

Internationale Kommission zum Schutz des Rheins
Commission Internationale pour la Protection du Rhin
Internationale Commissie ter Bescherming van de Rijn

Inventaire 1996 des apports de phosphore et d'azote

Sommaire

	Page
1. Introduction	3
2. Méthodes appliquées à l'inventaire et comparabilité des résultats	3
3. Structure du bassin du Rhin	6
4. Apports de phosphore total (P)	8
5. Apports d'azote total (N)	14
6. Analyse de plausibilité des apports de phosphore total et d'azote total	21
7. Résumé et perspectives	24
Annexe 1: Comparaison entre les voies d'apport analysées dans les différents inventaires	26
Annexe 2: Subdivision du bassin néerlandais du Rhin	27
Annexe 3: Remarques explicatives sur les termes employés dans le rapport	28
Annexe 4: Méthode d'estimation du bruit de fond	30
Annexe 5: Indications sur les données relatives à la structure du bassin du Rhin	34

1. Introduction

Des concentrations élevées des nutriments phosphore et azote peuvent accentuer la croissance des algues dans les eaux calmes ou à faible courant (lacs, barrages de vallée, retenues) et dans les mers.

L'apport massif de nutriments dans la mer du Nord a ainsi provoqué en 1988 la formation de grands tapis d'algues. Réagissant aux effets de la fertilisation excessive devenue manifeste dans le courant des années 80, les Etats riverains de la mer du Nord et la CIPR ont décidé de réduire les apports d'azote et de phosphore de 50% pour chacune de ces deux substances entre 1985 et 1995.

Un premier inventaire des apports diffus de nutriments a été établi rétroactivement pour l'année de référence 1985 et publié en 1992.

Pour pouvoir évaluer les résultats obtenus et préparer d'éventuelles mesures supplémentaires à engager, il était important de tirer un nouveau bilan des apports diffus de nutriments pour 1996 et d'analyser précisément les quantités et les principales voies de ces apports. Il a donc été établi un bilan global de tous les rejets ponctuels d'origine communale et industrielle ainsi que des principales sources diffuses.

En regard de l'extension de la partie du territoire néerlandais entrant dans le champ d'application de la nouvelle Convention sur le Rhin et de la redistribution des voies d'apport à quantifier, on a procédé, là où ceci était possible, à une nouvelle estimation des apports de 1985 pour pouvoir comparer les ordres de grandeur des apports de 1985 et de 1996.

2. Méthodes appliquées à l'inventaire et comparabilité des résultats

En règle générale, la méthode appliquée à l'inventaire des apports diffus de nutriments pour 1996 est la même que celle utilisée pour l'inventaire 1985.

Cependant, la sélection des voies d'apports considérées dans le présent inventaire s'inspire des enseignements de l'inventaire des apports de substances prioritaires de 1996 (métaux lourds et lindane). La figure 14 de l'annexe 1 présente de manière synthétique le schéma de répartition des voies d'apport, sur lequel reposent les différents inventaires. Elle expose en outre les relations entre les diverses voies d'apport considérées. On notera également parmi les adaptations celle d'un élargissement du bassin néerlandais du Rhin compris dans le champ d'application de la nouvelle Convention sur le Rhin. Alors que l'ancien bassin néerlandais du Rhin, et par conséquent la zone couverte par l'ancien inventaire des nutriments, s'étendait jusqu'à la zone influencée par les marées (voir figure 15 en annexe 2), le nouveau bassin néerlandais du Rhin couvert par la Convention s'étend jusqu'à la ligne côtière. Les remarques explicatives sur les termes employés dans le présent rapport figurent en annexe 3.

Méthode d'estimation des apports diffus

La quantification des apports diffus d'azote et de phosphore dans les cours d'eau s'est effectuée à l'aide de concentrations moyennes de nutriments relevées dans les voies d'apport de nutriments considérés (p.ex. les précipitations, les eaux de drainage et les eaux souterraines, le sol, le fumier de ferme, les jus d'ensilage) et sur la base des chiffres sur les usages du sol obtenus à partir des statistiques officielles. L'estimation de ces apports en soi découle, entre autres, des résultats d'essais (mesures d'érosion, expériences run-off, mesures de débit et de concentration dans les cours d'eau définis), référence faite aux principaux paramètres intervenant sur les apports de nutriments (bilan des nutriments, utilisation des sols, topographie).

Comme convenu, les apports de nutriments n'ont pas été quantifiés uniquement pour les « sources diffuses » à proprement parler, mais également pour chacune des petites sources de pollution ponctuelle disséminées sur un large périmètre, p.ex. les stations d'épuration des eaux usées domestiques, les bouches d'égout, les sites des exploitations agricoles etc., qui sont en fait des points de rejet ponctuel des nutriments dans les cours d'eau. A l'opposé, les égouts non étanches et les raccordements domestiques défectueux n'ont été que partiellement pris en compte en raison de données insuffisantes.

Cette approche de quantification des nutriments a précisément été choisie pour que les résultats permettent également de mettre en relief l'importance quantitative relative des voies d'apport (voir figure 1). On espère ainsi la meilleure base de réflexion possible dans la perspective de mesures complémentaires de réduction des apports de substances.

Les méthodes d'estimation du bruit de fond naturel sont résumées en annexe 4.

Indications sur les rejets ponctuels

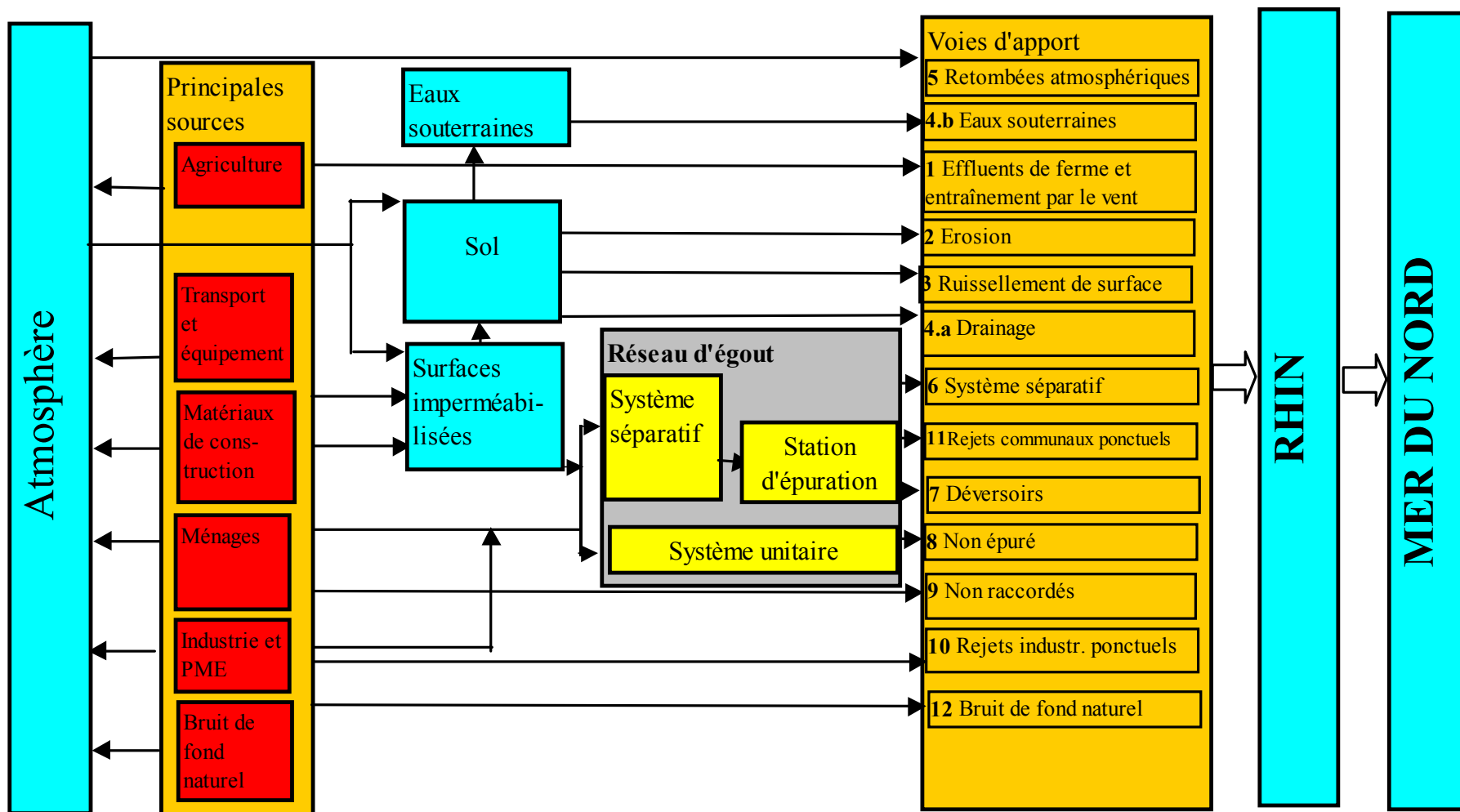
L'inventaire des rejets a été dressé au niveau national, soit à partir de mesures directes, soit, à défaut, à partir d'estimations.

Dans la rubrique „rejets industriels“ figurent les rejets directs issus de la production, de la transformation et de l'utilisation de chaque substance. Les données concernent les rejets effectifs au Rhin ou dans ses affluents.

Dans la rubrique „rejets communaux“ figurent les rejets provenant des collectivités locales et des industries raccordées aux réseaux d'égouts communaux (rejetés indirects). Ils prennent en compte les eaux usées traitées et également, dans une très faible mesure, les eaux usées non traitées. Contrairement aux inventaires précédents, les déversoirs sont comptés dans les apports diffus.

La précision apparente des chiffres indiqués dans les tableaux vient de la méthode de calcul et non de la méthode de mesure.

Figure 1 : Schéma de base pour la quantification des sources d'apport et des principales voies d'apport



3. Structure du bassin du Rhin

Avec une superficie de 185.000 km² répartie entre 9 pays, le bassin versant du Rhin est l'un des plus grands bassins fluviaux d'Europe. Sur l'ensemble de son cours, qui s'étend sur plus de 1200 km, cinq Etats, la Suisse, la France, l'Allemagne, le Luxembourg et les Pays-Bas, occupent la majeure partie du bassin. Du point de vue hydrologique, le Rhin est un fleuve d'importance moyenne. Mais la population vivant dans ce bassin s'élève néanmoins à environ 50 millions d'habitants; l'exploitation des sols est intensive, la concentration industrielle élevée. A l'échelle mondiale, rares sont les hydrosystèmes qui présentent une concentration en usines chimiques aussi dense.

Le Rhin est soumis à des usages intensifs: pour la navigation, la production énergétique et industrielle, les besoins de refroidissement des centrales thermiques, l'agriculture, en particulier pendant les périodes de sécheresse. Les usines d'eau situées le long du Rhin alimentent environ 20 millions d'habitants et les industries en eau potable.

La contribution de chaque Etat riverain du Rhin à la pollution totale du Rhin par les nutriments doit être évaluée et modulée en fonction de l'importance, de la structure (voir tableau 1 et figure 3) et de la superficie proportionnelle (voir figure 2) des bassins nationaux et de leur densité de population. Pour les apports diffus de nutriments, des différences jouent également un rôle au niveau de l'impact plus ou moins prononcé de facteurs ambiants dans les différents Etats riverains du Rhin, p.ex. la topographie, les conditions climatiques, les types d'usages et d'exploitation du sol et leur intensité, la densité du réseau hydrographique. La méthode de quantification des apports diffus tient compte de conditions nationales spécifiques.

Le bassin contractuel néerlandais du Rhin a été élargi dans le cadre de la nouvelle Convention sur le Rhin. Alors que l'ancien bassin néerlandais du Rhin allait jusqu'à la zone influencée par les marées (voir figure 15 de l'annexe 2), le nouveau champ d'application néerlandais s'étend jusqu'à la ligne côtière. La part détenue par les Pays-Bas dans la surface totale du champ d'application passe de 5 à 15 %, la part détenue par le nombre d'habitants néerlandais dans le nombre total d'habitants de 7 à 21 %. Par rapport à l'ancien champ d'application, la zone ajoutée présente une plus forte densité d'exploitations agricoles, une plus faible densité industrielle et une plus faible densité démographique. Ces faits ont un impact sur les inventaires de 1985 et de 1996 en ce sens que la part des rejets communaux ponctuels et des apports agricoles diffus néerlandais augmente plus que proportionnellement par rapport aux inventaires précédents. En regard de la taille et de la structure différentes des deux champs d'application, les apports diffus néerlandais publiés en 1992 pour l'ancien champ d'application ne peuvent pas être comparés à ceux de l'inventaire actuel.

