

RECHERCHES CONCERTÉES AVEC LES INDUSTRIELS EN MATIÈRE D'ENVIRONNEMENT EXEMPLE DU RÉSEAU COOPÉRATIF DE RECHERCHE SUR LES DÉCHETS (RE.CO.R.D.)

Alain Navarro*

Professeur, directeur scientifique de Record, rédacteur en chef de la revue *Déchets, Sciences & Techniques*

C'est en décembre 1989 que l'association Record (Réseau coopératif de recherche sur les déchets) a été créée à l'initiative du ministère de l'Environnement qui répondait ainsi à la sollicitation du HSMRC (Hazardous Substance Management Research Center) autre réseau coopératif américain implanté au NJIT (New Jersey Institute of Technology).

La complexité des problèmes posés par la gestion des déchets et le poids des investissements nécessaires à une approche plus fondamentale des solutions justifient toujours à eux seuls le recours à une action coopérative.

C'est ainsi que Record est le fruit d'une triple coopération : celle des industriels désireux de regrouper leurs besoins et leurs moyens de recherche, celle des pouvoirs publics (Ademe et ministère de l'Environnement) et celle des chercheurs qui couvrent la quasi totalité des disciplines des sciences physiques, chimiques, mécaniques, biologiques, économiques, sociologiques, etc.

During the month of December 1989 the RECORD (co-operative network on waste research) Association was initiated by the French Ministry of Environment, answering by this way the requests to HSMRC (Hazardous Substance Management Research Center) an other American co-operative network located in NJIT (New Jersey Institute of Technology).

The complexity of problems that are arisen by waste management and the load of investments necessary for a more fundamental approach of solutions justify by themselves to resort to a co-operative action. RECORD thus appears as the result of a threefold co-operation : that of manufactures who are wishful to summon up their purposes and their research capabilities, that of public authorities (ADEME - Energy improvement and control agency - and Ministry of Environment) and that of research workers whose activities nearly cover the totality of the fields physico, chemistry, mechanics, biology, economy, sociology, and so on.

Au plan pratique, le choix des sujets de recherche, leur affectation et le suivi des travaux dans les laboratoires ainsi

que l'évaluation des résultats sont assurés collégalement par les membres de Record, sous la conduite d'une direction scientifique et d'un conseil scientifique.

Les thèmes abordés s'articulent autour de différents axes : connaissance des déchets, traitements thermiques, physico-chimiques, biologiques, problèmes des sols, de la santé, de la communauté, etc.

A ce jour, après 7 ans d'existence, l'association Record a financé 50 contrats d'étude. Ces travaux ont donné lieu en particulier, à 10 états de l'art, 11 thèses et bientôt 3 ouvrages. Plus d'une vingtaine de laboratoires, en France et à l'étranger ont participé à ces travaux.

Au terme de la réalisation des études engagées, certaines d'entre elles peuvent faire l'objet d'ouvrages permettant ainsi une plus large diffusion des connaissances scientifiques et techniques acquises.

L'association espère ainsi participer à une meilleure compréhension du problème des déchets et donc à la mise en oeuvre des solutions les mieux adaptées.

Membres de l'association Record

Ademe	PSA Peugeot-Citroën
Ciments Français	Renault
Ciments d'Obourg	Rhône-Poulenc SA
Ciments Lafarge	Sarp Industries
EDF	Sita
Elf Aquitaine	Socotec
Foster Wheeler CEE	Solvay SA
Gaz de France	Tredi
Ministère de l'Environnement	

PRÉSENTATION GÉNÉRALE DE L'ACTIVITÉ DE 1990 À 1997

Après 7 ans d'activité, les programmes de recherche de Record se déroulent selon un mode continu compte tenu de la disparité des durées d'étude (de 6 mois à 3 ans) et des délais variables de mise en oeuvre. De ce fait l'activité du réseau apparaît plutôt comme un flux quasi continu, ce qui rend difficile une analyse séquentielle des résultats obtenus. L'assemblée générale du 2 juin 1997 est donc une bonne

opportunité pour dresser un bilan des activités de recherche de Record, initiées début 1990. Ce bilan sur 7 ans porte, dans un premier temps, sur les principaux acquis scientifiques pour les différents thèmes abordés. L'analyse de ces résultats doit permettre, dans un second temps, d'entamer la réflexion sur les orientations futures de nos programmes de recherche tant au niveau de l'éventuel rééquilibrage entre les thèmes qu'à celui de l'approfondissement de sujets « porteurs ». Il nous faut également explorer de nouveaux domaines.

