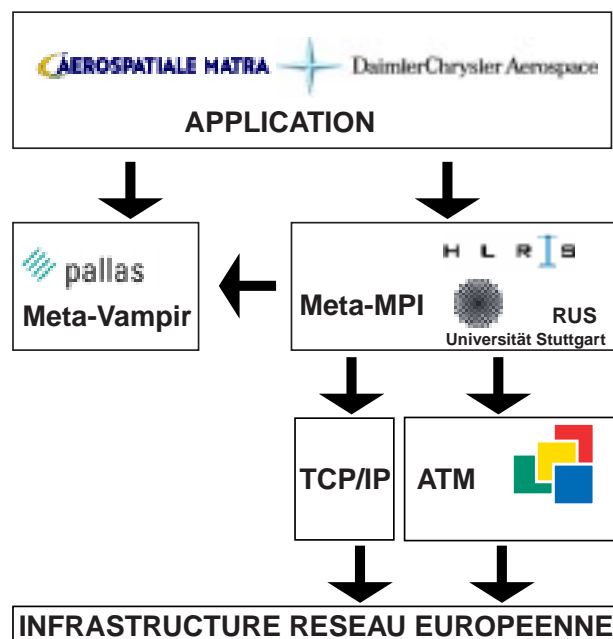
Les appels aux fonctions standards de ce langage sont redirigés automatiquement vers les nouvelles bibliothèques, développées dans ce projet et qui permettent le Meta-computing.

Cela ne nécessite aucune modification du code source initial. Ainsi, les modifications, que doit apporter l'utilisateur, se résument à l'élaboration préalable d'un fichier qui indique simplement les protocoles de communication (TCP/IP, ATM) entre les différents calculateurs en présence.

Afin d'obtenir et renforcer l'efficacité des communications externes, le modèle de programmation peut s'adapter à différents protocoles :

- Le protocole TCP/IP est disponible sur toutes les machines et sera utilisé par défaut.
- Un second protocole, ATM, permettra une exploitation beaucoup plus efficace des ressources du réseau, pour les machines possédant le matériel (cartes) approprié.

L'interaction des différents programmes développés pour le Metacomputing et le rôle de chaque partenaire sont schématisés sur la figure suivante.



- Le module Meta-MPI (RUS) assure l'extension du langage MPI. Ce programme doit émuler l'ensemble des fonctions standards MPI, pour des processeurs répartis sur différentes machines. Cette interface est ainsi amenée à gérer les communications internes et externes entre processeurs. Pour les communications externes, ce module fait appel aux fonctions du protocole TCP/IP ou à l'interface développée au CRIHAN pour l'utilisation du protocole ATM.
  - L'interface au protocole ATM (CRIHAN), fournit un ensemble de fonctions permettant une utilisation flexible et sécurisée des ressources ATM. En particulier, une méthode de retransmission des données perdues doit être implémentée (voir ci-après). D'autre part, cette interface doit optimiser l'exploitation des ressources réseau, afin de réduire les coûts de communication.
- L'objectif est d'adapter la qualité de service réseau (classe de service UBR ou CBR, débit d'information,...) en fonction des transferts de données effectués par l'application.
- Le programme Meta-Vampir (Pallas) est un outil d'analyse qui caractérisera l'exploitation du réseau et les performances apportées par le Metacomputing.
  - DASA et Aérospatiale proposent les applications parallèles qui permettront de valider l'ensemble des modules développés.

Coté CRIHAN, ce projet se poursuit en étroite collaboration avec le RUS, afin d'établir les modalités de dialogue entre le module Meta-MPI et l'interface ATM. Ceci se finalisera dans les mois à venir, par les premiers essais de Metacomputing basés sur le protocole ATM.

### ***5.3 Généralités sur l'interface au protocole ATM développée par le CRIHAN***

Dans le contexte actuel de développement des technologies, le fonctionnement d'un ensemble de machines en réseau reste limité principalement par les temps de communication. En effet, par rapport au temps de traitement de l'information elle-même, le temps de transfert des données est trop important pour pouvoir être négligé. L'efficacité apportée par le Metacomputing repose donc en grande partie sur la performance des communications externes.

L'objectif de l'interface au protocole ATM est de permettre une exploitation flexible et efficace des ressources réseau. Son développement dépend des possibilités offertes par la technologie ATM, mais aussi des fonctionnalités que l'interface doit fournir aux utilisateurs.

Par exemple, la confirmation des transferts de données n'est pas disponible sur les drivers de carte ATM. Un module de retransmission des données perdues doit donc être implémenté.

Le développement de cette interface suit différents axes, qui sont les suivants :

- Un module de retransmission permettra des transferts sécurisés. C'est la méthode SMART (Simple Method to Aid ReTransmissions) qui a été choisie. Les sources d'un logiciel mettant en œuvre cette stratégie, sont fournies par Bernd Reuther (Université de Kaiserslautern).
- Une analyse statistique des transferts permettra d'optimiser la qualité de service ATM, en fonction des besoins de l'application parallèle.
- Un module de gestion des événements, situé juste en amont du driver ATM, pilotera l'ensemble de l'interface. L'objectif est de proposer un service de communications non-bloquantes (ou asynchrones), qui est plus efficace que le mode bloquant. D'autre part, ce module doit fournir une utilisation flexible et sécurisée du driver.

Ces trois axes de développement fournissent l'opportunité de propositions de stages à des étudiants de l'ESIGELEC. Ce projet s'inscrit dans le cadre d'une collaboration plus active avec l'ESIGELEC qui souhaite renforcer la partie recherche de ses activités. Une étude scientifique précédera les stages proprement dits et portera sur la recherche et l'analyse des solutions éventuellement existantes dans ce domaine pointu.



## 6 LE CENTRE DE CALCUL

### 6.1 Pôle de numérisation et supercalculateur Illiac8 du CRIHAN

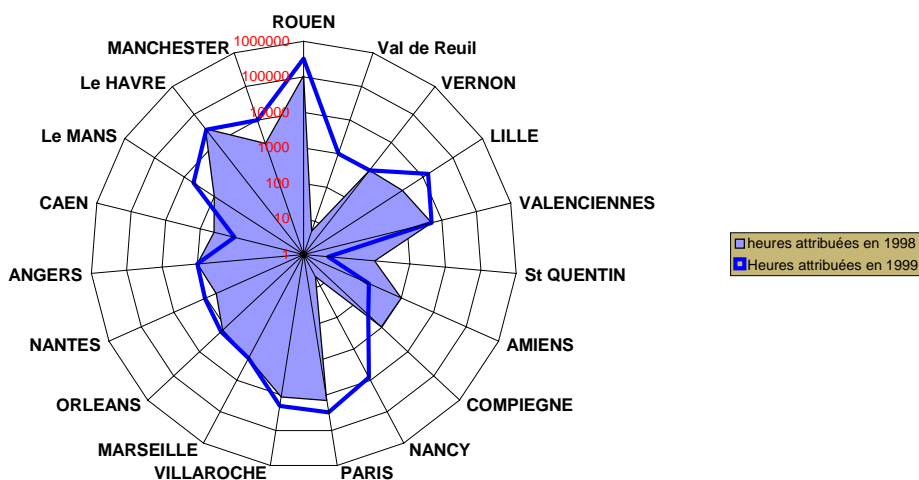
Le centre de calcul a atteint une phase de plein emploi de ses ressources et son ouverture aux industriels est marquée par l'accord de partenariat établi avec la SNECMA.

#### 6.1.1 Le positionnement et le rayonnement du supercalculateur "Illiac8"

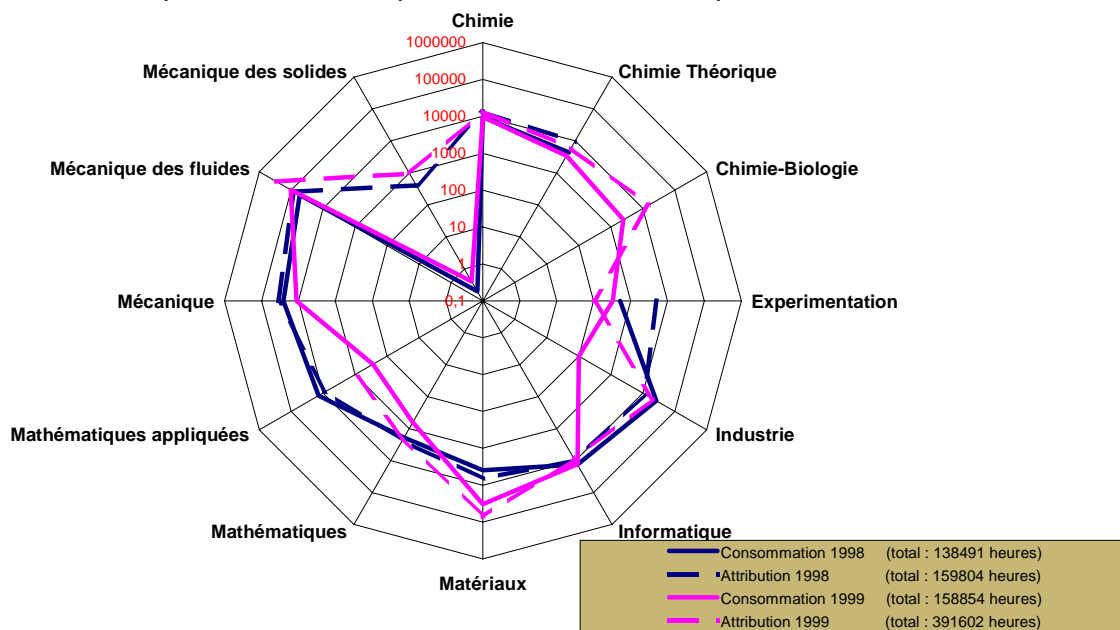
Les deux graphiques ci-après représentent :

- l'origine géographique des structures utilisatrices. En rouge sur le premier graphique, le nombre d'heures de calcul attribuées par secteur. La surface bleue correspond à l'année 1998, le contour bleu, la situation en 1999.
- les thématiques concernées par ce type d'architecture de calcul

**Supercalculateur parallèle "Illiac 8" :**  
**Origine géographique des sites utilisateurs,**  
répartition et évolution des quotas d'heures de calcul attribués entre 1998 et 1999



**Supercalculateur parallèle "Illiac 8" :**  
répartition et évolution des quotas d'heures de calcul attribués, par thème, entre 1998 et 1999



### 6.1.2 Les structures utilisatrices du supercalculateur Illiac8

Les utilisateurs sont des laboratoires situés dans le Bassin Parisien ou participant à un projet de recherche commun avec un de ceux-ci.