Figure 2 : Superficie proportionnelle des Etats riverains du Rhin dans le bassin du Rhin

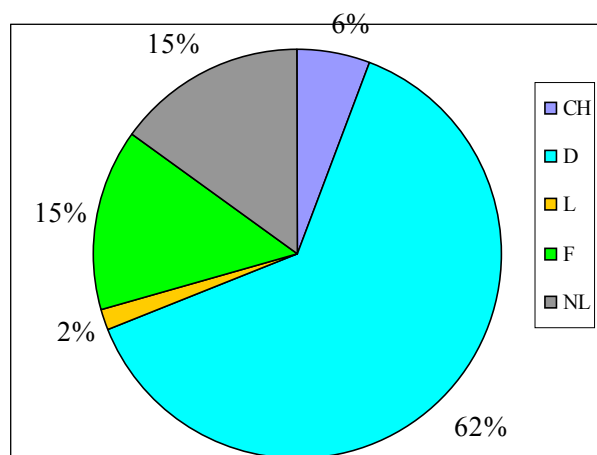
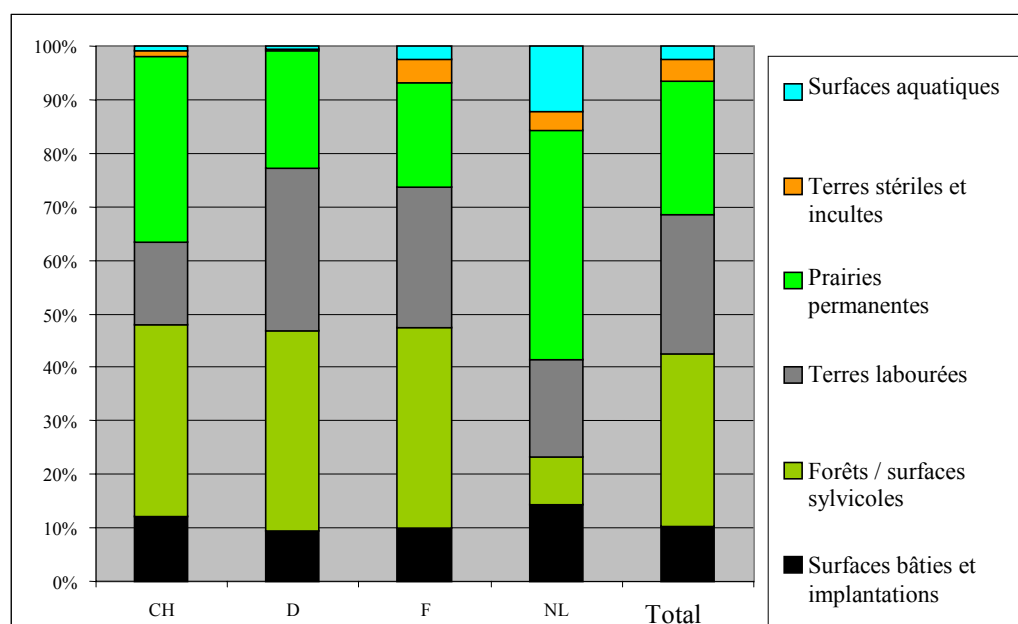


Tableau 1 : Structure du bassin du Rhin (pour les surfaces en aval des grands lac alpins)

Pays (unité = km ²)	CH		D		L		F		NL		Total	
	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%
Superficie respective des Etats riverains du Rhin	9 427	100	102.584	100	2 552	100	23 614	100	24 445	100	162 622	100
Surfaces bâties y compris implantations	1 145	12	9.421	9	306	12	2 398	10	3 479	14	16 749	10
Forêts/surfaces sylvicoles	3 383	36	37.703	37	884	35	8 829	37	2 165	9	52 964	33
Surfaces agricoles (total)	4 713	50	54.189	52	1 244	48	10 798	46	14 975	61	85 919	53
Terres labourées	1 455	15	30.220	30	543	21	6 153	26	4 435	18	42 806	26
Prairies permanentes	3 257	35	21.959	22	701	27	4 645	20	10 436	43	40 998	25
Terres stériles et incultes	100	1	388	1	103	4	1 011	4	873	4	2 475	2
Surfaces aquatiques	86	1	883	1	15	1	578	2	2 953	12	4 515	3

Figure 3: Structure du bassin du Rhin



4. Apports de phosphore total (P)

Apports de phosphore total (P) en 1985

Si l'on jette un coup d'oeil sur les émissions de phosphore de 1985 (voir tableau 2 et figure 5), on reconnaît tout de suite que les rejets ponctuels communaux et industriels dominaient largement par rapport aux apports diffus. En 1985, les rejets ponctuels représentaient 75 % de la totalité des apports, bruit de fond naturel compris. Les rejets communaux étaient plus de deux fois plus élevés que les rejets industriels.

En Allemagne, France et Suisse, l'érosion et le ruissellement de surface étaient les principales voies d'apport diffuses de phosphore. Aux Pays-Bas en revanche, le phosphore rejoignait le Rhin surtout par le biais du drainage et des eaux souterraines. En additionnant les apports de tous les Etats riverains du Rhin, on constate qu'avec 4.176 t P/a (6% des apports totaux) le drainage et les eaux souterraines étaient, comme pour l'azote, les sources principales de phosphore. Mais l'érosion (4% des apports totaux) et le ruissellement de surface (2% des apports totaux) représentaient ensemble environ 6 % des apports totaux de P dans le bassin du Rhin. Ces deux voies d'apport étaient insignifiantes aux Pays-Bas, du fait du relief plat du territoire.

Bien que l'agriculture fût la principale source diffuse dans tous les Etats riverains du Rhin, les apports diffus provenant des égouts (système séparatif, déversoirs du système unitaire en cas de pluie, rejets non épurés en provenance du système unitaire et ménages non raccordés à une station d'épuration) représentaient une part non négligeable avec env. 8% des apports totaux.

Figure 4 : Parts tenues par le drainage et les eaux souterraines dans le total des apports nationaux respectifs (en % des apports nationaux totaux)

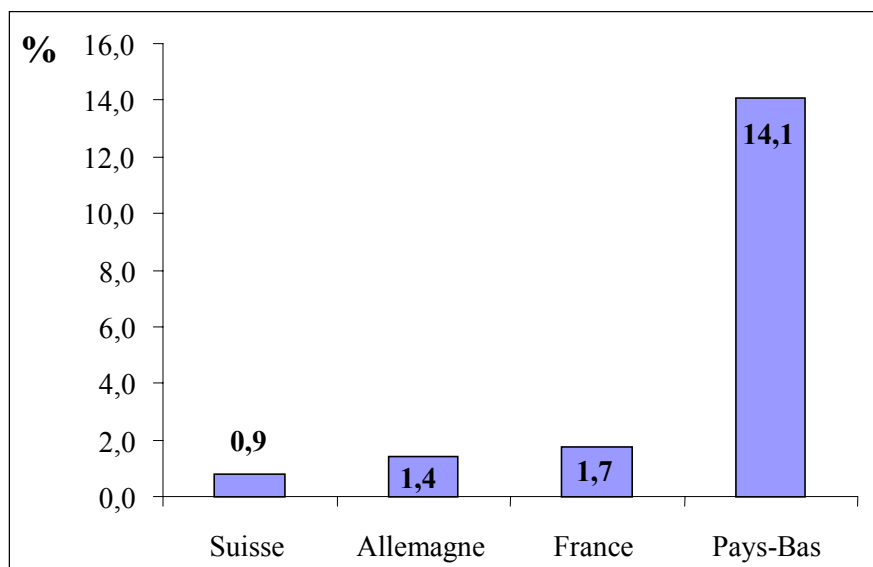


Figure 5: Apports de phosphore total (P) en 1985

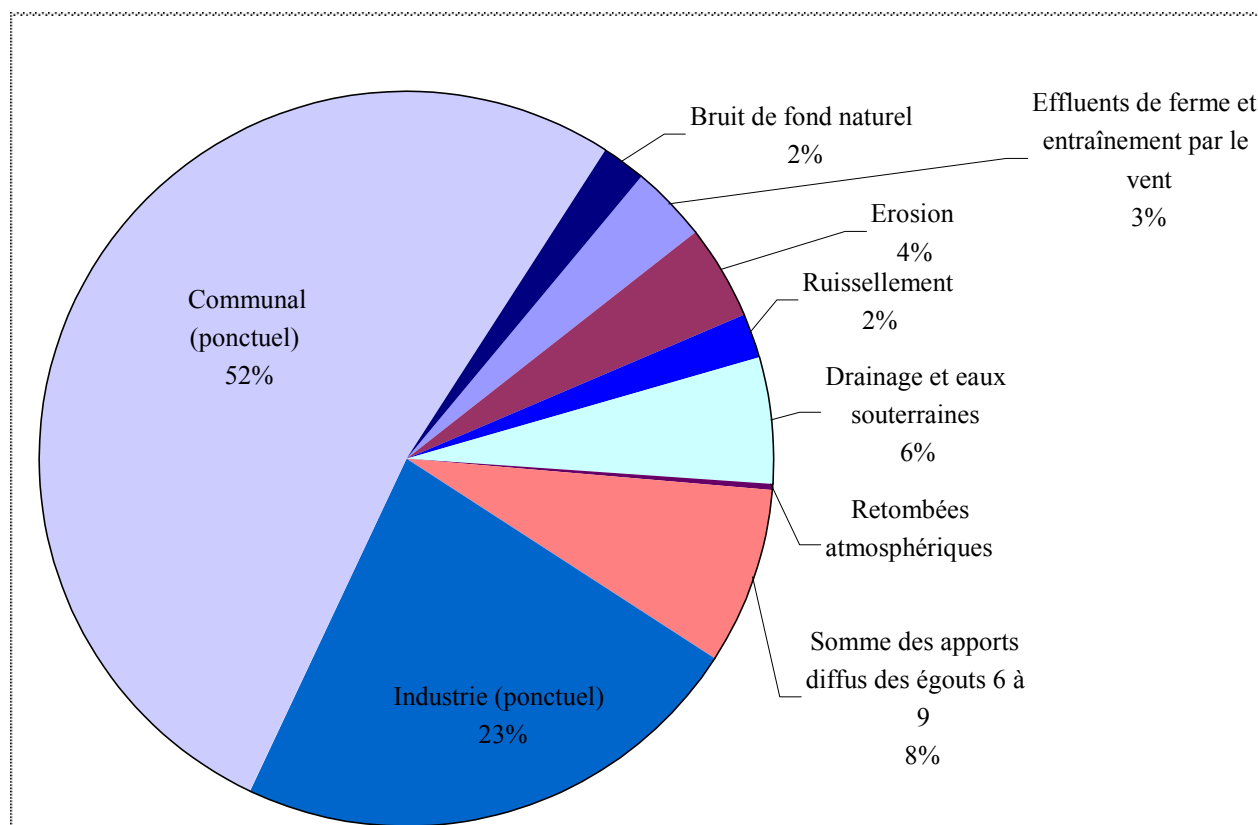


Tableau 2 : Apports de phosphore total (P) en 1985

Pays		CH	D	F	NL	Total
		t/a	t/a	t/a	t/a	t/a
Apports diffus						
1	Effluents de ferme et entraînement par le vent	18	1 660	200	602	2 480
2	Erosion	126	2 480	380		2 986
3	Ruissellement	235	925	270		1 430
4.a	Drainage	15	95	63		
4.b	Eaux souterraines ¹⁾	12	460	60		
4	Drainage et eaux souterraines ⁴⁾	27	555	123	3 480	4 185
5	Retombées atmosphériques	6	42	10	37	95
6	Système séparatif ²⁾	6	110	7		
7	Déversoirs du syst. unitaire par temps de pluie	³⁾	2 010	500	78	
8	Rejets non épurés du système unitaire	0	1 130	600	828	2 558
9	Ménages non raccordés	30	75	100	405	610
6 - 9	Somme des apports diffus des égouts	36	3 325	1 207	1 311	5 879
1 - 9	Somme des apports diffus 1 à 9	448	8 987	2 190	5 430	17 055
Rejets ponctuels						
10	Industrie (ponctuel)	150	3 370	1 280	11 989	16 789
11	Communal (ponctuel)	2 300	25 970	3 520	6 749	38 539
10 - 11	Somme des rejets ponctuels	2 450	29 340	4 800	18 738	55 328
1 - 11	Somme diffus et ponctuel	2 898	38 327	6 990	24 168	72 383
12	Bruit de fond naturel	98	625	108	524	1 355
1 - 12	Somme diffus, ponctuel et bruit de fond	2 996	38 952	7 098	24 692	73 738
1) CH: y compris espaces verts dans les zones bâties 2) CH: espace rural uniquement pris en compte 3) CH: compris dans les rejets communaux (ponctuels) 4) NL: compris 3 'Ruissellement'						

Apports de phosphore total (P) en 1996

Si l'on ne tient pas compte du bruit de fond naturel diffus, sur lequel il est impossible d'influer, on constate qu'avec un total de 12.800 t P/a les apports diffus (voir tableau 3) sont quasiment identiques en 1996 aux rejets ponctuels, qui totalisent 12.600 t P/a. Les rejets industriels ponctuels sont env. moitié moins importants que les rejets ponctuels des stations d'épuration communales.