Nous aborderons enfin différents aspects liés à l'organisation, au suivi et à la valorisation de nos activités de recherche. Par souci de clarté nous adopterons la répartition thématique suivante :

- a - connaissance des déchets,
- b - traitements thermiques,
- c - traitements physicochimiques,
- d - traitements biologiques,
- e - déchets et sols,
- f - santé et déchets,
- g - communication, formation, socio-économie,
- h - recyclage matière,
- i - analyses du cycle de vie,
- j - autres thèmes.

Au plan global, cela représente, à ce jour, un budget recherche de près de 25 MF, pour 50 contrats d'étude représentant 870 mois de recherche. Ces travaux ont donné lieu à 10 états de l'art, 3 ouvrages et 11 thèses. Plus d'une vingtaine de laboratoires, répartis sur tout l'hexagone et à l'étranger ont participé à ces travaux.

ANALYSE DES RÉSULTATS PAR THÈME

Connaissance des déchets

Ce thème a fait l'objet de 8 contrats, pour un montant d'environ 4 MF ce qui représente 16 % du coût total.

- Trois états de l'art ont été consacrés à la récupération des métaux lourds dans les déchets, à l'évaluation de la dangerosité des déchets industriels vis-à-vis des milieux physiques et au devenir des boues de traitement des déchets industriels. Les deux premiers vont donner lieu à l'édition d'ouvrages chez Lavoisier, courant 1997.
 - Une étude sur les contraintes et limites de la métrologie appliquée aux déchets a conduit à un important recueil, très riche d'informations qu'il est envisagé de réduire à un « code de bonnes pratiques » à usage de tous les utilisateurs. Ce travail reste à faire !
 - Une étude sur l'application des tests de lixiviation à des produits naturellement exposés à l'action de l'eau a permis de disposer d'informations intéressantes, notamment sur des minéraux naturels. L'interprétation et donc l'utilisation de ces résultats nécessite toutefois une grande prudence.
 - Trois études d'importance complètent ce thème.
- La première est relative à l'applicabilité de l'approche « analogues naturels » en vue de la stabilisation et de l'inertage des déchets industriels et de l'évaluation de leur longévité. Étendue sur trois ans, cette étude qui s'achève en septembre 1997 ouvre des perspectives intéressantes dans la voie de l'analogie et nous devons rapidement en qualifier les résultats avant d'envisager les suites à donner.

– La seconde est relative à l'analyse des critères utilisés dans la nomenclature européenne des déchets industriels. Cette étude a été l'occasion d'élaborer un mode de réflexion et de travail entre les experts de Record, des chercheurs, et les responsables du ministère de l'Environnement qui définissent en commun un programme expérimental dont les résultats feront probablement référence au plan national et européen à l'issue de la deuxième année, actuellement en cours.

– La troisième, enfin, porte sur la mise au point d'un test de dégradation thermique des déchets appliqué au refus de tri des DIB. Cette étude, maintenant achevée, ouvre des perspectives intéressantes, dans un domaine très actif, dans la mesure où une plus grande technicité nous est proposée, au-delà des critères de base jusque-là utilisés et parfois insuffisants au regard des contraintes de l'incinération. Nous devons nous prononcer prochainement sur une poursuite de cette étude dans le sens d'une optimisation fonctionnelle de la procédure initialement proposée.

– La troisième, enfin, porte sur la mise au point d'un test de dégradation thermique des déchets appliqué au refus de tri des DIB. Cette étude, maintenant achevée, ouvre des perspectives intéressantes, dans un domaine très actif, dans la mesure où une plus grande technicité nous est proposée, au-delà des critères de base jusque-là utilisés et parfois insuffisants au regard des contraintes de l'incinération. Nous devons nous prononcer prochainement sur une poursuite de cette étude dans le sens d'une optimisation fonctionnelle de la procédure initialement proposée.