Etablissement	Laboratoire	Sigle	Ville
Complexe de Recherches en Aérothermochimie		(CORIA)	
“	Laboratoire de Mécanique des Fluides Numériques	(LMFN - CORIA)	
“	Laboratoire d'Energétique des Systèmes et Procédés	(LESP - CORIA)	INSA de Rouen
“	Laboratoire Aérothermique Moteur et Environnement	(LAME - CORIA)	INSA de Rouen
“	CORIA - UMR CNRS 6614	(CORIA - UMR CNRS 6614)	Université de Rouen
Institut de Recherche en Chimie Organique Fine		IRCOF	IRCOF Rouen
“	Centre Régional Universitaire de Spectroscopie	(CRUS - IRCOF)	“
“	Laboratoire des Fonctions Azotées et Oxygénées Complexes	(LFAOC - IRCOF)	“
Institut National des Sciences Appliquées de Rouen		(INSAR)	Rouen
“	Laboratoire de Mathématiques de l'INSA	(LMI - INSAR)	“
“	Laboratoire de mécanique de Rouen	(LMR - INSAR)	“
Université Technologique de Compiègne		(UTC)	
“	Laboratoire de Génie Mécanique pour les Matériaux et les Structures	(LG2MS - UTC)	Univ.Tech. Compiègne
Université du Havre		(UH)	
“	Laboratoire de Mécanique	(LM - UH)	Le HAVRE
“	Institut Supérieur Universitaire d'Etudes Logistiques	(ISEL)	“
“	Laboratoire d'Analyse et des Commandes de Système	(LACOS)	“

Etablissement	Laboratoire	Sigle	Ville
Université de Picardie Jules Vernes		(UPJV)	
“	Laboratoire de Recherche en Informatique d'Amiens	(LaRIA - UPJV)	Amiens
“	Groupe de Recherche sur l'Analyse et la Commande Système, INSSET	(GRACSY - UPJV)	St Quentin
Perception, Systèmes, Information		(PSI)	
“	Laboratoire d'Informatique de Rouen	(PSI-LIRINSA)	INSA Rouen
“	Laboratoire Images et Informatique Industrielle	(PSI - LA3I)	Université Rouen
Université des Sciences et Technologies de Lille		(USTL)	
“	Laboratoire de Mécanique de Lille	(LML - USTL)	Université LILLE
“	Centre de Recherches et d'Etudes en Simulations et Modélisation Moléculaires	(CRESIMM)	Université Villeneuve d'Asq
Université d'Orléans		(UNIV ORLEANS)	
“	Mathématiques et Applications, Physique Mathématique d'Orléans	(MAPMO)	ORLEANS
Institut des Sciences de la Matière et du Rayonnement de Caen		(ISMRA)	
“	Laboratoire de Catalyse et Spectrochimie	(LCS - ISRMA)	CAEN
Université de Marne la Vallée		(UMLV)	
“	Le Laboratoire d'informatique de l'Institut d'électronique et d'informatique Gaspard-Monge	(LaboInfo IGM - UMLV)	Marne la Vallée
“	Laboratoire de Modélisation et Simulation Numérique des Phénomène de Transport	(MSNPT - UMLV)	Marne-La-Vallée

Etablissement	Laboratoire	Sigle	Ville
Office National d'Etudes et de Recherches Aérospace - Chatillon		(ONERA - Chatillon)	
“	Département Simulation Numérique des Ecoulements et Aéroacoustique - ONERA	(DSNA - ONERA)	Chatillon (92)
Université de Caen		(UC)	
	Laboratoire de Mécanique - UC	(LM-UC)	Caen
Université d'Angers		(UA)	
“	Propriétés Optiques des Matériaux et Applications	(POMA - UA)	Angers
Université Blaise Pascal de Clermont-Ferrand		(UBPCF)	
“	Synthèse, Electrosynthèse, Etude de Systèmes à Intérêt Biologique	(SEESIB - UBPCF)	Clermont-Ferrand (collaboration ISMRA, Caen)
Université de Rouen		(UR)	
“	Institut Universitaire Professionnalisé	(IUP)	Rouen
Université du Maine		(UM)	
	Laboratoire de Physique de l'Etat Condensé	(LPEC)	Le MANS
Université de Reims Champagne-Ardenne		(URCA)	
“	Réactions Sélectives et Applications	(UMR CNRS 6519)	REIMS
Institut National Polytechnique de Toulouse (INP-ENSEEIH), UMR CNRS 5502 SPI, Université Toulouse 3	Institut de Mécanique des Fluides de Toulouse	(IMFT)	Toulouse
Université Paris XI	Institut d'Electronique Fondamentale	(IEF)	ORSAY
Université d'Orléans	Laboratoire d'informatique Fondamentale d'Orléans	(LIFO)	Orléans
Université PARIS 6	Institut Pierre-Simon-Laplace	(IPSL)	Paris
Université de Rouen	Groupe de Métallurgie Physique	(GMP)	Rouen

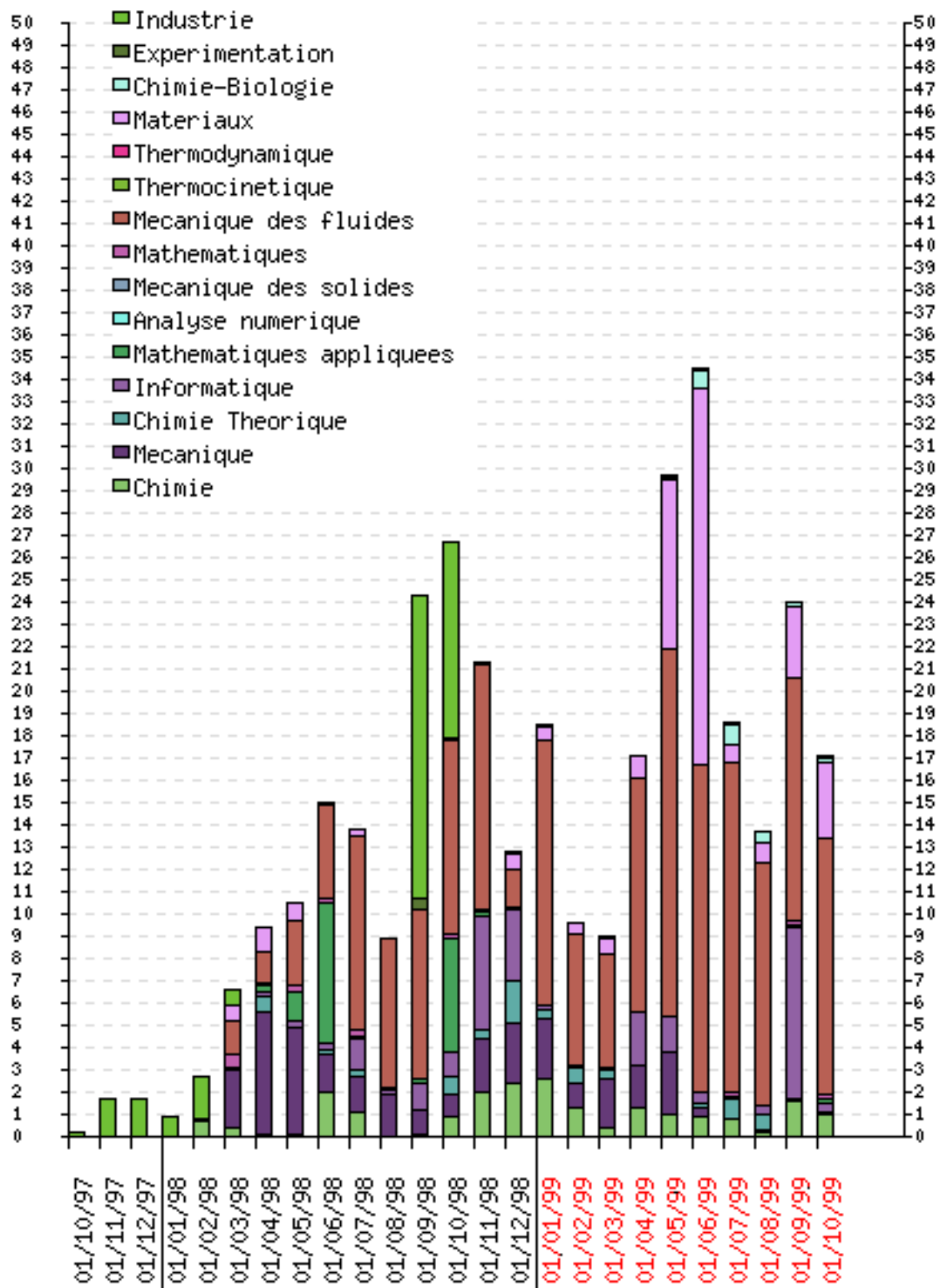
Etablissement	Laboratoire	Sigle	Ville
Université PARIS 6	Laboratoire de Chimie Théorique	(DIM)	PARIS
Université du Maine, Le Mans	Chimie et Physique des Matériaux Polymères	(CPMP)	Le Mans
ISITEM	Laboratoire de Thermocinétique	(LTI)	Nantes
Grand Accélérateur national d'ions lourds		(GANIL)	Caen
University of Manchester Institute of Science and Technology		(UMIST)	Manchester
Université PARIS 5	Laboratoire de Pharmacochimie Moléculaire et Structurale	(PMS)	Paris 5
Hispano-Suiza		(Hispano-Suiza)	Le Havre
Institut du Développement et des Ressources en Informatique Scientifique		(IDRIS)	Orsay
Centre de Ressource Informatique de Haute Normandie		(CRIHAN)	Rouen
SNECMA		(SNECMA)	Villaroche
SEP		(SEP)	Vernon
Université du Havre	Laboratoire d'Informatique du Havre	(LIH)	Le Havre
UNIVERSITE CLAUDE BERNARD LYON 1	Centre pour le Développement du Calcul Scientifique parallèle	(CDCSP)	Lyon
Université de Rouen	Laboratoire d'Informatique Fondamentale et Appliquée de Rouen	(LIFAR)	Rouen
CNRS	Laboratoire de mécanique et d'acoustique de Marseille	(LMA)	Marseille (en liaison avec Codiciel, Rouen)
Université de Valenciennes	Laboratoire de Mécanique des Fluides et Energétique	(LMFE)	Valenciennes
CNRS UPR 1311	Laboratoire d'Ingénierie des Matériaux et des Hautes Pressions	(LIMHP - UPR CNRS 1311)	Villetaneuse
CNRS UMR 1772	Physicochimie et Pharmacologie des Macromolécules Biologiques	(UMR CNRS 1772)	Institut Gustave Roussy, VILLEJUIF

Etablissement	Laboratoire	Sigle	Ville
Bassin d'Essais des Carènes - DGA		(Bassin d'Essais des Carènes)	Val de Reuil
Université de Paris Sud	Laboratoire de Physique Théorique	(LPT)	Paris
CERFACS		(CERFACS)	Toulouse
Université Henri Poincaré, Nancy-I	Laboratoire de Physique des Matériaux	(LPM-UMR CNRS 7556)	Nancy (collaboration avec le GMP de Rouen)
Aérospatiale		(Aérospatiale)	Suresnes
CNRS	Laboratoire de Combustion des Systèmes Réactifs	(LCSR)	Orléans
Universidad Politécnica de Madrid-DMT		(UPM-DMT)	Madrid (collaboration avec LML/ USTL de Lille)
CNRS	Laboratoire d'Aérodynamique	(LA- UPR CNRS 9020)	Orléans
Ecole centrale Paris	Laboratoire d'énergie moléculaire et macroscopique, combustion	(EM2C- UPR CNRS 288)	Paris

### 6.1.3 Répartition des heures de calcul sur Illiac8, par thématique de recherche

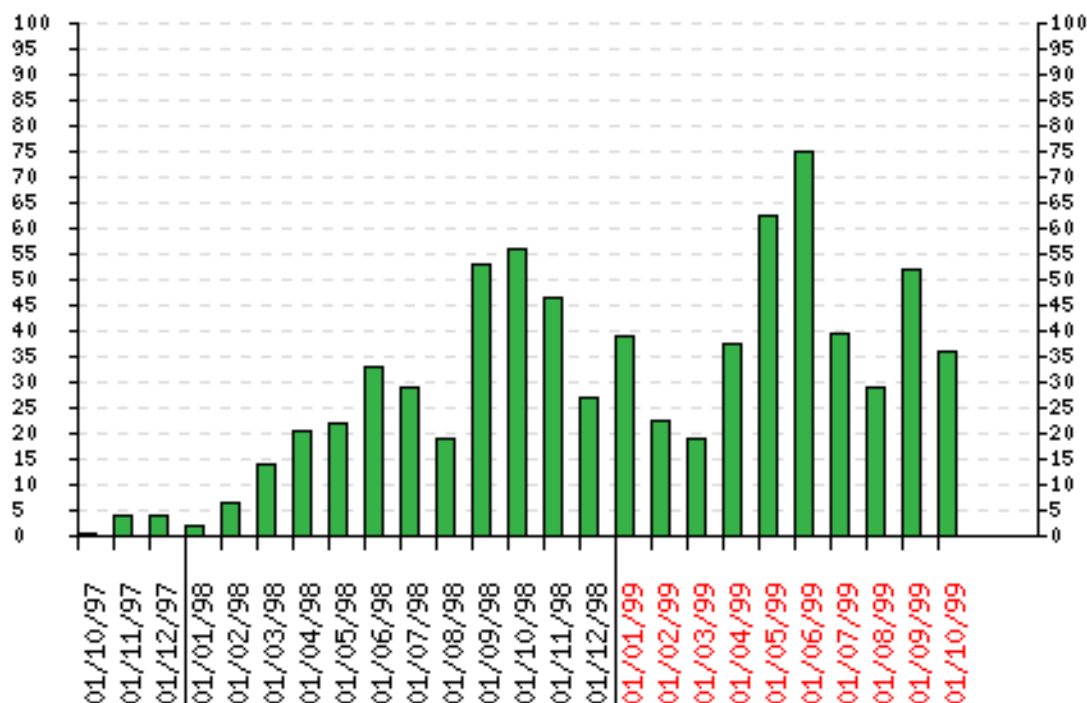
Le graphique ci-après représente ces thématiques de recherche. Sa lecture est plus aisée en sachant que

l'ordre des couleurs de la légende correspond à celui des barres du diagramme. Les heures sont exprimées en milliers



#### 6.1.4 Pourcentage d'occupation des capacités du supercalculateur Illiac8

Le graphique suivant représente le pourcentage d'utilisation de la puissance globale de la machine Illiac8.