Les principales voies d'apport diffus sont, comme pour l'azote, le drainage et les eaux souterraines avec env. 4.400 t P/a (16% des apports totaux). L'érosion (11 % des apports totaux) et le ruissellement de surface (5% des apports totaux) représentent à eux deux également env. 16% de la totalité des apports de phosphore dans le bassin du Rhin. Ces deux voies sont insignifiantes aux Pays-Bas, du fait du relief plat de ce pays. D'autres sources sont ici plus importantes. Quelques causes spécifiques d'origine agricole (drainage et eaux souterraines) donnent aux Pays-Bas une toute autre image des voies d'apport significatives que celle des autres Etats riverains du Rhin.

Avec env. 9% des apports totaux, les apports diffus provenant des égouts (système séparatif, déversoirs du système unitaire en cas de pluie, rejets non épurés en provenance du système unitaire et ménages non raccordés à une station d'épuration) occupent une part non négligeable dans le total des apports.

Figure 6 : Apports de phosphore total (P) en 1996

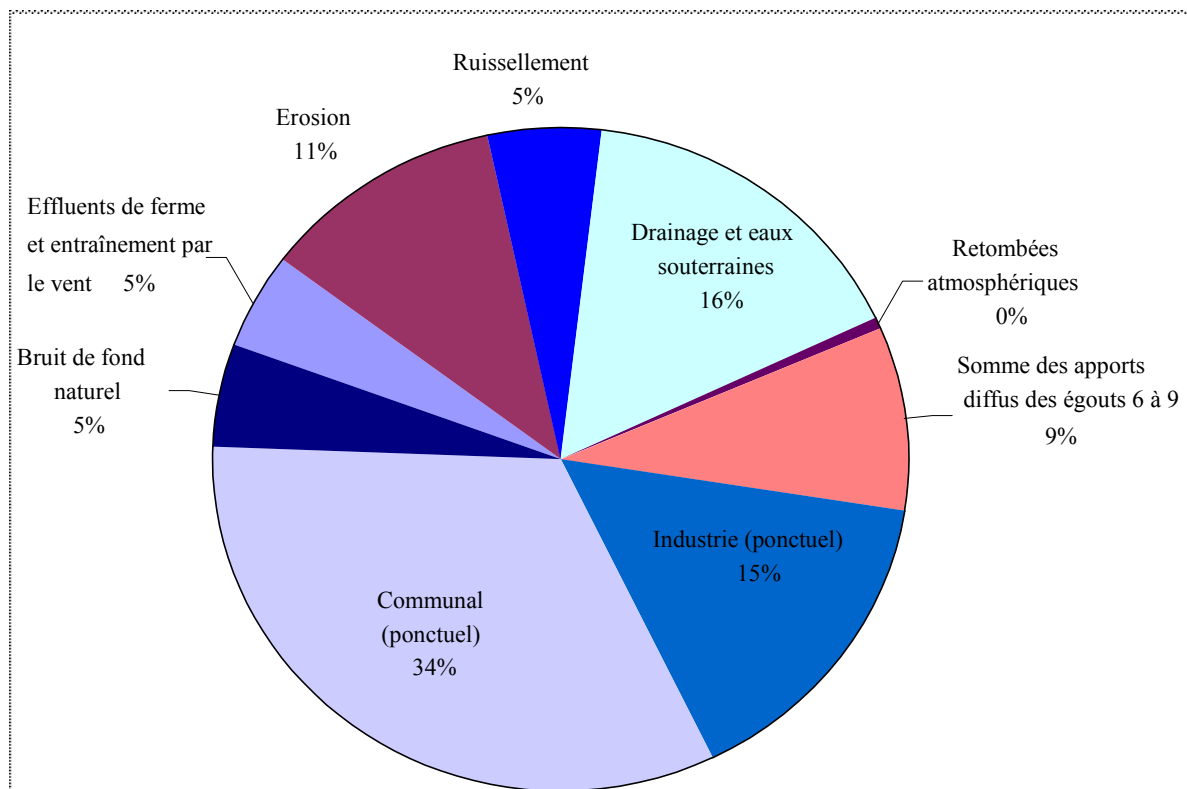


Tableau 3 : Apports de phosphore total (P) en 1996

Pays		CH	D	F	NL	Total
		t/a	t/a	t/a	t/a	t/a
Apports diffus						
1	Effluents de ferme et entraînement par le vent	5	830	140	289	1 264
2	Erosion	55	2 685	340	0	3 080
3	Ruissellement	156	995	240		1 391
4.a	Drainage	39	100	60		
4.b	Eaux souterraines ¹⁾	17	460	60		
4	Drainage et eaux souterraines ³⁾	56	560	120	3 641	4 377
5	Retombées atmosphériques	5	40	10	56	111
6	Système séparatif ²⁾	10	135	7		
7	Déversoirs du syst. unitaire par temps de pluie	152	990	265	83	1 490
8	Rejets non épurés du système unitaire	0	195	330	99	624
9	Ménages non raccordés	10	22	75	61	168
6 - 9	Somme des apports diffus des égouts	172	1 342	677	243	2 434
1 - 9	Somme des apports diffus 1 à 9	449	6 452	1 527	4 229	12 657
Rejets ponctuels						
10	Industrie (ponctuel)	35	590	410	3 000	4 035
11	Communal (ponctuel)	900	4 925	830	2 071	8 726
10 - 11	Somme des rejets ponctuels	935	5 515	1 240	5 071	12 761
1 - 11	Somme diffus et ponctuel	1 384	11 967	2 767	9 300	25 418
12	Bruit de fond naturel	138	605	108	524	1 375
1 - 12	Somme diffus, ponctuel et bruit de fond	1 522	12 572	2 875	9 824	26 793
1) CH: y compris espaces verts dans les zones bâties bâties						
2) CH: espace rural uniquement pris en compte						
3) NL: compris 3 'Ruissellement'						

Comparaison entre les apports de phosphore total (P) de 1985 et de 1996

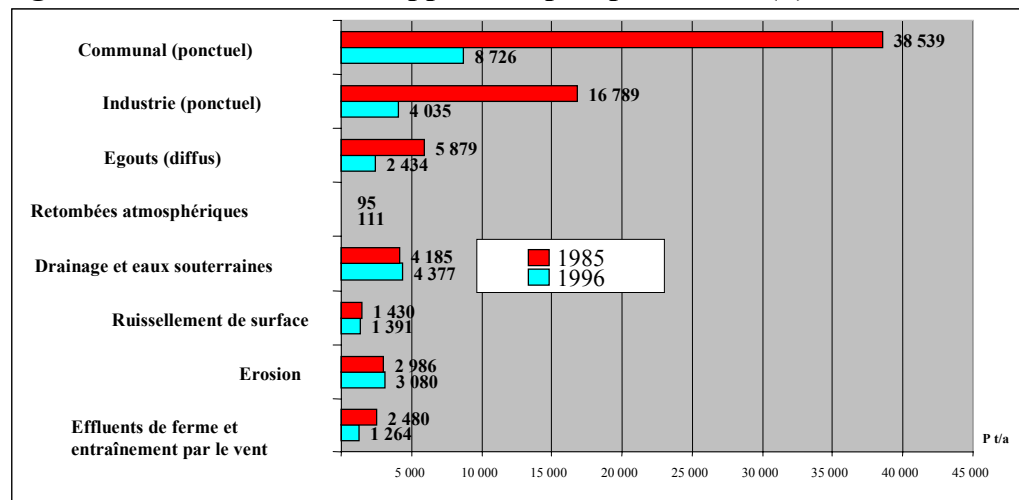
Les apports totaux anthropiques (voir tableau 4 et figure 7) ont diminué entre 1985 et 1996 passant d'env. 72.400 t P/a à env. 25.400 t P/a. Cette baisse de 65% dépasse de beaucoup l'objectif de réduction fixé à 50% des apports totaux. Cette réduction des émissions globales dans le bassin du Rhin provient presque essentiellement de la baisse des rejets ponctuels de 77% dans le domaine communal et de 76% dans le domaine industriel. Cette forte réduction se répercute d'autant sur la part tenue par les rejets ponctuels dans le total des apports, qui passe de 75% (1985) à 49% (1996). Les apports diffus provenant des égouts (système séparatif, déversoirs du système unitaire par temps de pluie, rejets non épurés du système unitaire, ménages non raccordés) ont aussi connu dans l'ensemble une forte réduction de 59%, dont l'impact reste cependant mineur du fait de la faible contribution de ces sources à la totalité des apports.

Les apports des effluents de ferme et de l'entraînement par le vent ont baissé. Tous les autres apports à caractère essentiellement agricole ont connu de légères hausses. Comme les rejets ponctuels ont enregistré une baisse significative, le pourcentage des apports diffus par rapport au total des apports est en forte augmentation.

Tableau 4 : Comparaison des apports de phosphore total (P) (en t P/a) de 1985 à 1996

	1985	1996	Modification en %
Effl. de ferme et entr. par le vent	2 480	1 264	- 49
Erosion	2 986	3 080	+ 3
Ruissellement de surface	1 430	1 391	- 3
Drainage et eaux souterraines	4 185	4 377	+ 5
Retombées atmosphériques	95	111	+ 17
Egouts (diffus)	5 879	2 434	- 59
Industrie (ponctuel)	16 789	4 035	- 76
Communal (ponctuel)	38 539	8 726	- 77
Somme diffus et ponctuel	72 383	25 418	- 65

Figure 7 : Réduction des apports de phosphore total (P) de 1985 à 1996 en t P/a



5. Apports d'azote total (N)

Apports d'azote total (N) en 1985

A la lecture de la réestimation des émissions d'azote de 1985 (voir tableau 5 et figure 9), on constate qu'avec 284.000 t N/a les rejets ponctuels dominaient légèrement les apports diffus, qui eux s'élevaient à 249.000 t N/a, pour autant que l'on ne tienne pas compte du bruit de fond (apports diffus) sur lequel les interventions humaines n'ont aucune influence.

Dans tous les Etats membres de la CIPR, l'agriculture (drainage et eaux souterraines, effluents de ferme et entraînement par le vent) était la principale source diffuse d'azote. Les eaux souterraines et le drainage représentaient la voie d'apport diffus d'azote la plus importante. Aux Pays-Bas, une distinction entre drainage et eaux souterraines est impossible. Comparés aux apports de phosphore, les apports d'azote transitant par ruissellement de surface sont faibles.

Les apports diffus des égouts (système séparatif, déversoirs du système unitaire en cas de pluie, rejets non épurés du système unitaire) étaient jugés peu significatifs avec env. 4%.

Avec 1%, la part tenue par les retombées atmosphériques (dépôt de particules atmosphériques due aux précipitations, à la rosée, au brouillard, aux poussières et gaz) dans les eaux est également insignifiante. Elle dépend du pourcentage occupé par les eaux dans la superficie globale et des quantités d'azote déposées. Aux Pays-Bas, la surface occupée par les eaux est relativement élevée par rapport aux autres Etats (12%). Par conséquent, les retombées atmosphériques y sont un peu plus significatives en tant que source diffuse d'azote.