Thème connaissance des déchets

	Nombre	Coût (% du budget total)
Nombre de contrats	8	16 %
Mois d'étude	148	17 %
Nombre de thèses	0	0 %
Nombre d'états de l'art	3	30 %
Nombre d'ouvrages	2	67 %
Coût total du thème (% sur budget total)	4 035 400 F HT	16 %

Traitements thermiques

Ce thème, pour un montant de 9,8 MF, a représenté 40 % de l'investissement et environ 30 % des contrats. Il est fortement majoritaire au niveau des thèses : 8.

Notre activité a porté sur :

- a) La physicochimie de la dégradation des organochlorés qui a donné lieu à trois thèses relatives à l'influence de la présence de dérivés halogénés sur la cinétique de combustion d'un hydrocarbure et l'étude de la dégradation d'un liquide (l'hexachlorobutaédiène) et d'un solide (l'hexachlorobutadiène). Ce très important travail théorique a permis l'émergence, en France, d'une réelle compétence internationale en recherche dans ce secteur. Il se poursuit actuellement par un travail de thèse sur la « physicochimie de la dégradation thermique des molécules organochlorées » qui a pour principal objectif, de restituer les approches théoriques dans un cadre plus opérationnel par la mise au point d'un dispositif expérimental original, adapté aux réalités industrielles.
- b) Le devenir des métaux lourds au cours de l'incinération des déchets industriels. Cette étude, qui fait également l'objet d'une thèse, porte sur la spéciation et la localisation des éléments métalliques dans les différentes phases issues du traitement. A son terme nous devrions disposer d'un outil

expérimental performant, d'une méthodologie d'étude et de procédures d'analyses utilisables pour de nombreux déchets.

c) La physicochimie de la dégradation thermique des molécules azotées. Cette étude fait également objet d'une thèse. Elle concerne des molécules de référence comme les polyuréthanes et les polyamides et devrait aboutir à une meilleure maîtrise des risques d'émission de composés cyanurés au cours de l'incinération de nombreux déchets.

d) La caractérisation de la dégradation thermique des composés organiques volatils (COV) dans une flamme de gaz naturel. Cette thèse, qui démarre, se situe dans la continuité d'une précédente étude sur la caractérisation thermodynamique et cinétique des processus de dégradation thermique des COV.

Elle devrait être l'occasion de développer des techniques expérimentales originales et de disposer de données importantes dans le cadre de l'optimisation de la dégradation de ces polluants organiques.

e) Le développement d'une méthodologie DTS (Distribution des temps de séjour) pour l'optimisation fonctionnelle des dispositifs d'incinération des déchets industriels. Cette étude, qui se poursuit, apporte des informations très intéressantes sur les moyens de prendre en compte ce paramètre essentiel de la combustion.

f) Trois états de l'art portant sur le traitement des déchets industriels par voie thermique (hors plasma), en plasma thermique, et sur les techniques d'épuration des fumées issues de l'incinération. Le premier fait l'objet d'un ouvrage publié chez Lavoisier.

g) Une étude bibliographique, en cours, sur les mécanismes de formation à basse température (200 à 400°C) des dibenzodioxines, dibenzofurannes, etc.

Thème traitements thermiques

	Nombre	Coût (% du budget total)
Nombre de contrats	14	28 %
Mois d'étude	354	41 %
Nombre de thèses	8	73 %
Nombre d'états de l'art	3	30 %
Nombre d'ouvrages	1	33 %
Coût total du thème (% sur budget total)	9 783 000 F HT	40 %

Traitements physicochimiques

Sept contrats ont couvert ce thème, pour un montant de 4,3 MF soit 17 % de l'investissement total de Record. 2 thèses ont été préparées dans ce cadre.