### 6.2 Le supercalculateur du CRIHAN au service de la recherche industrielle : SNECMA

- Un accord de partenariat a été passé entre la SNECMA et le CRIHAN le 3 septembre 1999.
- Le communiqué de cet accord est présenté page suivante, mais on peut résumer les points qui relient les deux partenaires :
- La SNECMA souhaite renforcer et intensifier l'utilisation de la modélisation numérique et du calcul intensif pour ses activités de conception recherche et développement;
- Le CRIHAN exploite des machines de calcul multiprocesseurs à mémoire distribuée utilisables par les laboratoires de recherche publique et privée. En particulier, les plus grosses activités de modélisation numérique du laboratoire CORIA (UMR CNRS 6614) s'appuient sur les ressources du CRIHAN. Le CRIHAN possède également des compétences avancées dans le domaine de réseaux intelligents à haut débit adaptés au développement du calcul distribué (projet européen METODIS).
- La SNECMA et le CRIHAN souhaitent développer leurs coopérations dans le partage des moyens de calcul intensif, l'étude prospective des architectures d'ordinateurs pour le calcul scientifique, l'optimisa-

tion des programmes de calcul et l'échange de compétences sur les réseaux à très haut débit et leurs usages.

Les principes du partenariat sont :

- La mise à disposition de la SNECMA des ressources de calcul du CRIHAN pour des calculs de recherche et des configurations exceptionnelles. En pratique, de très gros calculs seront programmés dans des périodes déterminées, utilisant eux-même un certain nombre des processeurs réservés sur la machine.
- Un écrêtage conjoncturel de la charge de calcul de la SNECMA sur les moyens informatiques du CRIHAN sera rendu possible.
- La SNECMA pourra recourir à l'expertise du CRIHAN pour les techniques informatiques liées au calcul scientifique : architectures, réseaux, optimisation de codes, exploitation des gros systèmes, travail coopératif et traitement distribué.
- Le CRIHAN réalisera des travaux de prospective sur les évolutions du calcul scientifique intensif (matériels et logiciels).
- De même pour des travaux d'adaptation et d'optimisation des codes de calcul.



Le premier créneau de séquences de calcul de la SNECMA est programmé pour décembre 1999. Pour assurer la qualité du service contracté avec SNECMA (réservation de 32 processeurs et 10 Go de mémoire pendant 10 jours), il a fallu mettre en place un partitionnement logique de la machine à l'aide des outils système fournis par le constructeur : trop récents par rapport au support de ce dernier, leur mise en œuvre a exigé une importante série de tests et de mises au point sur une machine de même architecture, par le service systèmes du CRIHAN.

Rouen - 3 septembre 1999

**SNECMA s'associe au CRIHAN pour ses besoins de calcul scientifique intensif**

La Société Nationale d'Etudes et de Construction de Moteurs d'Avion (SNECMA) et le Centre de Ressources Informatiques de Haute Normandie (CRIHAN) s'engagent dans un accord de coopération pour le partage de moyens informatiques en matière de calcul scientifique.



Messieurs M. Laroche et D. Vandromme, signataires de l'accord de coopération.

Le CRIHAN est équipé d'une machine parallèle de grande puissance (vgi O2000 de 64 processeurs et 32 Go de RAM) mise en œuvre dans le cadre du Pôle Interrégional de Modélisation en sciences de l'ingénieur. Grâce à la puissance remarquable de cette machine, il est possible d'effectuer des simulations numériques de très grandes tailles en Mécanique, Combustion ou Rayonnement; ces calculs étaient encore hors de portée il y a peu.



SNECMA, un des premiers constructeurs mondiaux de systèmes propulsifs pour l'Aéronautique et l'Espace, fait un usage de plus en plus grand de simulations numériques avancées pour ses activités de Recherche et Développement. Depuis plusieurs années, elle conduit une politique volontariste de collaboration avec les laboratoires et organismes de recherche. Dans cette même logique, elle s'associe au CRIHAN pour le partage de moyens en calcul scientifique intensif.

Grâce à une liaison informatique sécurisée à partir du centre technique de Villaroche, les ingénieurs de la SNECMA pourront travailler à distance sur les supercalculateurs du CRIHAN. La capacité de cette liaison pourra être progressivement augmentée dans le cadre du redéploiement du Réseau National de Télécommunications pour la Technologie, l'Enseignement et la Recherche (RENATER2).

Dans le cadre de cette convention, établie pour une durée de 4 ans, le CRIHAN et SNECMA auront l'opportunité de mettre en commun leurs expériences et leurs compétences dans la mise en œuvre de moyens de calcul intensif et de réseaux à haut débit. Ils pourront ainsi optimiser leurs choix de nouveaux calculateurs pour l'avenir et explorer des solutions de calcul coopératif ou distribué.



Cet accord complète le Partenariat en Recherche de SNECMA avec le CORIA lui-même partenaire du CRIHAN, et renforce les liens du Groupe SNECMA avec la communauté recherche de la région Haute-Normandie.

Contacts presse :

**CRIHAN**, Jean-Christian Cordier, 02 35 59 61 59  
mailto:Jean-Christian.Cordier@crihan.fr  
http://www.crihan.fr

**SNECMA**, René Carrillo, 01 60 59 71 95  
mailto:Rene.Carrillo@notes.snecma.fr,  
http://www.snecma.fr

### 6.3 Evolution matérielle et logicielle d'Illiacc8

La machine Illiac8 a atteint, depuis 1998, une phase d'exploitation opérationnelle. La majorité des problèmes rencontrés sont réglés ou en passe de l'être.

Sur le plan matériel, aucun changement notable de configuration ne s'est avéré nécessaire hormis la carte ATM (réseau haut-débit) et son driver (logiciel de pilotage de la carte) qui doivent être changés pour tirer pleinement parti de cette technologie en pleine évolution.

Une nouvelle machine Origin 2000 plus petite, "Atmos", (4 processeurs, 1 Giga Octet de mémoire) est venue compléter cette plate-forme calcul pour remplacer comme machine de calcul pour les laboratoires haut-normands, la machine "Colossus" retirée du service.

L'architecture d'Atmos est similaire à celle d'Illiacc8, ce qui permettra d'y développer des programmes directement transposables sur Illiac8.

Sur le plan logiciel, le passage à l'an 2000 a imposé la mise à jour du système d'exploitation ainsi que des différents logiciels permettant d'assurer la pérennité de l'ensemble des services fournis par Illiac8.

### 6.4 Aspects techniques

#### 6.4.1 Evolution de l'électronique du calculateur

- Mise à niveau des PROMs (An 2000)
- Mise à jour matérielle du robot de sauvegarde et de ses périphériques de pilotage, pour le passage à l'an 2000.

#### 6.4.2 Evolution de la configuration logicielle

La mise à jour du système d'exploitation du supercalculateur, toujours en prévision du passage à l'an 2000, a été effectuée en avril 1999. Cette opération, qui a nécessité une longue préparation, a dû être effectuée pendant un arrêt de la machine d'une seule journée afin de ne pas pénaliser les utilisateurs. Elle a également permis de corriger quelques problèmes rencontrés par certains utilisateurs (compatibilité entre machines, performances des programmes,...).

Les logiciels suivants ont évolué durant cette opération, certains d'entre eux ayant été installés sous forme de modules pouvant être utilisés à la demande :

- IRIX : Système d'exploitation (6.5.3m)
- NQE : Gestionnaire de traitement par lot (3.3.0.13)
- DMF : Logiciel de migration de données (2.6.2.2)
- Openvault : Logiciel de pilotage du robot (1.2)
- MIPSpro : Environnement de développement (7.3)

Installation et tests de logiciels spécifiques à des projets :

- Fluent
- Fidap
- Gamess : compilation d'une version parallèle optimisée (encore en cours de test à ce jour)
- Totalview

### 6.4.3 Installation et configuration de la machine ATMOS

- Configuration :
  - les espaces disques
  - système d'exploitation
  - les interfaces réseau (ethernet et ATM)
  - environnement de développement
  - le traitement par lots (batch)

## 6.5 Le service d'assistance scientifique pour le supercalculateur Illiac8

### 6.5.1 Les domaines de l'assistance

L'assistance scientifique sur Illiac8 propose plusieurs types d'aide aux utilisateurs :

- aide au "portage". Le portage consiste à faciliter l'installation sur Illiac8 de codes de calculs pré-existants.
- aide au "débugage". Le débogage consiste à utiliser des outils pour éliminer les erreurs dans les programmes (options de compilations, outils d'aide au développement présents sur Illiac8).
- aide à l'optimisation. L'optimisation vise à améliorer les performances des codes de calcul (options de compilation, réécriture des zones du code consommant le CPU, parallélisation).

Afin de mieux cerner les besoins des utilisateurs qui ne s'expriment pas forcément spontanément, un questionnaire détaillé leur a été adressé. L'étude des réponses fournit des directions de travail pour mieux "coller" aux besoins en assistance. Il ressort en outre deux besoins fondamentaux pour lesquels la réponse par le CRIHAN est en cours d'élaboration :

- documentation en ligne (web) à enrichir,
- formations adaptées au parallélisme ou aux outils spécifiques mis en place.

### 6.5.2 Les besoins exprimés et leur résolution : quelques exemples

- Aide au portage de code
  - Amiens, Informatique, Univ. de Picardie : Générateurs de nombres aléatoires sur Illiac8. lrand48 a un spectre de valeurs plus étendu que rand.
  - Rouen, LMFN Coria : Portage d'un ancien code PVM. Mise à jour des noms des procédures PVM.
  - Paris, Aérospatiale : Problème connexion vers Illiac8. Problème interne à Aérospatiale.
- Aide au débogage

- Paris, Faculté de Pharmacie : Ecrasement de données (effets de bord). Recherche de l'origine du problème à l'aide d'options de compilation.
- Le Mans, LPEC : Limiter la taille des fichiers core. limit corefilesize 0k
- Rouen, INSA : Soumission job NQE. La classe présélectionnée (small) n'existe plus.
- Rouen, LMFN Coria : Utilisation des modules. Ordre de chargement à respecter.