Le bruit de fond (flux de nutriments s'écoulant dans les eaux indépendamment des impacts anthropiques ; état primitif) tient une place essentielle en Suisse en raison des fortes précipitations survenant en zone alpine. La proportion du bruit de fond naturel en France et en Allemagne est pratiquement identique.

Figure 8 : Part tenue par le bruit de fond naturel dans le total des apports nationaux respectifs (en pourcentage des apports nationaux totaux)

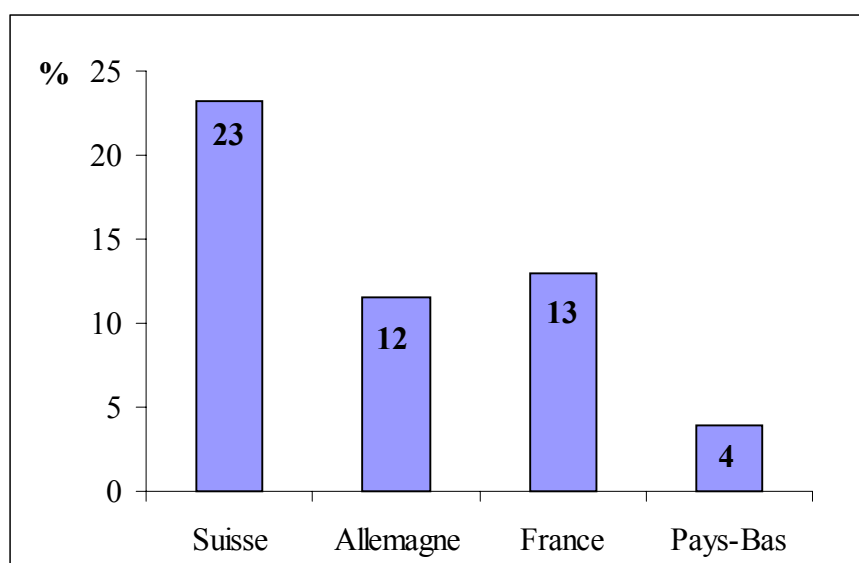
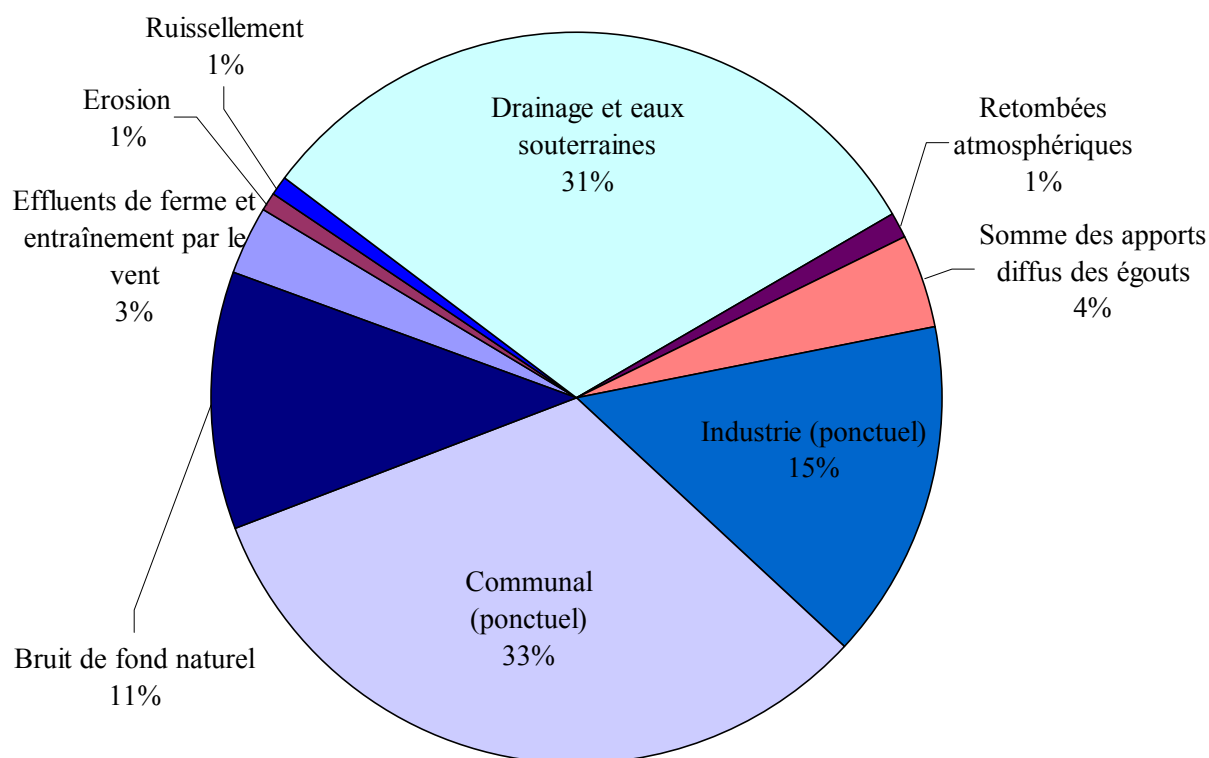


Tableau 5 : Apports d'azote total (N) en 1985

Pays		CH	D	F	NL	Total
		t/a	t/a	t/a	t/a	t/a
Apports diffus						
1	Effluents de ferme et entraînement par le vent	96	8 500	1 500	7 732	17 828
2	Erosion	279	4 500	300	0	5 079
3	Ruissellement	265	5 060	500	213	6 038
4.a	Drainage	1 955	23 800	2 200		
4.b	Eaux souterraines ¹⁾	8 771	88 670	16 000		
4	Drainage et eaux souterraines	10 726	112 470	18 200	45 786	187 182
5	Retombées atmosphériques	206	2 460	150	4 597	7 413
6	Système séparatif ²⁾	40	1 340	600	709	
7	Déversoirs du syst. unitaire par temps de pluie ³⁾		6 870	1 600	653	
8	Rejets non épurés du système unitaire	0	4 260	2 200	3 461	
9	Ménages non raccordés	300	850	400	1 696	
6 - 9	Somme des apports diffus des égouts	340	13 320	4 800	6 519	24 979
1 - 9	Somme des apports diffus 1-9	11 912	146 310	25 450	64 847	248 519
Rejets ponctuels						
10	Industrie (ponctuel)	1 000	69 450	15 000	5 221	90 671
11	Communal (ponctuel)	19 500	135 220	15 800	22 780	193 300
10 - 11	Somme des rejets ponctuels	20 500	204 670	30 800	28 001	283 971
1 - 11	Somme diffus et ponctuel	32 412	350 980	56 250	92 848	532 490
12	Bruit de fond naturel	9 726	45 860	8 400	3 794	67 780
1 - 12	Somme diffus, ponctuel et bruit de fond	42 138	396 840	64 650	96 642	600 270
1) CH: y compris espaces verts dans les zones bâties 2) CH: espace rural uniquement pris en compte						
3) CH: compris dans les rejets communaux (ponctuels)						

Figure 9 : Apports d'azote total (N) en 1985

Apports d'azote total (N) en 1996

Les apports diffus (voir tableau 6 et figure 10) dépassent largement les rejets ponctuels en 1996 avec env. 230 000 t N/a contre 162 000 t N/a, bien que l'on ne tienne pas compte du bruit de fond naturel, sur lequel les interventions humaines n'ont aucune influence. Les rejets ponctuels industriels ne représentent qu'une faible partie des rejets ponctuels issus des stations d'épuration communales.

Dans tous les Etats membres de la CIPR, l'agriculture (drainage et eaux souterraines, effluents de ferme et entraînement par le vent) est en 1996 également une des principales sources diffuses d'azote. Les eaux souterraines et le drainage constituent de loin la voie d'apport diffus d'azote la plus importante. Aux Pays-Bas, une distinction entre drainage et eaux souterraines est impossible. Comparés aux apports de phosphore, les apports d'azote transitant par le ruissellement de surface restent faibles.

Les apports diffus provenant des égouts (système séparatif, déversoirs du système unitaire en cas de pluie, rejets non épurés du système unitaire) sont jugés peu significatifs avec env. 3%.

Avec 1%, la part tenue par les retombées atmosphériques (dépôts de particules atmosphériques due aux précipitations, à la rosée, au brouillard, aux poussières et gaz) dans les eaux est également insignifiante. Elle dépend du pourcentage occupée par les eaux dans la superficie globale et des quantités d'azote déposées. Aux Pays-Bas, la surface occupée par

les eaux est relativement élevée par rapport aux autres Etats (12%). Par conséquent, les retombées atmosphériques y sont un peu plus significatives en tant que source diffuse d'azote.

Les indications suisses sur l'ampleur du bruit de fond (flux de nutriments s'écoulant dans les eaux indépendamment des impacts anthropiques ; état primitif) ont été modifiées par rapport à celles de 1985 du fait d'une nouvelle méthode d'estimation.

Figure 10 : Apports d'azote total (N) en 1996

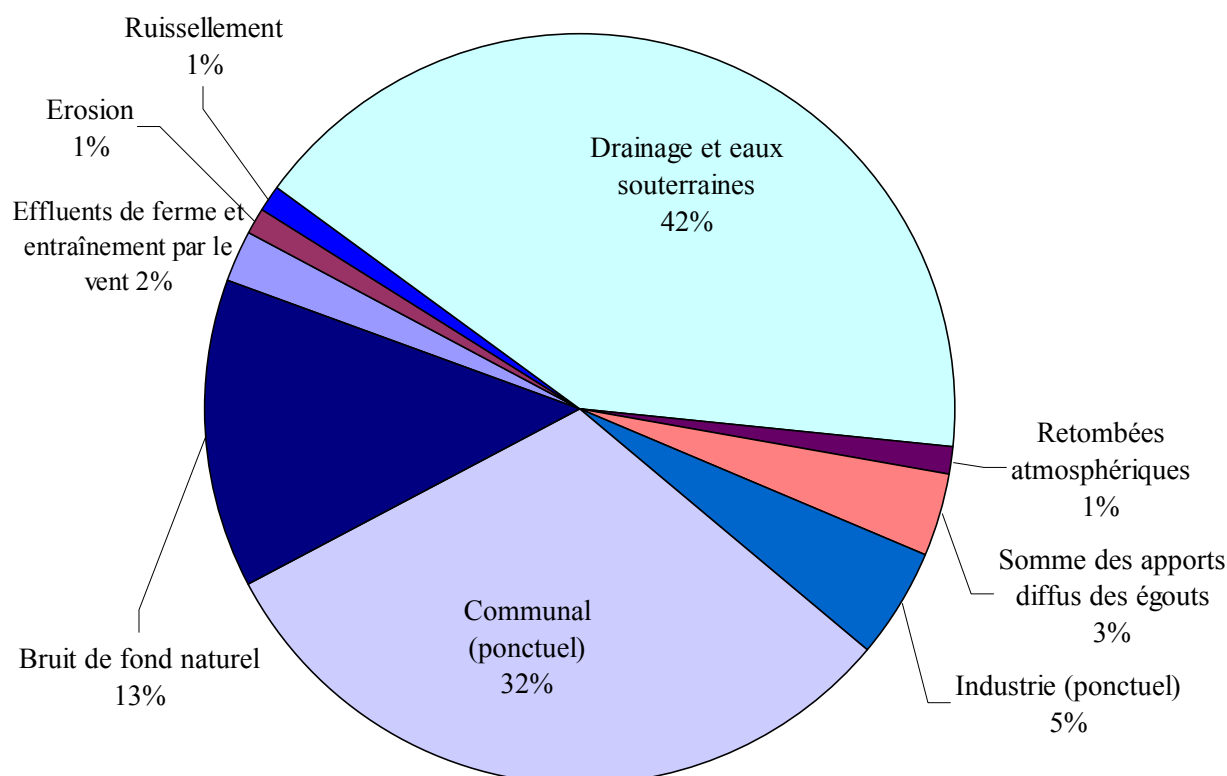


Tableau 6 Apports d'azote total (N) en 1996

Pays		CH	D	F	NL	Total
		t/a	t/a	t/a	t/a	t/a
Apports diffus						
1	Effluents de ferme et entraînement par le vent	23	4 200	1 000	4 545	9 768
2	Erosion	150	4 540	300	0	4 990
3	Ruissellement	224	4 540	600	254	5 618
4.a	Drainage	2 264	17 450	2 500		
4.b	Eaux souterraines ¹⁾	10 075	82 090	18 500		
4	Drainage et eaux souterraines	12 339	99 560	21 000	54 699	187 598
5	Retombées atmosphériques	162	2 070	150	3 688	6 070
6	Système séparatif ²⁾	75	1 600	600	759	3 034
7	Déversoirs du syst. unitaire par temps de pluie	716	4 830	1 070	699	7 315
8	Rejets non épurés du système unitaire		1 700	1 310	928	3 938
9	Ménages non raccordés	100	520	310	577	1 507
6 - 9	Somme des apports diffus des égouts	891	8 650	3 290	2 963	15 794
1 - 9	Somme des apports diffus 1 à 9	13 789	123 560	26 340	66 149	229 838
Rejets ponctuels						
10	Industrie (ponctuel)	1 000	13 740	4 400	2 160	21 300
11	Communal (ponctuel)	14 300	95 760	9 510	21 377	140 947
10 - 11	Somme des rejets ponctuels	15 300	109 500	13 910	23 537	162 247
1 - 11	Somme diffus et ponctuel	29 089	233 060	40 250	89 686	392 085
12	Bruit de fond naturel	4 729	43 120	8 400	3 794	60 043
1 - 12	Somme diffus, ponctuel et bruit de fond	33 818	276 180	48 650	93 480	452 128
1) CH: y compris espaces verts dans les zones bâties		2) CH: espace rural uniquement pris en compte				