Pour l'essentiel, les études conduites sur ce thème ont eu pour objet différents aspects relatifs à la stabilisation-solidification des déchets.

a) Étude comparative et critique des normes et procédures retenues au plan international pour l'évaluation de la qualité des matériaux solidifiés.

b) Étude du couple « matrice-déchets »/« réactifs solidifiants » vis-à-vis de la lixiviation.

c) Programme de recherche Record/HSMRC sur les problèmes de stabilisation-solidification des déchets : comportement à la lixiviation à long terme.

Ces trois études visent principalement deux objectifs. Le premier concerne l'élaboration d'une connaissance théorique nécessaire au développement des procédures de contrôle des déchets stabilisés et plus généralement à l'évaluation des comportements à long terme. Le second veut favoriser le développement de recherches en coopération avec nos partenaires américains en vue d'enrichir nos approches pour la confrontation des résultats et aussi, ce qui n'est pas sans importance, des « philosophies de l'action » en la matière.

d) Étude des conditions d'un usage banalisé d'un matériau constitué à base de déchets. Il s'agit là, d'une réflexion d'experts qui situe bien les différentes contraintes qu'il est nécessaire de vaincre pour envisager, à partir de tout déchet, un usage banalisé.

e) Hors le champ de la stabilisation-solidification, nous avons réalisé une étude de trois ans (thèse) sur le traitement d'effluents industriels contenant des traces de cyanures résiduels. Nous disposons, à l'issue de ce travail d'une approche très « fine » des espèces cyanurées à l'état de traces dans certains effluents et d'un procédé original de concentration de ces traces par membrane liquide émulsionnée.

Thème traitements physicochimiques

	Nombre	Coût (% du budget total)
Nombre de contrats	7	14 %
Mois d'étude	110	13 %
Nombre de thèses	2	18 %
Nombre d'états de l'art	0	0 %
Nombre d'ouvrages	0	0 %
Coût total du thème (% sur budget total)	4 266 000 F HT	17 %

Traitements biologiques

Le thème des traitements biologiques n'a concerné que trois contrats pour un montant global de 1,2 MF. Les études réalisées concernent :

a) L'état de l'art sur les biotechnologies appliquées au traitement des déchets achevé en 1992.

b) L'étude sur un procédé biologique intégré pour l'élimination et la récupération des métaux en solution aqueuse. Cette étude s'est inscrite dans le cadre d'une coopération avec le HSMRC qui s'est achevée en 1991 et qu'il est proposé à Record de reprendre sur une problématique différente plutôt liée au thème des sols pollués.

c) Une étude de longue durée qui s'est conclue par une thèse sur une approche méthodologique pluridisciplinaire de la bioremédiation *in situ* des sols pollués en vue d'améliorer le transfert des résultats en laboratoire vers les applications sur sites.

Thème traitements biologiques

	Nombre	Coût (% du budget total)
Nombre de contrats	3	6 %
Mois d'étude	60	7 %
Nombre de thèses	1	9 %
Nombre d'états de l'art	1	10 %
Nombre d'ouvrages	0	0 %
Coût total du thème (% sur budget total)	1 170 000 F HT	5 %

Déchets et sols

Ce thème a fait l'objet d'un nombre restreint d'études (4) de relative courte durée, pour un montant de 1,4 MF (6 % de l'investissement total).

- Surveillance d'une structure confinante. Deux approches originales ont été développées à ce sujet. L'une porte sur l'utilisation d'un gaz traceur vis-à-vis d'une géomembrane et l'autre sur la fiabilité d'un réseau piézométrique. A leur terme, ces travaux n'ont pas donné lieu à développement.
- Investigation sur les différentes approches de la définition et de la qualification d'un sol contaminé. Il s'agit d'une étude, cofinancée par le ministère de l'Environnement et qui a mobilisé des intervenants de plusieurs disciplines. Le document final, achevé en 1994 a fait référence en matière de source d'information sur les différents aspects de la problématique des sols contaminés.
- État de l'art de la simulation des transferts de polluants dans les sols. Cet état de l'art qui fait le point sur les différents outils de simulation des transferts de polluants vise à orienter le choix de futurs sujets de recherche sur cet aspect important de l'analyse environnementale.