- Aide à l'optimisation
  - Valenciennes, LMFE : problème OpenMP, trop de ressources demandées par le programme parallèle. Appel auprès d' SGI.
  - Le Havre, Hispano-Suiza : (travail sur une longue durée) Portage de code, optimisation séquentielle puis parallélisation par décomposition de domaines (MPI) étude en cours.
  - Rouen, INSA : aide pour l'optimisation du code séquentiel et la parallélisation par OpenMP.
  - Amiens, Informatique, Univ. de Picardie : problème code ScaLapack : surconsommation mémoire entre les runs en interactif et les runs en batch. Appel auprès d' SGI.
- Projets scientifiques
  - Dans le cadre du Contrat de Plan Interrégional du Bassin Parisien, les laboratoires déposent des projets scientifiques avant décision et attribution de quotas d'heures de calcul : deux appels à projet ont été lancés à nouveau en 1999. Le nombre total de projets en cours en 1999 s'élève à 68, incluant les réattributions de projets initiés en 1998.
- Contrats industriels
  - SEP (Plate-Forme "Thésée" en mécanique des fluides).
  - SNECMA (serveur web dédié pour soumission des travaux via ce type d'interface).
  - Hispano-Suiza Aérostructure (Portage de code).
  - Aérospatiale (Projet européen METODIS)
  - SNECMA (partenariat industriel commenté plus haut).
- Communications extérieures
  - Journée thématique Codiciel. A l'occasion de cette journée, le 8 décembre 1998, le support scientifique du CRIHAN a présenté une étude intitulée "Parallélisation avec HPF et OpenMP, étude des performances". Cette étude présente les résultats des performances de la parallélisation d'un code de simulation numérique avec les outils HPF (High Performance Fortran) et OpenMP, plus particulièrement sur la parallélisation de la méthode ADI (Alternative Direction Implicit) avec HPF et OpenMP.

Les performances obtenues avec les deux implémentations parallèles ont été évaluées sur une machine multiprocesseur SGI Origin 2000.

•• RenPar'11. Les 11èmes Rencontres Franco-phones du Parallélisme des Architectures et des Systèmes se sont déroulées à l'IRISA de Rennes du 8 au 11 juin 1999. Le CRIHAN, en liaison avec un laboratoire utilisateur du supercalculateur (l'INSSET de l'Université de Picardie) y a présenté une étude de "Parallélisation d'une application en transferts thermo-convectifs avec HPF et OpenMP. Il s'agissait d'un code de simulation numérique utilisé pour l'étude d'écoulements thermo-convectifs. La comparaison des performances obtenues avec les deux implémentations parallèles a été effectuée sur la machine SGI Origin 2000 à 64 processeurs.

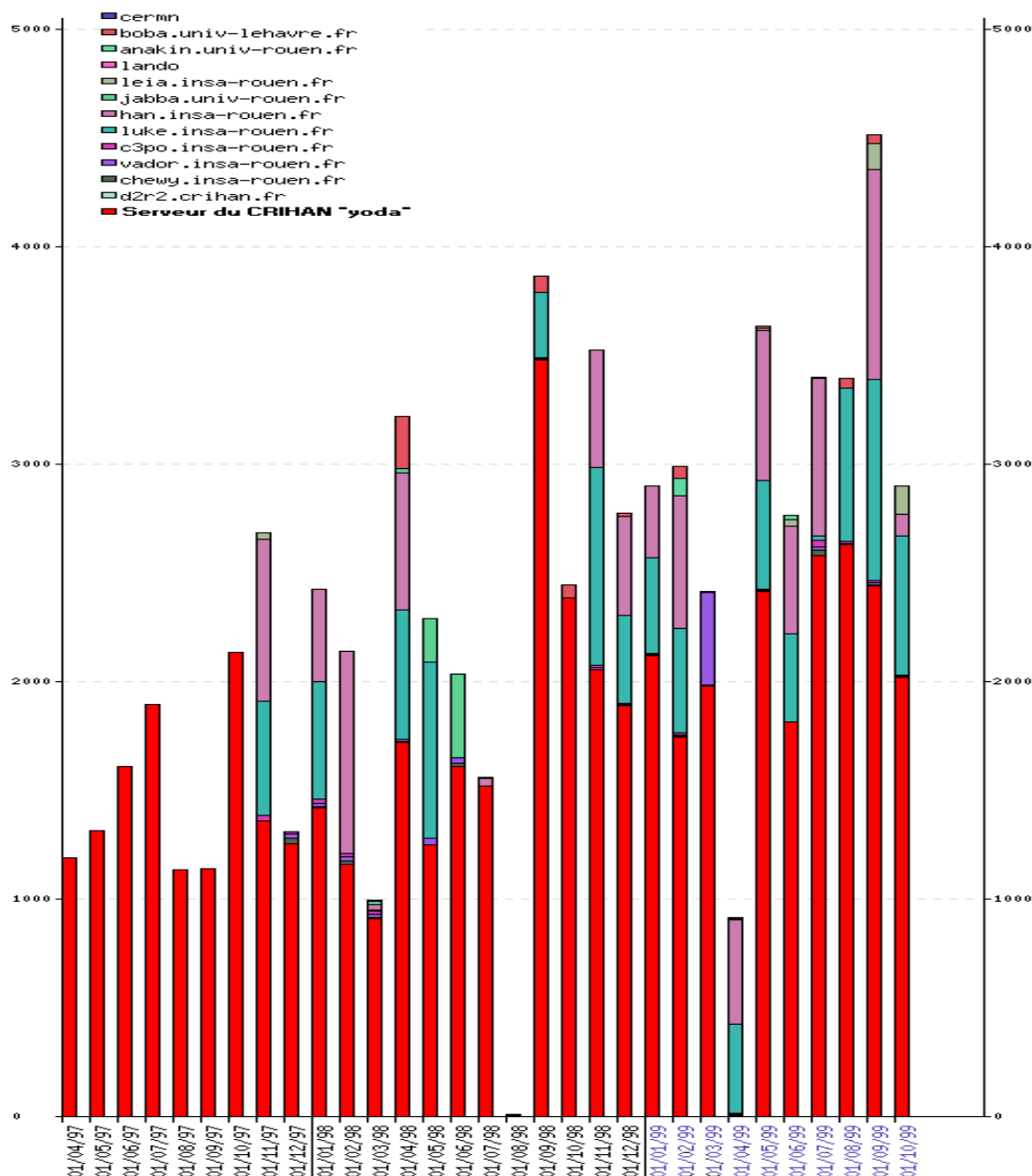
## 6.6 Le réseau Normand en Modélisation Moléculaire

### 6.6.1 Un nouveau site utilisateur du réseau

Le Centre d'Etudes et de Recherche sur le Médicament de Normandie de Caen (CERMN) a rejoint le réseau en

Modélisation Moléculaire fin 1998, portant à neuf le nombre de sites participants.

### 6.6.2 Comptabilité horaire de chaque machine du réseau en Modélisation Moléculaire



### 6.6.3 Le travail des laboratoires et les publications issues du réseau

La coordination scientifique du réseau Normand en Modélisation Moléculaire est assurée par le Centre Européen de Bioprospective (CEB à Mont-Saint-Aignan). Le Comité de Pilotage s'est réuni le 27 Octobre 1999 afin d'établir le bilan de l'utilisation du service par les laboratoires et des propositions d'évolution de ce service.

Une réunion des utilisateurs avait été organisée au préalable.

La fin du présent paragraphe est rédigée par le CEB ou les laboratoires eux-mêmes :

### **Compte-rendu du comité de pilotage du 27 Octobre 1999**

(d'après Alain-René Schoofs, Centre Européen de Bio-prospective, Président du Comité)

- Personnes présentes,
  - I. Segalas, ECOBS/IRCOF
  - D. Davoust, ECOBS/IRCOF
  - G. Perez, SMS/IRCOF
  - G. Dupas, ECHO/IRCOF
  - D. Villemin, ISMRA/CNRS Caen
  - R. Tutundjian, Lab. Ecotoxicologie, Le Havre
  - P-L. Desbène, LASOC/SMS, Univ. Rouen (Evreux)
  - P. Lequesne, chargé de mission NTIC (Basse Normandie)
  - J-C. Fenyo, DRRT (Haute-Normandie)

- Introduction et bilan provisoire

La réunion a souligné,

- le fort développement de la pratique de la Modélisation Moléculaire qui se trouve impliquée désormais dans une large majorité de programmes de recherche mis en œuvre à l'IRCOF comme dans d'autres laboratoires de recherche à Evreux, Caen et Le Havre.
- le nombre de publications réalisées et l'augmentation du niveau scientifique, comme de la complexité des travaux associant la Modélisation Moléculaire.

(on se reportera aux indicateurs chiffrés ci-après)

- Devenir immédiat

L'utilisation de la Modélisation Moléculaire, dont les outils disponibles devront être enrichis de modules complémentaires et de capacités de stockage sur disque plus importantes, sera très prochainement exacerbée avec la mise en route de l'important projet de chimie combinatoire regroupant plusieurs équipes de l'IRCOF (notamment S. Piettre, J. Maddaluno, J-C Plaquevent, J. Bourguignon, G. Dupas, J-C. Quirion). La demande en moyens de calculs de chimie quantique est cristallisée autour des travaux de collaborations managées par le groupe de J. Maddaluno (forte association avec des équipes parisiennes de chimie théorique) et celui de G. Dupas. Elle concerne surtout l'utilisation de logiciels tels que Gaussian et Jaguar et requiert des capacités et du temps de calcul importants.

Si certaines équipes ne sont pas directement consommatrices de temps de calcul en tant que tel, elles restent cependant très demandeuses d'une forte expertise en Modélisation Moléculaire, basée par exemple au sein de l'IRCOF, pôle géographique naturel de la chimie. Elle serait assumée par au moins un expert scientifique de ce domaine (demande parallèle des équipes de J-C. Plaquevent, S. Piettre, P-L. Desbène, J-C. Quirion, F. Lebou-

lenger...). Une telle demande pourra être satisfaite avec la nomination d'un ou deux Maîtres de Conférences spécialement formés dans ce domaine.

La nécessité de faciliter l'établissement de collaborations inter-régionales a été aussi re-soulignée. Dans ce volet, la collaboration avec une équipe de l'Institut Gustave Roussy a été citée en exemple suivre et à promouvoir (projet ambitieux associant matériel et compétences spécifiques de chaque partenaire, véritable interface chimie/biologie). De même fut constatée l'absence de certaines compétences très particulières en Modélisation Moléculaire, imposant plus particulièrement à une équipe une nécessaire ouverture sur un groupe de recherche étranger.

L'émergence de collaborations avec des partenaires industriels se confirme peu à peu et nécessitera une organisation et un suivi particuliers. Cette émergence caractérise en fait l'augmentation de la qualité des travaux de recherche fondamentale à base de Modélisation Moléculaire.

- De la maintenance et des logiciels

Le système de licences à jetons sur les produits de chez MSI, maintenant bien rodé, donne entière satisfaction, tous les modules présents étant utilisables et tous les appels de modules se faisant sans aucun blocage inopiné. Les participants ont souligné la nécessité de faire vivre et de renforcer le Réseau Normand de Modélisation Moléculaire en assurant la pérennité de ce projet par un prévisionnel budgétaire adapté permettant une évolution rapide des logiciels (tenant compte de la même évolution pour les programmes de recherches) comme un renforcement du parc machines et mémoire utilisable.

Cette volonté de voir se développer ce projet est partagée par tous les participants comme par les équipes plus en retrait en attente d'un expert mis à la disposition de la communauté des chimistes. Attente de plus en plus vive qui pourrait aboutir par la nomination d'au moins un Maître de Conférence.