Comparaison entre les apports d'azote total (N) de 1985 et de 1996

La somme totale des apports anthropiques d'azote a baissé entre 1985 et 1996 (voir tableau 7 et figure 11), passant d'env. 532 000 t N/a en 1985 à env. 392 000 t N/a en 1996. Cette réduction de 26% est bien en deçà de l'objectif de réduction de 50% que l'on s'était fixé pour les apports totaux.

La baisse des apports totaux est principalement due à une réduction des rejets ponctuels, notamment industriels. La part tenue par les rejets industriels dans la totalité des apports est ainsi passée de 15% (en 1985) à 5% (en 1996).

La principale raison de la baisse relativement faible des apports totaux vient du fait que les apports transitant par le drainage et les eaux souterraines sont pratiquement inchangés. Mais même sans cette voie d'apport significative (31% des apports totaux en 1985 et 42% des apports totaux en 1996), la réduction des apports totaux reste inférieure à l'objectif minimum de 50% avec un ordre de grandeur de 40%.

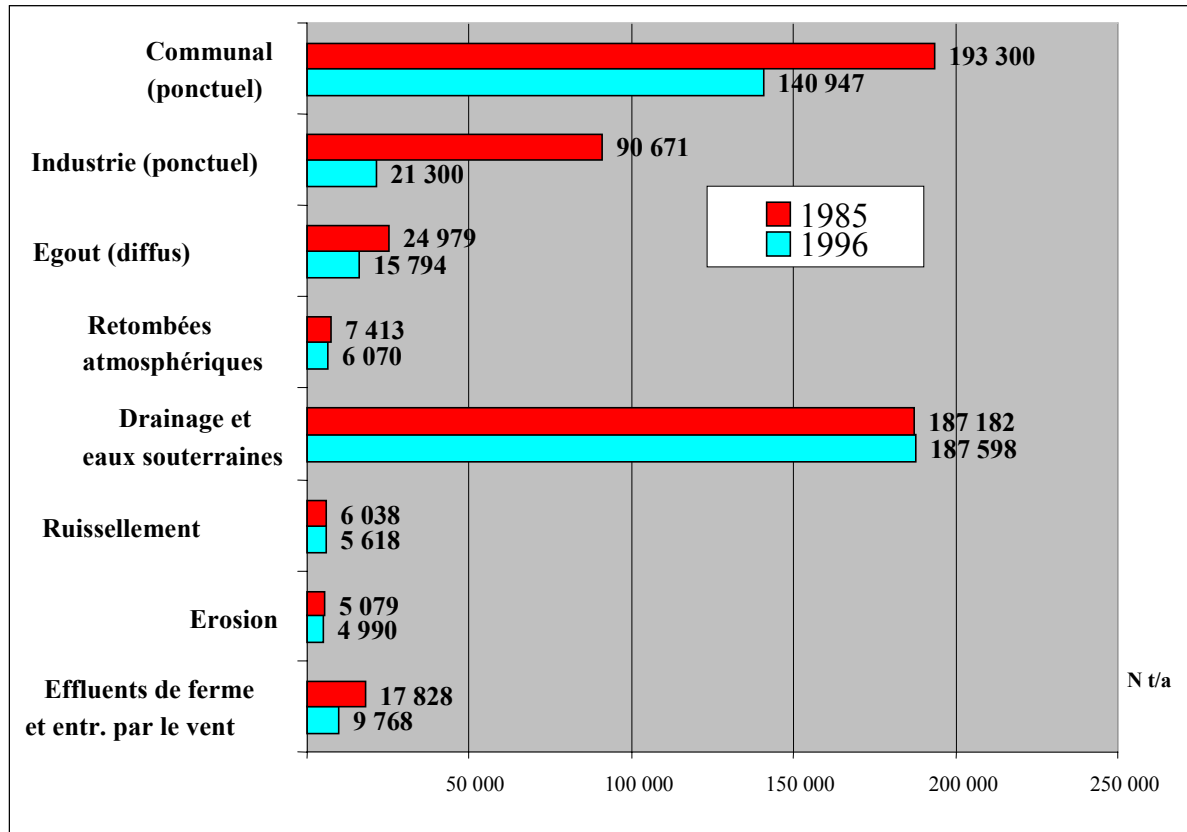
En raison du décalage de plusieurs années entre la prise des mesures de réduction dans le domaine agricole et les effets de ces mesures sur les eaux souterraines et les eaux de drainage (env. 187 000 t N/a en 1985 et en 1996), et notamment du transport fortement ralenti de l'azote nitrique par le biais des eaux souterraines et des eaux de drainage dans le Rhin, l'estimation de ces apports est trop peu précise pour permettre de vérifier à court terme les effets des mesures de réduction engagées en agriculture. Une autre outil plus adapté, qui permettrait de mieux refléter les évolutions récentes des apports, consisterait p.ex. à déterminer les changements survenant au niveau des excédents de nutriments.

Alors que l'industrie affiche une réduction de 77% de ses rejets ponctuels, la baisse des rejets ponctuels provenant des stations d'épuration communales n'est que de 27%. Au niveau des apports diffus issus des égouts (système séparatif, déversoirs du système unitaire par temps de pluie, rejets non épurés du système unitaire, ménages non raccordés), la réduction, de l'ordre de 37%, est également insuffisante.

Tableau 7 : Comparaison des apports d'azote total (N) (en t N/a) entre 1985 et 1996

	1985	1996	Modification en %
Effl. de ferme et entr. par le vent	17 828	9 768	- 45
Erosion	5 079	4 990	- 2
Ruissellement de surface	6 038	5 618	- 7
Drainage et eaux souterraines	187 182	187 598	
Retombées atmosphériques	7 413	6 070	- 18
Egouts (diffus)	24 979	15 794	- 37
Industrie (ponctuel)	90 671	21 300	- 77
Communal (ponctuel)	193 300	140 947	- 27
Somme diffus et ponctuel	532 490	392 085	- 26

Figure 11 : Baisse des apports d'azote en fonction des différentes voies d'apport de 1985 à 1996 en t N/a



6. Analyse de plausibilité des apports de phosphore total et d'azote total

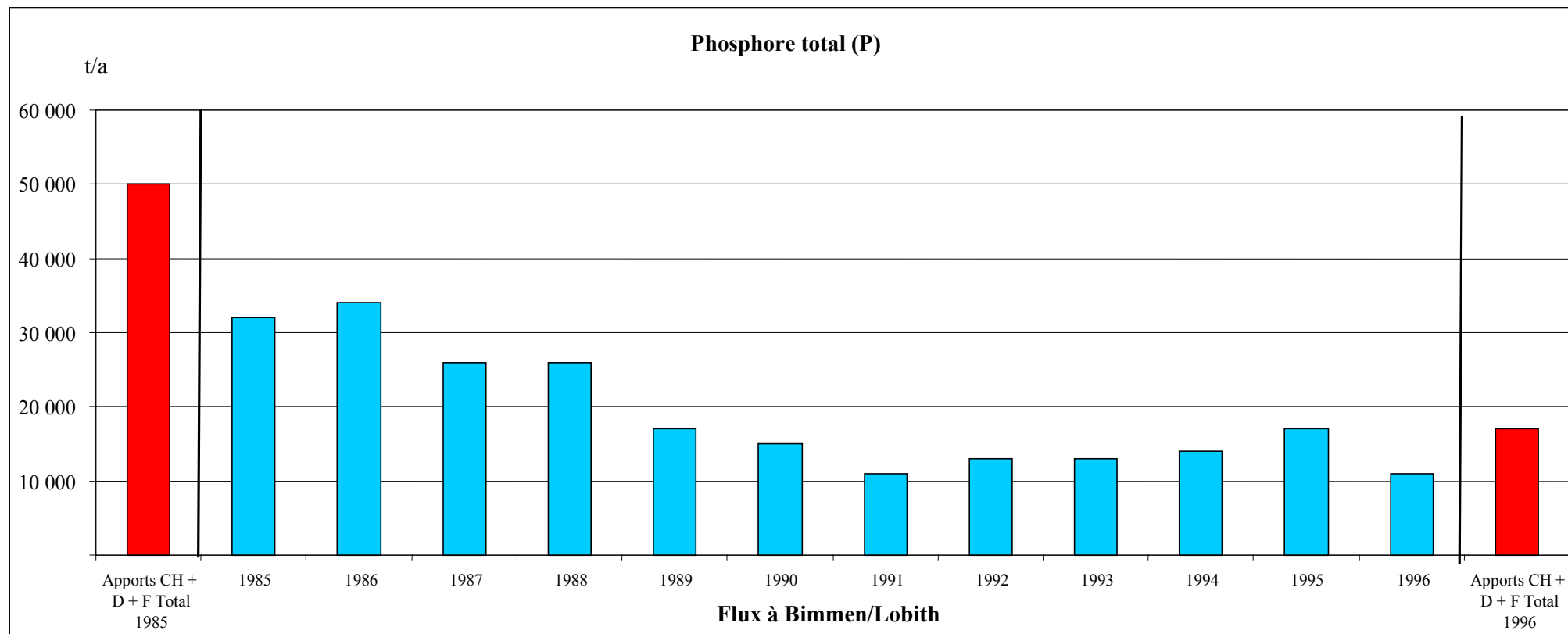
L'analyse de plausibilité repose sur la comparaison entre les quantités des apports de la Suisse, de la France et de l'Allemagne en 1996 et les flux estimés dans le Rhin à Bimmen/Lobith de 1985 à 1996. Cette analyse de plausibilité doit permettre d'évaluer la fiabilité avec laquelle les apports ont été quantifiés, notamment ceux de source diffuse. L'analyse de plausibilité n'a été appliquée qu'à la station internationale de mesure de Bimmen/Lobith.

Lorsqu'on fait appel à des données de flux pour déterminer des tendances, vérifier les taux de réduction et comparer ces données à celles des rejets ponctuels et des apports diffus en amont d'une station de mesure donnée, il convient de savoir:

- que les flux dépendent fortement du débit et que l'on ne peut donc utiliser pour déterminer des tendances que les flux d'années offrant des conditions de débit comparables;
- que 1991 et 1996 ont été des années relativement sèches (débit moyen annuel à Lobith = 2200 m³/s) alors qu'en revanche 1987, 1988, 1994 et 1995 ont été des années très humides avec un débit moyen d'env. 2800 m³/s, ce qui a entraîné des flux importants. Lorsque le débit est faible, le flux est logiquement aussi plus faible. C'est le cas pour 1991 et 1996.
- qu'une concentration de 1 µg/l mesurée sur un an dans le Rhin à hauteur de Bimmen/Lobith correspond à un flux de 70 t.