Thème déchets et sols		
	Nombre	Coût (% du budget total)
Nombre de contrats	4	8 %
Mois d'étude	60	7 %
Nombre de thèses	0	0 %
Nombre d'états de l'art	1	10 %
Nombre d'ouvrages	0	0 %
Coût total du thème (% sur budget total)	1 352 000 F HT	6 %

Santé-déchets

Dès l'origine la relation santé-déchets est apparue comme importante au sein de Record. Elle n'a toutefois conduit qu'à très peu d'études pour un montant de 1,1 MF, soit 5 % du budget de recherche. Cet investissement comprend :

- L'aide à la structuration d'un réseau Santé-Déchets (RSD) qui regroupe des acteurs de différentes disciplines (épidémiologistes, toxicologues, chimistes, vétérinaires, biologistes...) qui ont élaboré un programme de recherche sur la santé des personnes vivant près d'un site de traitement des déchets.
- Le soutien financier régulier à un bulletin bimestriel (Info-Santé-Déchets), qui constitue une action unique en France en matière d'analyse bibliographique critique des publications internationales en matière d'impacts sanitaires et environnementaux des déchets. 17 numéros ont été publiés à ce jour et diffusés, en particulier auprès des membres de Record.
- Réalisation d'un guide pratique des investigations d'ordre épidémiologique et environnementales à réaliser avant l'ouverture d'un site de traitements de déchets, en complément de l'étude d'impact.
- Approche méthodologique de la mesure des expositions sur un site de traitement des déchets. En 1997 l'Ademe a lancé un appel d'offre sur ce thème et en a coordonné le déroulement avec Record. Une réserve financière a été constituée et sera éventuellement utilisée pour renforcer les moyens des équipes choisies par l'Ademe.

Thème santé - déchets

	Nombre	Coût (% du budget total)
Nombre de contrats	4	8 %
Mois d'étude	24	3 %
Nombre de thèses	0	0 %
Nombre d'états de l'art	0	0 %
Nombre d'ouvrages	0	0 %
Coût total du thème (% sur budget total)	1 148 500 F HT	5 %

Communication, formation, socio-économie

Ce thème a lui aussi été considéré, dès l'origine, comme très important. Mais son explicitation par des actions concrètes de recherche s'est avérée délicate. Record à ce jour, a engagé 0,6 MF (2 % du budget recherche) dans deux directions.

- Création d'un support de communication, « l'équivalent habitant déchet ».
- Aide à la conception d'outils de communication sur les déchets industriels. Cette étude, confiée à des chercheurs en sociologie, ethnologie et sémantique vise, à partir d'un travail d'enquête sur le terrain, à représenter les modes de communication de la population d'une part et des spécialistes des déchets d'autre part.

Thème communication, formation, socio-économie

	Nombre	Coût (% du budget total)
Nombre de contrats	2	8 %
Mois d'étude	30	3 %
Nombre de thèses	0	0 %
Nombre d'états de l'art	0	0 %
Nombre d'ouvrages	0	0 %
Coût total du thème (% sur budget total)	580 000 F HT	2 %

Recyclage matière

Nous avons, en 1996 initié des recherches avec pour objectif la valorisation matière dans le domaine des matières plastiques, pour un montant de 0,35 MF. Une première étude a démarré qui porte sur l'état de l'art relatif aux méthodes de tri des matières plastiques. Cette étude sera prolongée par l'analyse de l'adéquation entre les gisements identifiés et les méthodes de tri identifiées et évaluées.

Thème recyclage matière

	Nombre	Coût (% du budget total)
Nombre de contrats	2	4 %
Mois d'étude	12	1 %
Nombre de thèses	0	0 %
Nombre d'états de l'art	1	10 %
Nombre d'ouvrages	0	0 %
Coût total du thème (% sur budget total)	350 000 F HT	1 %

Analyses du cycle de vie

Le développement de ce thème correspond à un axe important de l'activité récente de Record. 1,6 MF (7 % du budget d'investissement) ont été mobilisés.