### **Bilan chiffré :**

Plus de 20 doctorants ont été identifiés depuis le début de l'année universitaire 1999, comme utilisant pour l'avancement de leurs travaux la Modélisation Moléculaire (logiciels MSI et TRIPOS), cette utilisation des outils de la Modélisation Moléculaire se fait de manière variable en fonction de la nature du sujet de la thèse, de son timing dans le temps (la demande en Modélisation Moléculaire peut varier en fonction des avancements des travaux),

Tous les doctorants de l'IRCOF (y compris ceux n'utilisant pas présentement les logiciels de Modélisation Moléculaire) utilisent systématiquement les bases de données chimiques (logiciels MDL) qui font partie du package original,

Plus de 30 publications contenant à des degrés divers un volet MM ont été répertoriées sur la période 1997-1999

avec une dizaine de communications par affiche sur la même période.

### Nouveaux participants

De plus, des groupes comme ceux du :

Pr S. Rault (Université de Caen, Faculté de Pharmacie),  
Pr O. Lafon (Université de Rouen, Faculté de Médecine et de Pharmacie),

ont rejoint cette année le pôle des utilisateurs de Modélisation Moléculaire et celui du

Pr Luc Morin-Allory (Université d'Orléans, Groupe de Modélisation Chémométrique), souhaite le rejoindre dès que possible (équipement matériel et convention officielle à acquérir).

### Analyse et commentaires

Il ressort de la situation présente, une nette accélération de la pratique de la Modélisation Moléculaire par les différents Groupes de recherche, pratique d'autant plus large qu'elle concerne des thèmes de recherche aussi éloignés (à un premier niveau scientifique) que ceux développés par exemple par les équipes :

- du Pr G. Coquerel (modélisation de la dynamique de la croissance cristalline et de l'état solide),
- du Pr G. Dupas (compréhension des effets responsables de la régiosélectivité en système aromatique Pi-déficient),
- des Pr D. Villemin et P-L. Desbène (modélisation des interactions responsables de la discrimination chirale dans les sciences séparatives),
- du Dr J. Maddaluno (analyse des structures et des états de transition putatifs des bases amidures lithiées chirales lors des réactions d'alkylations asymétriques) etc.

Cette courte liste illustre seulement le potentiel et le champs d'application de la Modélisation Moléculaire et n'est en rien exclusive ou sélective.

Cette dynamique de la Modélisation Moléculaire supporte et nourrit les enseignements de licence, maîtrise en chimie et biologie, voire en bio-informatique (avec la formation d'un nouveau DESS à la rentrée 2000). Elle sera à son tour nourrie de cette venue de nouveaux étudiants possédant un bagage plus étendu en Modélisation Moléculaire et plus apte à l'inclure dans leurs futurs travaux de recherche.

### Illustration / références

Les sous chapitres suivants sont issus des documents que nous ont adressés les Equipes citées.

### Université de Rouen, IRCOF, IFRMP, CNRS - UPRES A 6014,

#### équipe de Chimie Organique et Biologique Structurale (ECOBS)

Bilan de l'utilisation du service de Modélisation Moléculaire au 30/09/99 pour l'ECOBS (par Daniel DAVOUST, Professeur)

### INTRODUCTION

Notre équipe (E.C.O.B.S.) travaille principalement sur les thèmes suivants :

- analyse structurale de protéines (C-myc et Préséniline I)
- étude des relations structure-activité de peptides proenkephalines naturels et modifiés
- étude d'intermédiaires réactionnels organolithiés en vue de la compréhension de leur régiosélectivité
- étude du comportement d'espèces réactionnelles en Chimie organique, en solution et en phase gazeuse.

La Modélisation Moléculaire, sous contraintes RMN, nous a permis de mieux appréhender la structure de ces molécules et d'approcher les problèmes de relation structure-activité spécifiques aux disciplines de la chimie et de la biologie.

Nous songeons par ailleurs à étendre la Modélisation Moléculaire aux données issues de la spectrométrie de masse. :

- étude conformationnelle de protéines par Electrospray\_spectrométrie de masse en tandem (ES-MS/MS)
- étude conformationnelle de protéines par Electrospray\_spectrométrie de masse en tandem (ES-MS/MS)

### COLLABORATIONS EXTERIEURES

- Programme Interreg. Modélisation Moléculaire : Evry, Rouen, Reims, Lille
- IFRMP 23 :
- Labo Neuropsychopharmacol. UPRESA 6036 CNRS
- Labo Neuroendocrinol. Cell. Mol.U413 INSERM, UA CNRS
- UMR 6522 : polymères, biopolymères et membranes
- Muséum National d'Histoire Naturelle (Paris)
- Université d'Evry (Département de Biologie)

### MATERIELS et LOGICIELS

- 3 stations Silicon Graphics O2 + 1 IndigoII (Programme Interreg.)

- logiciels utilisés : SYBYL (Tripos) et INSIGHTII (MSI)

## PROJETS FUTURS

- Demande de reconnaissance par le Ministère d'un nouveau réseau interrégional (Modélisation Moléculaire appliquée à la Biologie (Lille, Reims, Evry) à partir de janvier 2000
- Développer l'analyse de structures pour les corréler avec les résultats issus de la spectrométrie de Masse (E.C.O.B.S., équipe de Pr C. Lange)
- Interfacer directement les données de RMN issues des spectromètres (400, 500, 600 MHz) avec les logiciels de modélisation moléculaire en particulier : InsightII (modules NMR\_refine, Felix, Aria), en vue d'optimiser le traitement des données expérimentales pour la modélisation (traitement, affichage, analyse)

## THESES, PUBLICATIONS, COMMUNICATIONS

Nb : La modélisation moléculaire ne représentant qu'une partie des activités de notre laboratoire, cette liste ne comporte que les articles traitant plus particulièrement de cet aspect. Il est à noter que ces publications sont très longues à réaliser car elles s'appuient sur des mesures expérimentales issues de la RMN avant de réaliser la modélisation proprement dite qui nécessite sans cesse de revenir aux données expérimentales.

### A) Nombre de thèse en cours et/ou programmées en 1999 utilisant la Modélisation Moléculaire avec le nom général de la thématique concernée :

1 thèse soutenue

E. Condamine (Ingénieur d'étude)  
Thématique : Etude structurale par RMN et Modélisation Moléculaire de peptides dérivés de la proenkephaline.

1 thèse en cours

G. Chapdelaine (Contractuel)  
Thématique : Etude structurale par RMN et Modélisation Moléculaire par homologie d'une protéine de la famille des lipocalines.

### B) Nombre de travaux de recherche utilisant ces mêmes outils avec le nom général de la thématique concernée

Etude structurale par RMN et Modélisation Moléculaire de peptides et de protéines (H. Oulyadi, C. Mayer, I. Ségalas, E. Condamine, G. Chapdelaine, et D. Davoust)

Communications par affiche :

(1) Nouvelles données sur la structure et le repliement de la répétition R2 du domaine de liaison à l'ADN du facteur de transcription c-Myb.

I. Ségalas, S. Desjardins, H. Oulyadi, E. Bernardi, S. Tribouillard, A. R. Schoofs, D. Davoust & F. Toma.  
XVIème du GERM (Aussois, France, 2-7 mai 1999).

(2) Relations structure-activité de l'octadécaneuropeptide (ODN) : synthèse et étude biologique d'analogues cycliques.

J. Leprince, H. Oulyadi, E. Bouron, O. Masmoudi, L. Bertolini, P. Gandolfo, C. Patte, X. Pannecoucke, D. Davoust, J. Costentin, J.C. Quirion, M.C. Tonon & H. Vaudry.

5ème Journée de l'Institut Fédératif de Recherche Multidisciplinaire sur les Peptides (Rouen, France, 21 mai 1999).

(3) Synthèses of rigid analogues of ODN, an octadecaneuropeptide derived from diazepam-Binding-Inhibitor. E. Bouron, J. Leprince, X. Pannecoucke, M. C. Tonon, H. Vaudry, D. Davoust & J. C. Quirion.

XXXVème Rencontres Internationales de Chimie Thérapeutique (Rouen, France, juin 1999).

(4) Synthèse et activité biologique d'analogues cycliques de l'octadécaneuropeptide (ODN) de rat.

J. Leprince, H. Oulyadi, E. Bouron, A. Falluel, O. Masmoudi, L. Bertolini, X. Pannecoucke, G. de Mateos, J. Verchere, P. Gandolfo, C. Patte, D. Davoust, J.C. Quirion, J. Costentin, M.C. Tonon & H. Vaudry.

IIIème Journée du Réseau LARC-Neurosciences (Amiens, France, 8 octobre 1999).

(5) Synthesis of rigid analogues of ODN, an octadecaneuropeptide derived from diazepam-Binding-Inhibitor. E. Bouron, J. Leprince, H. Oulyadi, X. Pannecoucke, M. C. Tonon, H. Vaudry, D. Davoust & J. C. Quirion.  
Peptidomimetic Symposium (Belgique, 1999)

(6) Synthesis of rigid analogues of ODN, an octadecaneuropeptide derived from diazepam-Binding-Inhibitor. E. Bouron, J. Leprince, H. Oulyadi, X. Pannecoucke, M. C. Tonon, H. Vaudry, D. Davoust & J. C. Quirion.  
ANORCQ (1999).

Communications orales :

(1) Synthèse d'analogues rigides de l'ODN, un octadécaneuropeptide dérivé du diazepam-Binding Inhibitor. E. Bouron, J. Leprince, H. Oulyadi, X. Pannecoucke, M. C. Tonon, H. Vaudry, D. Davoust & J. C. Quirion.  
5ème Journée de l'Institut Fédératif de Recherche Multidisciplinaire sur les Peptides (Rouen, France, 21 mai 1999).



(2) Structure-Activity relationships of rat octadecaneuropeptide (ODN) : design of cyclic agonists and antagonists

J. Leprince, M. C. Tonon, H. Oulyadi, E. Bouron, J. L. Fauchère, P. Gandolfo, C. Patte, X. Pannecoucke, D. Davoust, J. Costentin, J. C. Quirion & H. Vaudry.  
XXXVème Rencontres Internationales de Chimie Thérapeutique (Rouen, France, juin 1999).

(3) Synthèse d'analogues rigides de l'ODN, un octadecaneuropeptide dérivé du diazepam-Binding Inhibitor.  
E. Bouron, J. Leprince, H. Oulyadi, X. Pannecoucke, M. C. Tonon, H. Vaudry, D. Davoust & J. C. Quirion.  
Ecole Doctorale (Caen, France, 1999).

Publications réalisées et/ou en cours ou soumises avec nom général de la thématique et éventuellement titre du Journal.

1 Publication en cours :

Conformational properties of  $\alpha$ -dendrotoxin using electrospray mass spectrometry.  
H. Belva, I. Ségalas & C. Lange  
Journal pressenti : *Rapid Comm. Mass Spectrom.*

3 Publications parues ou acceptées :

(1) Characterization of a type of b-bend ribbon spiral generated by the repeating (Xaa-Yaa-Aib-Pro) motif : the solution structure of harzianin HC IX, a 14-residue peptaibol forming voltage-dependent ion channels.  
I. Ségalas, Y. Prigent, D. Davoust, B. Bodo & S. Rebuffat  
*Biopolymers* (1999) 50, 71-85.

(2) NMR studies of the R2 repeat and related peptide fragments of the DNA-binding domain of c-Myb. New light on the structure and folding of R2.  
I. Ségalas, S. Desjardins, H. Oulyadi, Y. Prigent, S. Tribouillard, E. Bernardi, A. R. Schoofs, D. Davoust & F. Toma  
*Journal de Chimie Physique* (sous presse).