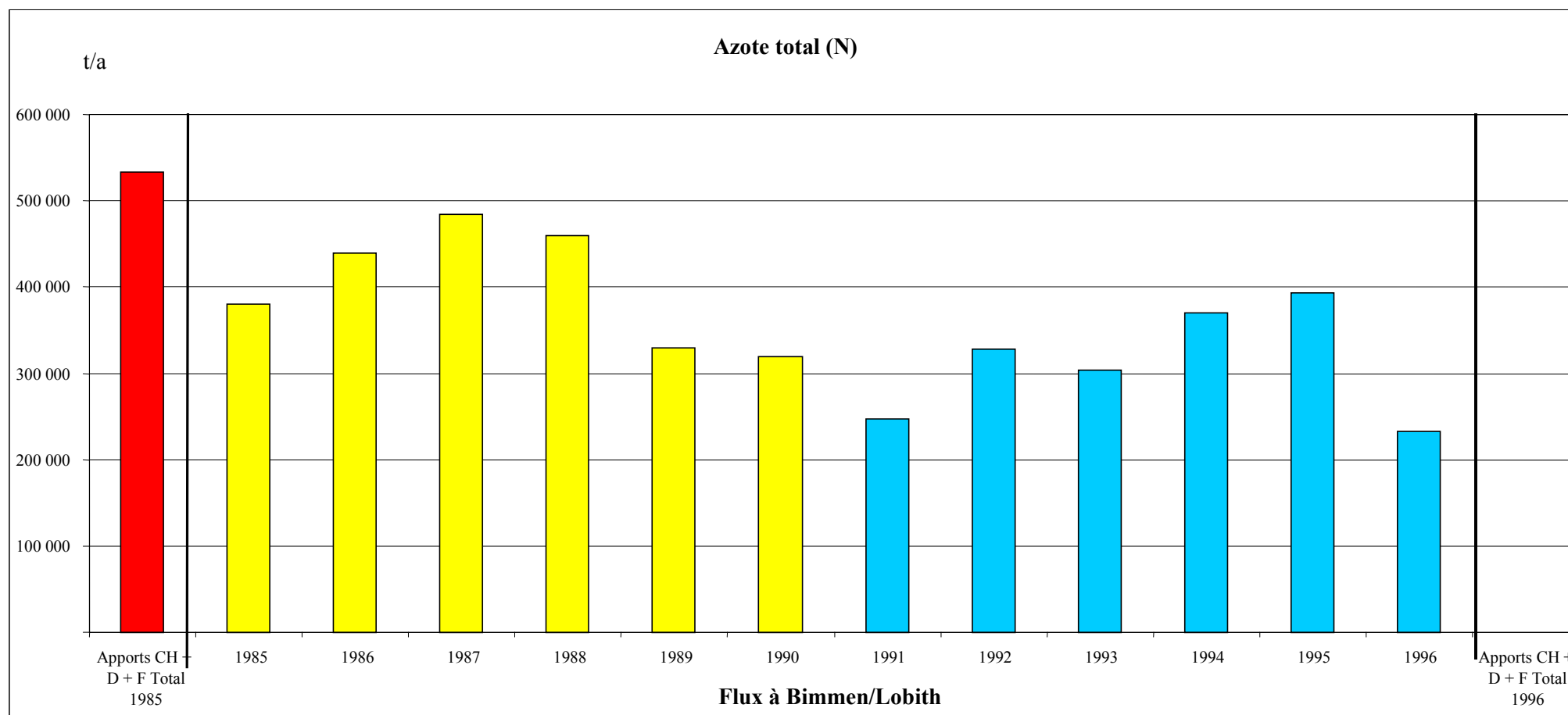
Analyse de plausibilité pour le phosphore total (P)

Figure 12: Flux de phosphore total (P) à Bimmen/Lobith et apports totaux jusqu'à Bimmen/Lobith



Analyse de plausibilité pour l'azote total (N)

Figure 9: Flux d'azote total (N) à Bimmen/Lobith et apports totaux jusqu'à Bimmen/Lobith ¹⁾



1) Les flux de 1985 à 1990 ont été estimés grossièrement sur la base des composants de l'azote.

En raison de la lente progression des flux (notamment pour l'azote), les réductions des apports de nutriments ne se répercuteront sur le Rhin que dans quelques années ou décennies.

L'azote de source diffuse rejoint les eaux superficielles, et ensuite le Rhin, en majeure partie par lessivage en profondeur et en transitant par les sources et les remontées de nappe. Ce long parcours rend difficile l'estimation des émissions exactes d'azote dans le Rhin, car de nombreuses interférences, dont certaines restent encore inconnues, influent sur le transport. La longueur de ce transport occasionne d'autre part un effet de ralentissement qu'il est difficile d'évaluer. Le séjour de l'eau dans une zone non saturée du sol et dans les couches phréatiques peut p.ex. aller jusqu'à 500 ans dans la zone de plaine du nord-est de l'Allemagne. La question est alors de savoir à quel rythme ralenti l'azote transportée par voie diffuse apparaît dans le Rhin, ce qui est déterminant pour estimer l'impact de mesures de réduction en relation avec l'objectif déclaré d'une baisse de 50%. De premières estimations très imprécises pour le bassin allemand du Rhin font état de ralentissements de 2 à 10 ans entre les modifications des excédents d'azote sur les surfaces agricoles et les modifications des concentrations d'azote dans le Rhin même (Behrendt, 1999).

Il ressort des résultats de l'analyse de plausibilité les conclusions suivantes :

- L'ordre de grandeur des apports de phosphore total et d'azote total obtenus dans le cadre de l'inventaire 1996 correspond aux flux correspondants de phosphore et d'azote mesurés dans le Rhin.
- Les méthodes appliquées pour déterminer les apports de nutriments de source ponctuelle et diffuse fournissent des résultats qui répondent parfaitement au but poursuivi dans le cadre de l'inventaire des apports de nutriments dans le Rhin.
- La méthode élaborée pour estimer les apports diffus de nutriments dans le Rhin constitue un outil adapté pour mettre en relief l'importance relative des multiples sources et voies d'apport de ces substances.

7. Résumé et perspectives

Le **phosphore** est la principale cause d'eutrophisation du Rhin, notamment dans les tronçons régulés et dans les grands lacs néerlandais alimentés par les eaux du Rhin, p.ex. l'IJsselmeer. A l'opposé de la mer du Nord, le facteur limitant de ces eaux est ici le phosphore.

Les apports totaux anthropiques de phosphore ont diminué entre 1985 et 1996 passant de env. 70 000 t P/a à env. 25 000 t P/a. Cette baisse de 65% dépasse de beaucoup l'objectif de réduction fixé à 50% des apports totaux. Cette réduction des émissions globales dans le bassin du Rhin provient presque essentiellement de la baisse des rejets ponctuels de 77% dans le domaine communal et de 76% dans le domaine industriel. Cette forte réduction se répercute d'autant sur la part tenue par les rejets ponctuels dans le total des apports, qui passe de 75% (1985) à 49% (1996).

La pollution par l'**azote** joue un rôle important dans l'eutrophisation de mers peu profondes, comme par exemple la mer du Nord. Réagissant aux effets de la fertilisation excessive devenue manifeste dans le courant des années 80, les Etats riverains de la mer du Nord et la CIPR ont décidé de réduire les apports d'azote de 50% entre 1985 et 1995.

La somme totale des apports anthropiques d'azote a baissé entre 1985 et 1996, passant de env. 530 000 t N/a en 1985 à env. 390 000 t N/a en 1996. Cette réduction de 26% est bien en deçà de l'objectif de réduction de 50% que l'on s'était fixé pour les apports totaux. La baisse des apports totaux est principalement due à une réduction des rejets ponctuels, notamment industriels.

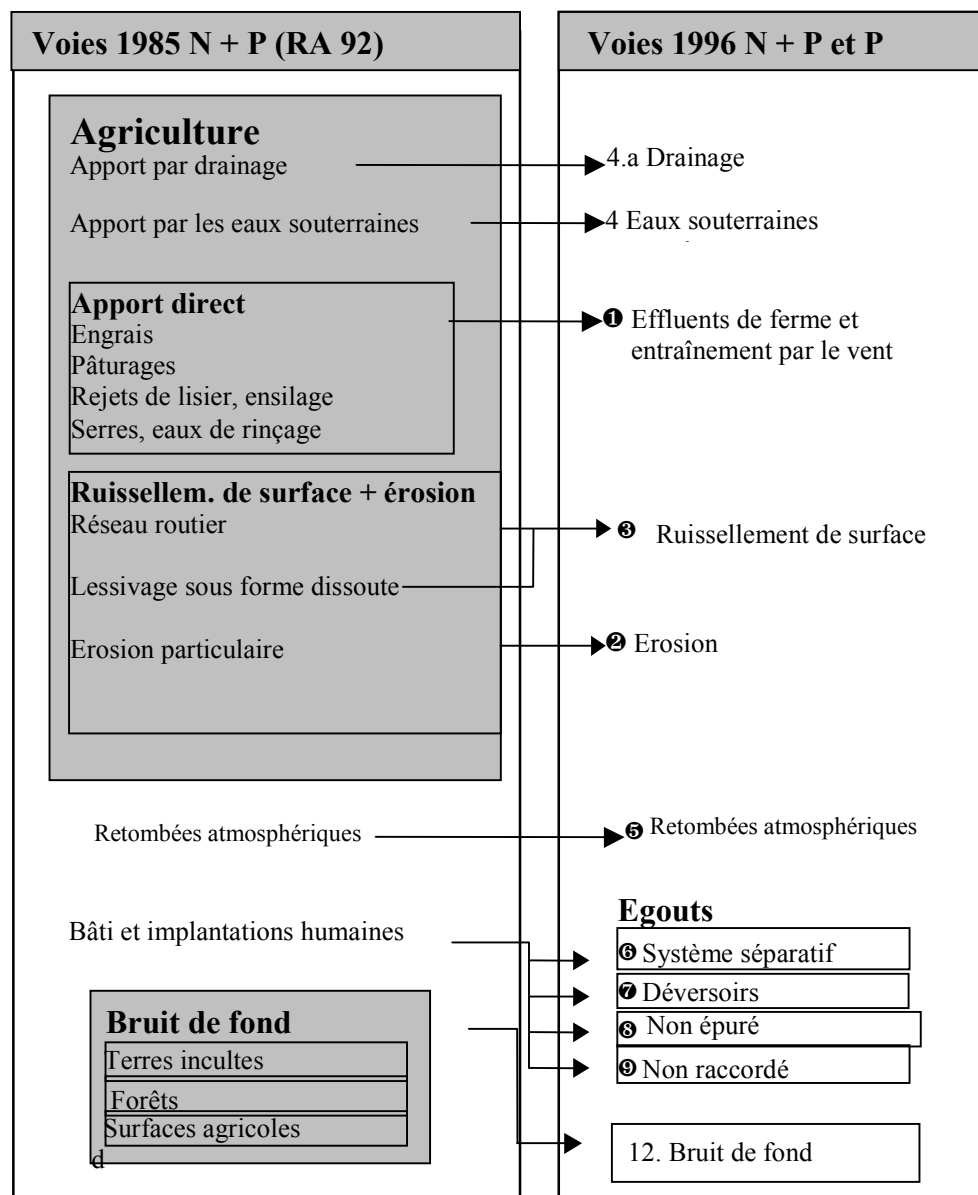
La principale raison de la baisse relativement faible des apports totaux vient du fait que les apports transitant par le drainage et les eaux souterraines sont pratiquement inchangés. En raison du décalage de plusieurs années entre la prise des mesures de réduction dans le domaine agricole et les effets de ces mesures sur les eaux souterraines et les eaux de drainage (env. 186.000 t N/a en 1985 et en 1996), et en raison notamment du transport fortement ralenti de l'azote nitrique par le biais des eaux souterraines et des eaux de drainage dans le Rhin, l'estimation de ces apports n'est pas un bon outil pour vérifier à court terme les effets des mesures de réduction engagées en agriculture.

En raison de la lente progression des flux, les réductions des apports d'azote ne se répercuteront sur le Rhin que dans quelques années ou décennies.