- Une première étude a porté sur l'analyse critique de l'existant avec élaboration de recommandations méthodologiques et propositions d'axes de recherche.

b) Cette étude se poursuit actuellement, par un travail plus ciblé portant sur une méthodologie d'évaluation de la qualité des données d'inventaire utilisées dans les ACV.

c) En outre, deux offres d'appel sont actuellement en cours de diffusion, qui portent sur :

– l'adéquation des méthodes ACV à leurs différents types d'application

– l'évaluation des données ACV existantes. Cette étude se situe dans la continuité de l'étude b) précédente.

Thème analyses du cycle de vie		
	Nombre	Coût (% du budget total)
Nombre de contrats	5	10 %
Mois d'étude	60	7 %
Nombre de thèses	0	0 %
Nombre d'états de l'art	0	0 %
Nombre d'ouvrages	0	0 %
Coût total du thème (% sur budget total)	1 610 000 F HT	7 %

Autres thèmes

Une étude a été réalisée en 1993, pour un montant de 0,18 MF. Elle consiste en un état de l'art sur la problématique odeurs et désodorisation.

Autres thèmes		
	Nombre	Coût (% du budget total)
Nombre de contrats	1	2 %
Mois d'étude	12	1 %
Nombre de thèses	0	0 %
Nombre d'états de l'art	1	10 %
Nombre d'ouvrages	0	0 %
Coût total du thème (% sur budget total)	177 000 F HT	1 %

BILAN GLOBAL ET RÉFLEXIONS SUR LES ORIENTATIONS FUTURES

Le tableau II explicite ce bilan.

Ce bilan fait apparaître :

1) L'importance accordée aux traitements thermiques, suivi de la connaissance des déchets et des traitements physico-chimiques. Il appartient maintenant à l'association de quantifier leur progression et surtout de dégager les actions innovantes.

2) Le thème Analyses du cycle de vie connaît depuis deux ans un développement conséquent surtout orienté vers l'amont de la connaissance : qualité des données d'inventaire

et évaluation des banques de données.

3) Toujours présent dans nos préoccupations le thème Santé-Déchets a quantitativement stagné et 1997 devrait voir un certain développement dans le cadre d'une coopération avec l'Ademe en la matière.

4) Les thèmes déchets et sols et traitements biologiques apparaissent comme défavorisés et il nous faudrait aborder dès cette année les perspectives de développement possibles, au niveau par exemple de l'analyse environnementale des filières de traitement ou bien encore des études fondamentales liées aux transferts de matières en milieu solide incluant les évolutions biologiques des polluants concernés.

5) L'analyse des premiers résultats obtenus en matière d'aide à la communication doit permettre dès 1997 de fixer le contenu d'une étude à caractère opérationnel dans ce domaine.

Il en va de même du thème Recyclage matière que l'association pourrait développer au-delà du seul objet des matières plastiques.

6) Enfin, Record devrait envisager le lancement d'études dans les domaines de l'économie et de la gestion des risques, opérations « lourdes » qui pourraient être conduites en coopération avec d'autres organismes dans le cadre de programmes nationaux.

Sans prétendre à l'exhaustivité, ce sont les principaux axes de réflexions que la direction scientifique propose aux membres de Record.

* Alain Navarro

Record - CEI - 27, boulevard du 11 novembre 1918 - BP 2132 - 69603 Villeurbanne cedex

Répartition selon les thèmes						
Répartition selon les thèmes	Des contrats	Des coûts	Des mois d'études	Des thèses issues des études Record	Des états de l'art	Des éditions d'ouvrages
Traitements thermiques	28 %	40 %	41 %	73 %	30 %	33 %
Recyclage matières	4 %	1 %	1 %		10 %	
Traitements biologiques	6 %	5 %	7 %	9 %	10 %	
Santé-déchets	8 %	5 %	3 %			
Communication, formation, socio-économie	4 %	2 %	3 %			
Traitements physico-chimiques	14 %	17 %	13 %	18		
Déchets et sols	8 %	6 %	7 %		10 %	
Analyses de cycle de vie	10 %	7 %	7 %			
Connaissance des déchets	16 %	16 %	17 %		30 %	67 %
Autres thèmes	2 %	1 %	1 %		10 %	