(3) Synthèse et activité biologique d'analogues de l'Octadecaneuropeptide (ODN), ligand endogène potentiel des récepteurs des benzodiazépines. Etude des relations structure-activité.  
J. Leprince, M.C. Tonon, H. Oulyadi, E. Bouron, J.L. Fauchère, P. Gandolfo, C. Patte, X. Pannecoucke, D. Davoust, J. Costentin, J.C. Quirion & H. Vaudry  
*Activités de Chimie Thérapeutique* (acceptée).

Bilan des enseignements (au 08-06-99)

Enseignements déjà mis en place

Licence de Chimie

OL3 : Techniques de documentation (25h) (G.Coquerel)

Recherche dans la C.S.D.(du Cambridge Crystallographic Data Centre)  
Initiation à la modélisation moléculaire de structures déterminées expérimentalement par diffraction X.  
Effectif : 11 étudiants  
Ouverture : 1996

Maîtrise de Chimie

Module Modélisation Moléculaire (38h) (C. Mayer, G. Perez et I. Ségalas) de l'option OC4 : Spectrochimie Structurale (RMN et Masse) et Modélisation Moléculaire.  
Ces enseignements sont directement liés aux activités de recherche de l'ECOBS (Equipe de Chimie Organique Biologique et Structurale) de l' I.R.C.O.F.

Effectif : 16 étudiants  
Ouverture : 1996

Enseignements en cours de mise en place

Maîtrise de Biochimie

Modélisation moléculaire (10h) (C. Mayer, I. Ségalas)  
Initiation à la Modélisation moléculaire pour les biochimistes. Structures 3D des biomolécules. Analyse et propriétés. Méthodes d'optimisation énergétique.  
Effectif : 80 à 100 étudiants  
Ouverture : 1999

D.E.S.S. : Etude de Génomes Outils Informatiques et Statistiques (EGOIST).

Module de Biologie Structurale et Modélisation Moléculaire (35h)  
(C. Mayer, I. Ségalas)  
Prédiction de structures secondaires et structures 3D de molécules biologiques. Méthodes de modélisation moléculaire.  
Formation initiale, continue et par alternance sur 2 ans  
Effectif : 16 personnes  
Ouverture : 1999

Enseignements demandés dans le prochain C.Q.E.

DEA « Nano-analyse structurale en chimie et biologie »

Module de modélisation moléculaire de biomolécules (15h)  
(C. Mayer, I. Ségalas)



Conformation des biopolymères. Champ de force. Principales méthodes de modélisation. Structure 3D de biomolécules (RX et RMN)

D.E.S.S. Informatique appliquée à la Chimie

(en préparation pour le prochain C.Q.E.)

Logiciels utilisés

(licence et gestion S.C.R.I.R. de l'Université de ROUEN)

- Cambridge Structural Database (Cambridge Crystallographic Data Centre)
- SYBYL (Tripos Associates)

### Equipe de Chimie Organique Fine et Hétérocyclique (E.C.O.F.H.)

Utilisation des outils de modélisation moléculaire

Calculs de chimie quantique :

- Détermination des densités de charge et coefficients orbitaux en vue de la prévision ou de l'explication a posteriori de la réactivité des molécules organiques.
- L'utilisation de Cerius-2 couplée au package MOPAC6 a permis d'effectuer des calculs semi-empiriques (PM3, AM1) dont les résultats sont exploités dans les publications suivantes :
- III. Some applications of the regioselective lithiation of  $\alpha$ -carboline. C. Papamicaël, G. Dupas, G. Quéguiner et J. Bourguignon. *Heterocycles*, 47, 991, (1998). Thèse de Cyril Papamicaël.
- IV. C. Papamicaël, G. Dupas, G. Quéguiner et J. Bourguignon. Regioselective Metalation of gamma-carbolines. *Heterocycles*, 49, 361, (1998).
- V. First functionalization by metallation of the benzene moiety of quinazolines. Metallation of diazines XIX. N. Plé, A. Turck, V. Chapoulaud, G. Quéguiner. *Tetrahedron*, 53, 2871-2890 (1998). Thèse de Valérie Chapoulaud.
- VI. Functionalization by metallation of fluoropyrazine. Diazine XXI. N. Plé, A. Turck, A. Heynderickx, G. Quéguiner. *Tetrahedron*, 54, 4899-4912 (1998).
- VII. First metallation of iododiazines. Iodo and nitrogen directed metallations. Diazines XXII. N. Plé, A. Turck, A. Heynderickx, G. Quéguiner. *Tetrahedron*, 54, 9701-9710 (1998).
- VIII. Functionalization by metallation of the benzene moiety of benzodiazines. Diazines XXV. V. Chapoulaud, I. Salliot, N. Plé, A. Turck, G. Quéguiner. *Tetrahedron*, 55, 5389-5404 (1999)

D'autres publications vont suivre dans le cadre du travail de thèse de Claude Lempereur et de Corinne Fruit et d'une collaboration RINCOF avec P. Metzner...

Chimie biomimétique. Dans ce cadre de l'activité du groupe, des calculs de mécanique moléculaire utilisant Cerius-2 et InsightII ont été d'une importance capitale dans l'élaboration de nouveaux récepteurs de fonctions acides et amines. Les publications suivantes en ont directement découlé :

- I. Synthesis of an Heterocyclic Amine and Acid Receptor : Jean-François Brière, Georges Dupas\*, Guy Quéguiner and Jean Bourguignon. *Tetrahedron*, sous presse.
- II. J. F. Brière, P. Charpentier, G. Dupas, G. Quéguiner et J. Bourguignon. Regioselective reductions of various 3-aminosuccinimides. *Tetrahedron*, 53, 2075, (1997).
- III. P. Charpentier, J. F. Brière, G. Dupas, G. Quéguiner et J. Bourguignon. Design and synthesis of a heterocyclic amine receptor. *Tetrahedron*, 52, 10441, 1996.
- IV. Thèse de Jean-François Brière et thèse en cours de Gregory Moore et Laurent Hortal. Le travail de Laurent fait l'objet d'une collaboration internationale avec le Professeur C. Moberg à KTH (Stockholm) qui reçoit régulièrement par mail des résultats de calculs.

Formation : les doctorants du laboratoire reçoivent une formation qui leur permet d'utiliser les outils de modélisation moléculaire pour leur travail de recherches.

### Equipe des Fonctions Azotées et Oxygénées Complexes Hétérocyclique (E.F.A.O.C.)

Bilan des opérations scientifiques menées dans le cadre du projet "Réseau Normand en Modélisation Moléculaire"

(Directeur : Pr. Serge Piettre)

#### **Introduction.**

Le Laboratoire des Fonctions Azotées & Oxygénées Complexes de l'IRCOF a, dès le début de ce projet, manifesté son intention de s'associer au Réseau Normand en Modélisation Moléculaire afin de participer activement au développement des utilisations de la modélisation moléculaire en chimie organique, en partenariat régional avec le CRIHAN. Cette opération était d'autant plus aisée et naturelle pour notre équipe que des liens de collaboration étroite avaient été tissés de longue date avec le Laboratoire de Chimie Organique Théori-

que, devenu Laboratoire de Chimie Théorique, de l'Université P. & M. Curie (Paris VI) et dirigé par le Dr Alain Sevin. Cette collaboration avait déjà permis une série d'études en rapport étroit avec des résultats expérimentaux obtenus au laboratoire. Les besoins théoriques et les apports des méthodes de la mécanique moléculaire et de la chimie quantique étaient donc parfaitement identifiés, ils avaient fait l'objet de demandes spécifiques en logiciels et en calculateurs lors de la mise en place du Réseau et les actions proposées ont pu, de ce fait, entrer très rapidement dans leur phase opérationnelle.

### Bilan sommaire des actions.

L'ensemble des études présentées ci-dessous ont été effectuées en partenariat permanent avec le Dr Claude Giessner-Prettre, Directeur de Recherche au CNRS et membre du Laboratoire de Chimie Théorique de l'Université P. & M. Curie. L'acteur principal pour notre équipe dans l'ensemble des projets suivants a été le Dr Catherine Fressigné, Maître de Conférences à l'Université de Rouen, qui consacre désormais la totalité de ses activités de recherche aux approches théoriques. Les projets qui ont été abordés sont répartis sur les quatre points suivants :

#### 1- Chimie organique des espèces lithiées :

Etude jusqu'à présent consacrée aux interactions alkylthiums-amidures de lithium (éventuellement asymétrique), leur solvation, et la caractérisation des états de transition lors de la condensation de ces espèces sur des électrophiles. Bilan scientifique :

2 articles publiés (C. Fressigné, A. Corruble, J. Y. Valnot, J. Maddaluno et C. Giessner-Prettre *J. Organometall. Chem.* **1997**, 549, 81-88; C. Fressigné, J. Maddaluno et C. Giessner-Prettre *J. Chem. Soc. Perkin Trans. 2* **1999**, 2197-2201).

1 communication orale par le Dr C. Giessner-Prettre au 4ème Atelier Européen "Quantum Systems in Chemistry and Physics" (22-27 avril 1999, Marly-le-Roi).

1 thèse en cours (Mme Stéphanie Desjardins) dans le Laboratoire de Résonance Magnétique Nucléaire sous la direction du Professeur Daniel Davoust et en partenariat avec notre équipe, sur la mise en évidence par RMN et méthodes quantiques des structures d'amidures de lithium chiraux en solution à basse température.

#### 2- Bio-activation du dioxygène par les métalloenzymes à cuivre :

Poursuite dans le cadre du Réseau de l'étude sur les structures et les états électroniques des complexes entre des systèmes di-cuivreux, modèles de métalloenzymes comme l'hémocyanine ou la tyrosinase, et le dioxygène.

Mécanisme de bio-oxydation des substrats phénoliques de la tyrosinase. Bilan scientifique :

1 article publié (O. Eisenstein, H. Getlicherman, C. Giessner-Prettre et J. Maddaluno *Inorg. Chem.* **1997**, 36, 3455-3460) et 1 en préparation (G. Edouard, C. Giessner-Prettre et J. Maddaluno)

1 communication par affiche par le Dr C. Giessner-Prettre au congrès "Quantum BioInorganic Chemistry 99" (29-31 juillet 1999, Warwick, Royaume-Uni).

1 mémoire de DEA en Chimie Informatique et Théorique (Univ. Paris VI) de M. Guillaume Edouard sur l'étude *ab initio* de la fixation des substrats au site actif de la tyrosinase.

#### 3- Activation de la réaction d'hétéro-Michael par les hautes pressions :

Etude de mécanique moléculaire (SIBFA) sur l'influence de la pression sur la conformation en solution et les interactions entre les partenaires d'une réaction d'addition conjuguée d'amines sur des esters éthyléniques (réaction d'hétéro-Michael). Bilan scientifique :

1 article publié (F. Dumas, C. Fressigné, J. Langlet et C. Giessner-Prettre *J. Org. Chem.* **1999**, 64, 4725-4732.)

1 communication par affiche par le Dr F. Dumas au 5ème Anglo Norman Organic Chemistry Colloquium (ANORCQ V, Forges-les-Eaux, 2-4 mai 1999).

#### 4- Stéréosélectivité de la synthèse d'éthers d'énols silylés $\beta$ -bromés :

Etude, combinée avec une approche RMN, des origines de la stéréosélectivité observée lors de la synthèse des éthers d'énols silylés  $\beta$ -bromés à partir des précurseurs dibromés correspondants. Bilan scientifique :

1 article soumis pour publication à l'*Eur. J. Org. Chem.* (C. Gauthier, C. Giessner-Prettre et J. Maddaluno).

1 communication orale par Mlle C. Gauthier au 5ème Anglo Norman Organic Chemistry Colloquium (ANORCQ V, Forges-les-Eaux, 2-4 mai 1999).