L'analyse de plausibilité a montré que les méthodes appliquées pour déterminer les apports de nutriments de source ponctuelle et diffuse fournissaient des résultats qui répondaient parfaitement au but poursuivi dans le cadre de l'inventaire des apports de nutriments dans le Rhin.

Annexe 1

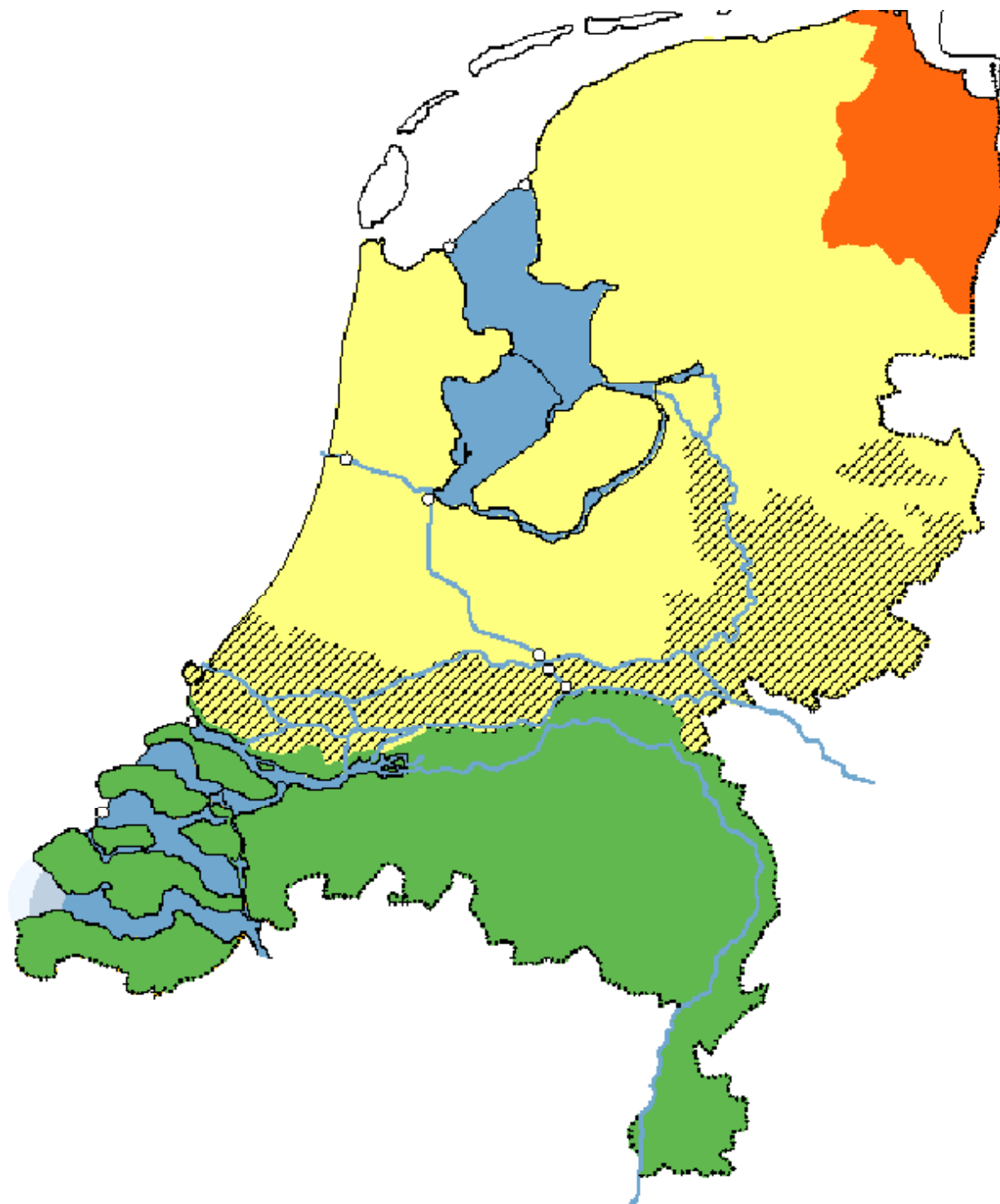
Figure 14: Comparaison entre les voies d'apport analysées dans les différents inventaires



Annexe 2

Figure 15 Subdivision du bassin néerlandais du Rhin

Bassins versants de l'Ems, du Rhin, de la Meuse et de l'Escaut aux Pays-Bas. La partie hachurée représente le (plus petit) bassin d'après l'ancienne définition du bassin néerlandais du Rhin, la partie en jaune le (plus grand) bassin d'après la nouvelle définition.



Annexe 3**Tableau 8 : Remarques explicatives sur les termes employés dans le rapport**

Apports diffus	Apports de polluants qui ne peuvent être recensés à partir d'une source ponctuelle (agriculture, forêt, surfaces bâties dans les zones de faible densité et atmosphère). Ils englobent en outre les rejets du système séparatif, des déversoirs du système unitaire et des ménages non raccordés
Déversoirs du système unitaire	Evacuateurs d'eaux mixtes du système unitaire lors d'événements pluviaux
Drainage	Ecoulement artificiel des eaux au moyen de conduits souterrains fendus et/ou de tranchées à ciel ouvert
Eaux superficielles	Cours d'eau et lacs dans le bassin du Rhin
Effluents de ferme	Ecoulement en provenance des exploitations agricoles et rejoignant directement les eaux superficielles
Engrais	Fumier de ferme et engrais minéraux
Entraînement par ruissellement	Transport de polluants dissous avec les eaux s'écoulant à la surface du sol (synonyme: "lessivage")
Entraînement par le vent	Dispersion de polluants sous effet du vent en période d'utilisation des produits (dispersion du nuage pulvérisé)
Erosion	Quantité de matière du sol entraînée par ruissellement dans une unité de temps définie et sur une surface donnée, y compris les polluants qui y sont liés
Lessivage	Voir "entraînement par ruissellement"
Matériaux érodés	Voir "érosion"
Retombées atmosphériques	- humides: dépôt de polluants atmosphériques transportés par la pluie ou la rosée - sèches: dépôt de polluants atmosphériques transportés par les

Sources géogènes	<p>poussières - gazeuses: dépôt de polluants atmosphériques transportés par les gaz</p> <p>Apports de substances par contact de l'écoulement d'eau avec la roche-mère</p>
Système unitaire	<p>Système de canalisation évacuant les eaux usées ménagères et industrielles ainsi que les eaux usées s'écoulant des toitures et des routes et les acheminant vers une station d'épuration urbaine</p>
Terres labourées	<p>Terres labourées en plein air, y compris cultures spéciales telles que cultures fruitière et maraîchère, viticulture et culture du houblon, mais sans les prairies et les pâturages</p>

Annexe 4

Méthode d'estimation du bruit de fond

Informations sur le calcul du bruit de fond naturel dans le bassin suisse du Rhin en aval des lacs (Volker Prasuhn (FAL 2000))

Bruit de fond naturel

Le bruit de fond naturel est déterminé par les quantités naturelles de substances se trouvant dans les précipitations et qui ne sont pas dues à la pollution atmosphérique anthropique ainsi que par les concentrations de substances dans l'eau courante et qui, lorsque la végétation est naturelle (= forêt, surfaces non exploitées et surfaces dépourvues de toute végétation), résultent des propriétés des couches du sol et de la roche. La **pollution diffuse anthropique** est donc le produit de toutes les modifications portant sur les voies d'écoulement, les débits et les concentrations de substances dans l'eau par rapport à une situation de végétation naturelle potentielle. On entend par là toutes les interventions dans la végétation naturelle dues à l'exploitation agricole (p.ex. culture des sols, fertilisation et amélioration des sols), à l'exploitation sylvicole, à l'urbanisme et à la pollution atmosphérique anthropique.

Calcul des flux d'eau

Pour le calcul du bruit de fond naturel, on part du principe que dans tous les bassins versants la forêt est la végétation potentiellement naturelle au-dessous de la limite de la forêt. On considère donc toutes les prairies permanentes, les terres labourées et les surfaces imperméabilisées, telles qu'on les trouve aujourd'hui, comme des forêts. Parallèlement aux forêts, il existe au-dessus de la limite de la forêt, des surfaces non exploitées, les surfaces dépourvues de toute végétation et les cours d'eau. Ces trois catégories ont été retirées des statistiques foncières et sont identiques aux valeurs du calcul principal. Les flux d'eau ont été recalculés, les quantités de précipitations restant échangées. Les capacités de rétention de la forêt (plus grande évapotranspiration) font que l'écoulement de l'eau est plus faible. Dans la forêt, il n'y a plus de ruissellement de surface, sauf dans les régions alpines et les massifs des régions préalpines, c'est-à-dire que presque toute l'eau s'infiltré sur place.

Calcul des flux de substances

Les flux de substances du bruit de fond naturel ont été calculés de manière analogue à la procédure suivie pour le calcul principal ; on s'est toutefois basé sur les hypothèses ou modifications suivantes :

- Prise en compte de la modification de l'occupation des sols (la forêt au lieu des prairies permanentes, des terres labourées et des surfaces urbanisées) et des flux d'eau en résultant.
- Les concentrations d'azote dans les eaux d'infiltration dans la forêt et sur les surfaces non exploitées ont été réduites de 50 % par rapport aux valeurs utilisées dans le calcul principal ; on tient compte ainsi de la pollution atmosphérique anthropique et de l'exploitation sylvicole. Pour les concentrations de phosphore dans les eaux d'infiltration, on a utilisé les mêmes valeurs que celles prises dans le calcul principal pour les eaux d'infiltration dans la forêt ou sur les surfaces non exploitées. On a ainsi supposé que la pollution atmosphérique anthropique et l'exploitation sylvicole n'avaient aucun impact sur les concentrations de phosphore dans les eaux d'infiltration dans la forêt et sur les surfaces non exploitées.

- Dans le cadre des retombées atmosphériques dans les cours d'eau, les apports d'azote et de phosphore ont été réduits dans toutes les zones de 50 % par rapport aux valeurs utilisées dans le calcul principal à cause de la pollution atmosphérique anthropique. Il s'agit ici d'estimations très approximatives.
- Parallèlement aux retombées atmosphériques dans les cours d'eau, la chute des feuilles est également un apport direct. L'apport renforcé de feuillage et la concentration d'azote et de phosphore dissous qu'il entraîne ont été pris en considération dans la mesure où la surface considérée englobe la surface totale moins les surfaces dépourvues de toute végétation et les surfaces non exploitées et où les valeurs des « autres apports diffus directs » ont été globalement reprises du calcul principal.
- Les flux d'eau sur les surfaces non exploitées et les surfaces dépourvues de toute végétation ont été déterminés comme dans le calcul principal ; pour les concentrations de substances, on a tenu compte de la modification des retombées atmosphériques.
- L'« érosion naturelle » a tout d'abord été reprise du calcul principal, augmentée toutefois du pourcentage représenté par les surfaces urbanisées. On a ensuite procédé à une réduction de 20 % dans tous les bassins versants. On se base ainsi sur l'hypothèse que 20 % de l'érosion appelée « érosion naturelle » sont d'origine anthropique (p.ex. érosion sur les pistes de ski, chemins non consolidés, etc.).

Méthode d'estimation allemande

Toutes les estimations allemandes des apports de nutriments se fondent sur le système modélisé MONERIS (Behrendt et al. : Nährstoffbilanzierung der Flussgebiete Deutschlands (*bilan des nutriments dans les bassins fluviaux allemands*)) ; version allemande : Textes UBA, 75/99 ; version anglaise : Textes UBA 23/00 ; Internet : <http://193.174.169.36/npbilanz>). Sont estimées dans MONERIS les valeurs du bruit de fond des voies susceptibles d'être à l'origine d'apports dans les eaux superficielles, également dans des conditions naturelles. On applique les principes d'estimation suivants :

- Pour l'érosion, seules les formes d'érosion survenant en haute montagne ont été jugées naturelles. Il n'existe pas cependant de surfaces de haute montagne dans le bassin allemand du Rhin.
- Pour la fonte des neiges considérée comme une partie du ruissellement de surface, on a pris pour hypothèse des concentrations naturelles de 10 µg/l de phosphore et de 1 mg/l d'azote. Pour le ruissellement de surface restant, on s'est référé aux concentrations actuelles relevées dans les régions forestières. Elles sont d'env. 50 µg/l de phosphore et de 1 mg/l d'azote. Etant donné que les zones drainées sont asséchées en surface vraisemblablement plus tôt du fait de la forte saturation en eau, on a également pris en compte ici un bruit de fond.
- Pour déterminer les concentrations du bruit de fond dans les eaux souterraines, on est parti du principe de 2 mg/l d'azote dans les eaux d'infiltration. Cette valeur décroît en fonction des conditions de dénitrification en présence à des concentrations dans les eaux souterraines comprises entre 0,2 et un peu plus de 1 mg/l. Pour le phosphore, on a supposé des concentrations uniformes de 10 µg/l P dans les eaux souterraines, en dépit du fait que les concentrations sont vraisemblablement supérieures, en particulier dans les plaines marécageuses.
- Pour les retombées atmosphériques, on a pris pour hypothèse des concentrations de 10 mg/l de phosphore dans les eaux pluviales. On a retenu des retombées d'azote correspondant à la moitié des valeurs actuelles. Même si ces valeurs sont probablement

un peu trop élevées, ceci est sans importance en regard des faibles surfaces d'eau considérées.

Méthode d'estimation française

La part naturelle a été évaluée sur la base des concentrations relatives aux forêts à raison de 1,3 mg/l de N et 0,015 mg/l de P, ce qui conduirait sur la base des volumes globaux considérés aux chiffres suivants :

	Volumes en 10 ⁶ m ³ /an	N t/a	P t/a
Voie 12a terres incultes	230	300	3
Voie 12b forêts	3 200	4 200	48
Voie 12c terres agricoles	3 100	4 000	46
Total		8 500	97
Chiffres reportés		8 400	108

Les calculs ayant été fait au moins en partie par sous-bassins, ils sont en principe plus précis que l'évaluation globale ci-dessus et ce sont les chiffres de la dernière ligne du tableau qui sont reportés dans les tableaux pour 1985 et 1996.

Méthode d'estimation néerlandaise

Ancienne définition (rapport d'activité 1992)

Dans le rapport d'activité 1992, le bruit de fond naturel est défini comme suit :

« Flux de nutriments qui rejoignent les cours d'eau (état primitif) sans influence anthropique (exploitation des surfaces, processus de combustion etc.). »

Situation aux Pays-Bas

Jusqu'à présent, il n'a pas été possible d'obtenir d'informations sur des composants naturels d'azote ou de phosphore dans les retombées atmosphériques.

Puisque l'on part de l'hypothèse que le flux de nutriments dû à l'érosion ne représente qu'une part infime du total et qu'il est indiqué par un « zéro », les composants naturels de l'érosion sont également signalés par un « zéro ».

Aux Pays-Bas, les flux de nutriments rejoignant les eaux par le biais des eaux souterraines et du ruissellement de surface sont principalement fonction des conditions de débit. Le niveau des eaux souterraines n'est plus naturel aujourd'hui mais il est contrôlé de manière artificielle. Sans l'intervention humaine, le niveau de la nappe se trouverait aux Pays-Bas juste sous la surface du sol et de larges surfaces asséchées seraient submergées. Une autre modification importante à signaler pour le bassin du Rhin est celle due à la construction d'une digue (Afsluitdijk) qui a transformé la surface d'eau ainsi circonscrite en un grand lac intérieur (l'IJsselmeer).

Si l'on applique aux conditions néerlandaises la définition du bruit de fond mentionnée plus haut, on bute sur deux problèmes. Premièrement, il n'existe pas de modèle hydrologique permettant de calculer les apports de nutriments dans des conditions naturelles (sans impact

anthropique). Deuxièmement, de tels calculs sont peu significatifs, car les données ne fournissent aucune indication sur le bruit de fond correspondant au régime hydrologique actuel.

Données transmises

En raison de la situation particulière des Pays-Bas, les chiffres indiqués pour le bruit de fond s'écartent des définitions officielles. Dans le présent inventaire, nous avons mentionné les points suivants :

- Les retombées atmosphériques sont indiquées par une somme englobant les nutriments de source anthropique et de source naturelle.
- Les valeurs indiquées pour les voies d'apport 3 et 4 représentent le flux total issu des eaux souterraines et de l'écoulement à partir des surfaces agricoles ; elles englobent également les nutriments d'origine naturelle.
- Pour les voies d'apport 12a et 12b, la valeur indiquée englobe le flux de nutriments dans les eaux souterraines et l'écoulement à partir de zones sans activités agricoles qui correspondent plus ou moins à la définition des « terres incultes » ou des « forêts ».

Nouvelle définition

Pour le bassin néerlandais du Rhin, le bruit de fond naturel ne peut pas correspondre à la définition figurant dans le rapport d'activité de 1992. Cependant, l'apport total en nutriments dans les eaux superficielles inclut une part qui est d'origine naturelle/non anthropique. Il existe vraisemblablement des informations sur les teneurs atmosphériques naturelles, mais elles n'ont pas encore été décelées. En regard du régime hydrologique néerlandais actuel, il apparaît difficile d'estimer le flux naturel que recèlent les eaux souterraines et l'écoulement.

Avant que nous tentions d'estimer les composants naturels, nous devrions réfléchir à la signification de ces valeurs. Il se peut qu'en cherchant à distinguer le bruit de fond des flux d'origine agricole on veuille déterminer s'il est possible de prendre des mesures de réduction du flux de nutriments et où elles doivent l'être. Cependant, des mesures de réduction du flux de nutriments de provenance agricole auront souvent un impact sur les conditions de débit, ce qui aura par conséquent pour effet de modifier le bruit de fond également.

Conclusions

On ne peut pas définir le bruit de fond naturel pour le bassin néerlandais du Rhin à partir de la définition fixée dans le rapport d'activité de 1992.

Vu les conditions hydrologiques actuelles, une estimation des flux naturels prend beaucoup de temps et les valeurs obtenues sont sans grande signification. C'est pourquoi les données soumises s'écartent de la définition initiale.

Annexe 5

Indications sur les données relatives à la structure du bassin du Rhin

Données suisses

Les données sur la structure du bassin suisse du Rhin en aval des lacs (REZGUS) utilisées pour les calculs actuels proviennent des statistiques foncières suisses 92/97 (office fédéral de la Statistique, 1999). Ces statistiques foncières se basent sur une évaluation des vues aériennes avec un réseau d'échantillons instantanés d'un maillage de 100x100 m auquel sont affectées 74 catégories d'usage pour la période 1994-1996. Cette méthode n'est pas directement comparable à la méthode des statistiques foncières de la Suisse de 1972 qui avait été utilisée pour le calcul des apports diffus de N et de P en 1986. Cette méthode se fondait sur une évaluation de feuilles cartographiques au 1:25.000ème et 1:50.000ème datant des années soixante avec affectation qualitative de 12 catégories de types d'usage dominants dans une grille de 100x100 m. Les modifications de l'occupation des sols dans le modèle REZGUS entre 1986 et 1996 ne correspondent donc pas ou seulement en partie à la modification réelle de l'occupation des sols. Dans le modèle d'écoulement des substances de 1996, les calculs se basent sur une superficie foncière totale qui est supérieure de 5802 ha à celle de 1986. Seule la surface agricole vient du comptage des exploitations agricoles de 1986 et 1996. Etant donné qu'il n'y a pas eu de modification de méthode dans le cadre de ce recensement statistique, ces données peuvent être comparées. Il en ressort que la surface agricole a augmenté de 6419 ha (soit 4,6 %) entre 1986 et 1996.

Données allemandes

Les valeurs allemandes des usages du sol se fondent sur le recensement d'après CORINE Land Cover (CLC). Cette banque de données a été recoupée dans le SIG avec la limite du bassin allemand du Rhin en aval du lac de Constance.

La directive sur le recensement CLC, fruit d'une concertation au niveau européen, prend en compte 44 catégories d'usage des sols, dont 36 relevés en Allemagne. Ces catégories ont été rassemblées dans les catégories mentionnées au tableau 1. Le recensement en CLC a été réalisé au 1/100.000ème par interprétation d'images satellitaires effectuées entre 1989 et 1992 et comparaison avec des cartes topographiques, prises de vues aériennes et relevés de terrain. Les éléments cartographiques individuels n'ont été recensés que lorsqu'ils couvraient au moins 25 ha et présentaient une largeur d'au moins 100 m. Les usages rares et appliqués à de petites surfaces (p.ex. voies de communication hors agglomérations, cours d'eau, implantations de petite taille ou disséminées) n'ont pas toujours été recensés, de sorte que ces surfaces sont quelque peu sous-estimées. En contrepartie, les surfaces agricoles et les forêts sont surestimées. En comparaison avec le relevé général d'occupation des sols, les erreurs peuvent être de l'ordre d'env. 9 %.

Données françaises

Sources d'informations disponibles

Les systèmes d'information ont fortement évolué au cours de la dernière décennie et on peut identifier actuellement 3 sources principales de données :

La cartographie générale de l'Institut Géographique National (IGN) (détail 1/50 000ème) avec informations complémentaires de l'Agence de l'eau et du ministère de l'environnement

Constitution de bases de données (BD CARTO ; BD CARTHAGE) opérationnelles depuis 1994 sur le bassin Rhin-Meuse.

Recensement général agricole (RGA)

L'utilisation des terres agricoles fait l'objet de recensements systématiques tous les 10 à 15 ans (le dernier date de 1988) et peut être considéré comme très détaillée (échelle cadastrale). Les données statistiques sont mises à jour annuellement pour chaque département. Le report des données sur des bassins versants devient délicate parce que certains départements sont à cheval sur deux ou trois bassins versants (Rhin, Rhône, Meuse), avec une distribution de l'occupation des sols relativement hétérogène.

Les départements dont la majorité de la surface est située dans le bassin du Rhin (les deux départements alsaciens et les départements lorrains sans la Meuse) donnent une image représentative de l'occupation des sols dans ce bassin.

Comme la surface des 5 départements retenus est un peu supérieure à la surface du bassin du Rhin en France, un coefficient de 0,916 a été appliqué aux résultats obtenus.

CORINE LAND COVER

L'interprétation de ces données a été réalisée par l'IFEN (Institut français de l'environnement) sur la base des images SPOT de 1989 à 1994 pour la partie Nord de la France. Différentes données exogènes sont utilisées, notamment la BD Carto de l'IGN et l'Inventaire forestier national.

La précision générale semble être celle d'une cartographie à l'échelle de 1/100 000° à 1/200 000°. La couverture du territoire est exhaustive, mais les petits éléments sont encore moins bien saisis que dans la BD Carthage et des structures comme les surfaces en eau risquent d'être fortement sous-estimées.

En outre la rubrique Zones agricoles hétérogènes (codes 24...) comporte des zones agricoles ainsi que des espaces naturels, dans des secteurs à parcellaire complexe.

Conclusions

Les informations requises nécessitent de recourir aux trois systèmes d'information disponibles pour avoir une représentativité satisfaisante. Pour les grandes surfaces (bassin versant, surfaces agricoles et forêts), les données sont directement utilisables. Pour les petites surfaces dispersées, les données paraissent systématiquement inférieures à la réalité et une correction est nécessaire.

Le tableau ci-dessous schématise l'origine des données pour 1992 et pour 1996 et les données brutes et corrigées pour les surfaces dispersées:

	1992	1996
1. Surface bassin versant		SIG BD Carthage 23 614 km ²
2. Surfaces agricoles	RGA 10 900	RGA 10 798 km ²
3. Forêts	SIG BD Carto provisoire 8 822	Corine Land Cover 8 829
4. Surfaces incultes, zones naturelles	RGA628 → 1 073	(RGA) 659 → 1011
5. Surfaces en eau	SIG BD Carthage provisoire 363 → 518	(SIG BD Carthage) 377 → 578
6. Zones urbanisées, industrialisées	SIG BD Carto provisoire 1 347 → 2 301	(Corine Land Cover) 1564 → 2398
Non expliqué	1614 (7%)	1387 (6%)

Données néerlandaises

La « Structure du bassin du Rhin » se fonde sur la carte néerlandaise LGN (Landelijk Gebruik bestand Nederland). Cette carte montre l'occupation des sols aux Pays-Bas avec une résolution de 25 x 25 m et une subdivision en 40 catégories. La carte a été élaborée à partir d'imageries satellitaires de 1995 et de 1997.