Signalons enfin que les activités propres du Dr Giessner-Prettre dans le cadre du Contrat de Plan Interrégional du Bassin Parisien (CPIBP), ont conduit à la publication d'un article (N. Gresh, O. Parisel et C. Giessner-Prettre *J. Mol. Struct. (Theochem)* **1999**, 458, 27-39) et à une communication orale au 25ème Congresso Internazionale dei Chimici Teorici di Espressione Latina (Naples, 13-18 septembre 1999).

#### Conclusions et perspectives.

Le Réseau Normand en Modélisation Moléculaire a permis l'établissement de liens permanents, solides et très productifs (4 articles publiés dans des revues internatio-

nales entre 1997 et 99, 1 soumis, 1 en préparation, 2 communications orales et 2 par affiche, 1 mémoire de DEA soutenu et 1 thèse en cours) entre notre laboratoire et l'unité de chimie théorique de l'Université Paris VI. Soulignons enfin l'intérêt de cette collaboration dans un domaine pour lequel l'Université de Rouen ne dispose pas de spécialistes locaux.

Les évolutions souhaitées pour ce réseau sont de l'ordre de son renforcement via un effort en équipement supplémentaire. Le remplacement des stations de travail Silicon Graphics par des modèles plus puissants ou augmentation du nombre de processeurs du calculateur Origin 2000 du CRIHAN) permettrait ainsi la soumission de tâches lourdes traitées par des logiciels parallélisés, sans compromettre les travaux plus légers et plus brefs traités en monoprocesseur. Par ailleurs, l'acquisition de la version parallélisée du logiciel de chimie quantique Jaguar serait extrêmement utile pour la poursuite des travaux décrits ci-dessus.

Enfin, la mise à disposition de bases de données de réactions chimiques (MDL) au CRIHAN est très appréciée par les chercheurs de notre laboratoire. Nous souhaitons donc vivement la poursuite des abonnements permettant la mise à jour régulière de cette base et l'acquisition du module donnant accès aux produits chimiques commerciaux (ACD finder) qui n'avait pas été inclus dans le package originel. L'installation au CRIHAN de la banque de données Beilstein (et de son moteur de recherche Crossfire) serait également très appréciée du fait de sa grande complémentarité avec MDL et de son coût actuel pour les laboratoires de l'IRCOF (en accès via le serveur national du CNRS à Marseille).

### EQUIPE SMS

Document élaboré par les Pr G. Perez et Pr G. Coquerel (04/10/99)

### **RESULTATS ET PROJETS DE L'EQUIPE SMS**

Outils utilisés en routine :

Logiciels Cerius2 (MSI) et Sybyl (Tripos). Le logiciel InsightII est utilisé plus ponctuellement.

Permanents SMS utilisant la Modélisation Moléculaire : G. Perez, G. Coquerel, S. Petit, M.N. Petit, N. Mofaddel.

Doctorants SMS utilisant la Modélisation Moléculaire : F. Dufour, L. Lefebvre, L. Courvoisier, C. Gervais, P. Cardinael, P. Marchand.

Sujets développés :

Calculs des spectres de diffraction X sur poudres, indexations des spectres.

Calculs des morphologies 'théoriques' de monocristaux en utilisant plusieurs modèles.

Comparaisons des packing entre solvates et phases sous solvatées voire non solvatées, modélisation de la transmission d'informations structurales entre phase mère et phase fille, (Sujet de thèse en cours d'élaboration avec un groupe pharmaceutique).

Calcul des énergies de conformation.

Minimisation d'interactions supra moléculaires (relations hôte – invité)

Reconnaissance chirale

Stages en modélisation :

Deux stagiaires (Universités de Nancy et Rennes) dans le cadre de l'obtention d'un DESS ont mis au point un logiciel de représentation tridimensionnelle de diagrammes de phases ternaires permettant l'obtention et la visualisation rapide et interactive de coupes complexes dans ces diagrammes. Logiciel : Ternaire V1.1 fonctionnant sous Java.

Ces stages ont été co-encadrés par A. Massiot (CRIHAN pour la partie informatique et G. Coquerel SMS pour la partie chimique).

Publications depuis 96 faisant intervenir de la modélisation moléculaire :

Mechanism of several solid-solid transformations between dihydrated and anhydrous copper (II) 8-hydroxyquinolates. Proposition for a unified model for the dehydration of molecular crystals. **S Petit, G. Coquerel**  
*Chemistry of Materials*, (1996) **8**, **2**, 2247-2258

Experimental data and modelling of the interactions in solid state and in solution between (R) and (S) enantiomers of N-acetyl- $\alpha$ -methylbenzylamine. Influence on resolution by preferential Crystallization. **S. Druot, M.N. Petit, S. Petit, G. Coquerel and N.B. Chanh**  
*Molecular Crystals and Liquid Crystals*, (1996) **275**, 271-291.

Enantiomer separation of 5-alkyl-5 methylhydantoin derivatives by capillary gas chromatography on permethylated  $\beta$ -cyclodextrin and Molecular Modeling. **P. Cardinael, E. Ndzie, S. Petit, G. Coquerel, Y. Combret, J. C. Combret**  
*J.High Resol. Chromatogr.* (1997), **20**, 560-564.

Modeling of Anti-nucleosome Immunoglobulin Fv Domains : Analysis of Electrostatic Interactions. **F. Brard, S. Petit, G. Coquerel, D. Gilbert, S. Koutouzov, G. Perez, F. Tron**  
*Molecular Immunology*, **20** (1997), 793-807.

Structural models of Antibody Variable Fragments : a method for Investigating Binding Mechanisms. **S. Petit, F. Brard, G. Coquerel, G. Perez, F. Tron**

*Journal of Computer Aided Molecular Design* 12 (1998), 147-163.

How far can an unstable racemic compound affect the performances of preferential crystallization ? Example with (R) and (S)- $\alpha$ -methylbenzylamine chloroacetate. **S. Houlemare-Druot et G. Coquerel**  
*J. Chem. Soc., Perkin Trans. II*, 1998, 2211-2220.

Enantiomeric resolution of ( $\pm$ )-5ethyl-5-methylhydantoin by means of preferential nucleation  
**E. Ndzie, P. Cardinaël, M.N. Petit et G. Coquerel.**  
*Enantiomers*, 1999, 4, 97-111.

Characterization of crystalline complexes between permethylated beta cyclodextrin and various alkanes or alkenes ( $5 \leq C \leq 10$ ). **P. Cardinaël, L. Toupet, V. Peulon, G. Perez, G. Coquerel**  
*J. Incl. Phenom.* (en cours de rédaction).

**Thèse** : S. DRUOT-HOULLEMARE (Juillet 1999)  
Influence des interactions homo- et hétérochirales lors du dédoublement par cristallisation préférentielle de deux dérivés de l' $\alpha$ -méthylbenzylamine : le N-acétamide et le chloro-acétate.

## Projets

Poursuite et accentuation du nombre de sujets examinés grâce aux techniques de modélisation (modélisation de spectres et détermination de structures, morphologies, relations molécule hôte – molécule invitée, reconnaissance chirale etc.) dont une thèse en collaboration avec un grand groupe pharmaceutique (HMR France) sur des problèmes relevant de l'accès à des solides originaux par désolvation ménagée. (début du travail prévu fin 99).

### Titre et objet de la thèse :

Etude critique et application d'un modèle unifié pour les mécanismes de déshydratation des cristaux moléculaires.  
Ce travail correspond au prolongement et à l'extension de l'étude qui a mené à l'élaboration du modèle unifié des mécanismes de déshydratation publié en 1996 (*Chem. Mater.*, **8** (9), 2247-58). Les objectifs sont de trois types.

- Appliquer le modèle de façon détaillée à différents hydrates connus et éventuellement utilisés à l'échelle industrielle. Cela implique d'accéder aux données expérimentales (structurales, thermiques, spectroscopiques, de microscopie, etc.) nécessaires pour pouvoir, à l'aide de la modélisation moléculaire (logiciels Cerius2, MSI, Sybyl, Tripos et banques de données de type CSD), décrire finement les mécanismes de déshydratation dans des conditions don-

nées, en axant cette compréhension autour de la notion de transmission d'information structurale.

- Un second aspect de l'application du modèle concerne la possible germination de nouvelles phases cristallisées obtenues en modifiant de façon ciblée les conditions expérimentales de déshydratation ou de recristallisation. L'objet de cette partie du travail est donc d'utiliser la compréhension des mécanismes de déshydratation pour en déduire les conditions les plus favorables pour la préparation de ces nouvelles phases cristallines, qui peuvent être des variétés polymorphiques (instables ou métastables) de la molécule non hydratée, mais aussi des nouveaux solvates (ou sous-solvates). Le concept sous-jacent est de moduler la possible transmission d'information structurale pour orienter l'évolution des empilements cristallins, et par conséquent de privilégier ou non la conservation de l'ordre à longue distance. Ces travaux peuvent conduire à des dépôts de brevets en cas de mise en évidence de nouvelles variétés cristallines.
- Un troisième aspect de cette étude relève de la rationalisation et du contrôle de certaines propriétés physiques dans le cadre du modèle unifié de déshydratation. En effet, la compréhension détaillée des mécanismes moléculaires associés aux transitions solide-solide que sont les déshydratations permet d'envisager l'influence de ces mécanismes sur les propriétés physiques, dans des conditions expérimentales données, et à partir d'un échantillon convenablement caractérisé. Parmi ces propriétés, celles dont l'évolution peut être étudiée, sont par exemple : (i)- la distribution de taille des particules, (ii)- l'hygroscopicité, (iii)- la morphologie des particules élémentaires, (iv)- la cristallinité, (v)- la surface spécifique, ou (vi)- le potentiel ( $\zeta$ ) Zeta.

Les différents résultats obtenus pourront conduire à amender ou à compléter le modèle initial par exemple par la mise en évidence de nouveaux critères, à envisager la généralisation au cas d'autres familles de solvates, ou bien à élaborer de nouveaux organigrammes de décision pour la recherche rationnelle de nouvelles variétés polymorphiques.

### 6.7 Agenda du support du CRIHAN autour de ce service

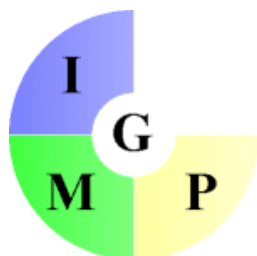
Février 1999	Installation de Sybyl 6.5 sur Chewy-Vador-C3po (CRUS - IRCOF).
Mars 1999	Ajout d'un nouveau laboratoire dans le projet : CERMN (Centre d'Etude et Recherche sur le Médicament à Caen). Installation sur place de Sybyl 6.4, Unity 4.0, Cerius2 3.8 ainsi qu'un client MDL pour PC.
Mai 1999	Installation de InsightII 98 sur Chewy-C3po-Vador (CRUS - IRCOF).
Mai 1999	Mise à jour des bases MDL : <ul style="list-style-type: none"> <li>• CMC-3D v99.1 (Comprehensive Medicinal Chemistry)</li> <li>• CHC v99.2.3(Comprehensive Heterocyclic Chemistry)</li> <li>• CIRX v98 + v99(ChemInform Reaction Library)</li> <li>• CRLX v91 -&gt; v98(ChemInform Reaction Library Display Files)</li> </ul>
Juin 1999	Installation de Cerius2 4.0 sur Yoda.
Octobre 1999	Installation de Catalyst 4.5 sur Yoda
Octobre 1999	Installation de Catalyst 4.5 sur Yoda
Octobre 1999	Installation de Catalyst 4.5 sur Yoda.
Octobre 1999	Installation de Catalyst 4.5, InsightII 98.0 et Cerius2 4.0 sur Leia (LCOFH - IRCOF)
Octobre 1999	Réunion bilan Chimie, en présence de représentants des laboratoires, de AR. Schoofs, JL. Fenyo et du CRIHAN. Ordre du jour : bilan et évolution du projet, tant au niveaux services que logiciels.

Octobre 1999	Mise à jour de la documentation MSI et TRIPOS sur le serveur Web <a href="http://yoda.crihan.fr">http://yoda.crihan.fr</a> , sécurisée par un mot de passe. Ce serveur permet aux chimistes d'avoir une copie conforme des versions papiers des documentations des éditeurs de logiciels.
Novembre 1999	Premier TP GCG sur Yoda pour le DESS EGOIST, en BioInformatique (voir plus loin).
Novembre 1999	Installation de Cerius2 4.0 sur Chewy-Vador-C3po (CRUS - IRCOF) Installation des modules NMR et Xplor pour InsightII (Licence temporaire pour C. Mayer jusqu'au 14 décembre 1999)



### 6.8 Le serveur Yoda et le génome : Lancement de IMPG (Action Ministérielle Informatique Mathématique Physique pour la Génomique).

Depuis la rentrée universitaire 1999, le CRIHAN héberge le serveur web de l'IMPG.



Dès sa création, le CRIHAN a joué un rôle actif dans la recherche en bioinformatique en proposant à la communauté francophone deux serveurs de courrier permettant la comparaison de séquences contre des banques de données biologiques.

Ces serveurs, BLAST et fasta, ont suscité de nombreuses questions et incité à la mise en place de formations dans le domaine de la bioinformatique pour les chercheurs de la Délégation Régionale du CNRS et enseignants-chercheurs de l'Université de Rouen.

Le CRIHAN a par la suite participé à la mise en place de l'École Thématique du CNRS « Utilisations et développement de ressources informatiques en Biologie Moléculaire » qui a eu lieu à Rouen en septembre 1995, puis de son suivi en 1996.

De ces activités de formation, est né le plan pluri-formation ABISS (Atelier Biologie Informatique Statistiques et Sociolinguistique) de l'Université de Rouen.

Le groupe ABISS a obtenu dans le cadre du Contrat de Plan État-Région 1996-1999, le financement nécessaire à la mise en place du logiciel Wisconsin GCG (Genetics Computer Group), de son interface [WWW](#) et des banques de données biologiques sur la station de calcul Silicon Graphics yoda.crihan.fr du CRIHAN.

Ce service est à présent utilisé par nos équipes de chercheurs, dans le cadre de projets de recherche nationaux (Réseau « Informatique et Génome » du CNRS, action ministérielle IMPG - Informatique, Mathématiques et Physique pour la Génomique, mise en place à l'automne 1999), mais également par les étudiants du DESS ÉGOIS « Études de Génome : Outils Informatiques et Statistiques » habilité à la rentrée 1999.

Le groupe ABISS a également acquis récemment une station de travail bi-processeurs qu'elle a souhaité installer au CRIHAN, pour bénéficier de la proximité des ban-

ques de données rapatriées quotidiennement pour le logiciel GCG, et d'un haut débit Internet.

L'action IMPG a demandé à ABISS de concevoir leur serveur [WWW](#) et au CRIHAN d'héberger le domaine [impg.prd.fr](#). Ainsi le serveur [www.impg.prd.fr](#), sous la responsabilité de Laurent Mouchard (ESA 6037 - Laboratoire de Physiologie Végétale et Département d'Informatique de la Faculté des Sciences de Rouen) rend-il compte des actions, de l'activité des groupes thématiques, conférences, écoles, etc.

Les groupes thématiques d'IMPG :

- Aspect systématique des structures tridimensionnelles et des interactions
- Aspect Physique : de la molécule biologique à la structure cellulaire
- Bases de données, interfaces et ontologies
- Cartographie comparée
- Phylogénie et classification
- Système de régulation et expression génétique
- Traitement et analyse des séquences

La liste des équipes participant à ces groupes est mise à jour régulièrement sur le serveur Web consacré à l'action ministérielle : [www.impg.prd.fr](#)

Cette liste compte à présent une soixante d'équipes provenant des principales EPST (CNRS, INRA, INRIA, INSERM, ...).

## 7 COMPTE-RENDU DU CONSEIL DE SURVEILLANCE

du 21 mai 1999 à 14 heures 30

Membres présents ou ayant donné un pouvoir :

Messieurs J.-Y. BABONNEAU, AFNIC-INRIA

H. de BAILLIENCOURT, Conseil régional de Haute-Normandie

R. CARRILLO, SNECMA

M. COSNARD, LORIA – INRIA

Pouvoir à M. LEDOUX

G. FLEURY, Conseil régional de Haute-Normandie

Pouvoir à D. GAMBIER

D. GAMBIER, Vice-Président du Conseil régional de Haute-Normandie

S. HUBERSON, Université du Havre - Secrétaire du CRIHAN

J. LE BAS, Président de l'Université du Havre

M. LEDOUX, Université de Rouen - Trésorier du CRIHAN

M. LE STUM

M. TRINITÉ, CORIA

Pouvoir à D. VANDROMME

D. VANDROMME, INSA de Rouen - Président du CRIHAN

### Membres représentés :

Messieurs E. GIBERT, Université de Rouen représenté par M. OZKUL

G. TOUZOT, INSA de ROUEN

représenté par D. PUECHBERTY

P. DESNEUF, Rectorat de Rouen représenté par Mme TOUTAIN

### Membres excusés :

Messieurs J.-L. DESTANS, Conseil Régional de Haute-Normandie

P. LECA, ONERA Châtillon

### Personnes invitées :

Mesdames M. BOENDER, CRIHAN

M. THIBAUT, MDA - Commissaire aux Comptes

Messieurs P. LE BIGRE, SECNO - Expert Comptable

H. PRIGENT, CRIHAN

A. ROLLAND, Service Recherche - Conseil régional de Haute-Normandie

L'assemblée est présidée par M. D. GAMBIER, Président du Conseil de surveillance de l'association.

Les membres du Conseil de Surveillance étant présents ou représentés, le Conseil peut valablement délibérer sur les questions figurant à l'ordre du jour :

Approbation du procès verbal du Conseil de surveillance du 23 novembre 1998

Présentation par le Directoire du rapport d'activités 1998

Présentation par le Directoire des comptes 1998

Elaboration par le Conseil du rapport sur l'exécution du budget de l'exercice en cours

- Questions diverses.

### APPROBATION DU PROCES VERBAL DU CONSEIL DE SURVEILLANCE DU 23 NOVEMBRE 1998

Aucune remarque n'étant formulée, le procès-verbal est approuvé par les membres de l'assemblée.

### PRÉSENTATION PAR LE DIRECTOIRE DU RAPPORT D'ACTIVITÉS 1998

(voir rapport d'activités 1998 remis aux membres)

D. VANDROMME, Président du Directoire, fait un bref rappel des services proposés par le CRIHAN :

Calcul numérique intensif :

Pôle de modélisation numérique dans le cadre du Contrat de Plan Interrégional du Bassin Parisien (CPIBP) : la machine Silicon Graphics O2000 avec 64 processeurs, 32 Go de mémoire, 270 G0 de disque, périphériques, bibliothèque parallèles se place par sa taille au 3<sup>ème</sup> rang national des supercalculateurs.

Réseau normand pour la modélisation moléculaire cofinancé par la communauté européenne (FEDER) : mise à disposition des chercheurs d'un ensemble de logiciels spécialisés, d'un réseau de calcul au CRIHAN et de stations clientes installées dans les laboratoires.

Ressources partagées :

Robot de migration des données et d'archivages  
Serveur de bases de données

- Services réseau pour la communauté SYRHANO
- News Usenet
- Backup courrier électronique
- DNS
- Supervision réseau
- Hébergement de Web et support de projets

Les prochaines réalisations et projets à réaliser sur l'année 1999 seront :

- Intensification du support scientifique sur le supercalculateur Illiac8
- Partenariat avec HISPANO-SUIZA et SNECMA
- Renforcement du réseau normand pour la modélisation moléculaire
- Poursuite du raccordement des établissements scolaires sur les NIS de Rouen, du Havre et d'Evreux
- Accueil du Nœud Renater Distribué (NRD) pour une liaison à RENATER de Paris-Rouen à 155 Mbits/s et Rouen-Caen à 34 Mbits/s

- Appel d'offre pour la liaison INTERCAMPUS qui reliera le campus de Mont-Saint-Aignan à celui du Madrillet
- Proposition pour SYRHANO 2
- Lancement de « CRIHAN béton » sur la ZAC du Madrillet

#### PRÉSENTATION DES COMPTES 1998

Le bilan fait apparaître un résultat bénéficiaire de 289.145 F qui rattrape la perte de l'année précédente, (perte de 232.780 F en 1998).

M. LE BIGRE attire l'attention sur les risques fiscaux liés au décalage existant entre la signature des conventions et la date des investissements. Les conventions PEPSY 96 et 97 signées en décembre 96 et décembre 98 sont portées au passif du bilan en tant que subventions d'investissement cependant aucun investissement n'est engagé au 31 décembre 98.

La provision pour risques et charges est destinée à couvrir les risques d'impôt société, taxe professionnelle en attente de clarification de la situation fiscale de l'association. Une démarche a été faite en ce sens auprès de l'administration fiscale en décembre 1998.

#### QUESTIONS DIVERSES

Le Conseil demande au CRIHAN d'engager une action de communication sur les activités et projets du CRIHAN dans un langage compréhensible. D. Vandromme et M. Le Stum expliquent qu'un effort est entrepris dans ce sens par la diffusion de documents simplifiés accessibles au grand public.

L'ordre du jour étant épuisé, la séance est levée à 15 heures 30.

D. GAMBIER  
Président

E. GIBERT  
Vice-Président



## 8 LES STAGIAIRES DU CRIHAN

NOM	Prénom	Organisme	Formation	Titre du stage	Dates Stage	Durée
BIDAUX	Alain	Université de Rouen	Maîtrise d'Informatique	Développement d'un outil de gestion réseau : - intégration des outils de supervision d'un niveau 3, - gestion du niveau physique et lien avec une base de données des équipements à superviser (SNMP, JAVA, PERL, C).	1/07/99 au 31/08/99	2 mois
JOUANNE	Nicolas	Université de Rouen IUT	2ème année DUT Génie Electrique et Informatique Industrielle	Développement d'une MIB CRIHAN permettant d'insérer des données spécifiques sur les équipements du réseau CRIHAN. Application au routeur de concentration numéris.	12/04/99 au 18/06/99	10 semaines
TRUONG	Marc	Université du Havre IUT	2ème année DUT Informatique	Développement d'un applicatif JAVA pour gérer le filtre d'un réseau.	6/04/99 au 12/06/99	2 mois
DUPRÉ	Cédric	Université de Rennes	IFSIC Université de Rennes	Conception et réalisation d'un logiciel de visualisation 2D-3D des équilibres hétérogènes liquide-solide et solide-solide en 3 constituants indépendants.	12/04/99 au 13/08/99	4 mois
VIVIEN	Céline	INSA de Rouen	2nd cycle INSA Rouen	Parallélisation par décomposition de domaines d'un code volumes finis non-structuré pour la simulation de combustion de gouttes.	1/06/99 au 30/09/99	4 mois
PRETERRE	David	CESI Normandie Contrat de Qualification	Technicien supérieur de Maintenance et Services en Micro-Informatique	-	20/09/99 au 19/09/2000	2 ans
CARLU	Thomas	ESIGELEC Contrat d'apprentissage	Ingénieur en génie électrique	-	20/09/99 au 19/09/2000	3 ans
VIVIEN	Céline	INSA de Rouen	2nd cycle INSA Rouen 5ème année Projet de fin d'études	Optimisation et parallélisation d'un code de calcul pour la SNECMA	29/11/99 au 22/06/2000	7 mois
Gouvernet	François	CESI Normandie	Mastère	Management de projet informatique en milieu industriel	03/05/99 au 28/10/1999	6 mois