

Séminaire Développement Durable

La gestion durable du risque inondation : les polders

Ecole Nationale du Génie de l'Eau et de l'Environnement de Strasbourg



GOUIFERDA Khalid
GRUNENBERGER Jean
RUEDA Clément

Encadré par:
Mohamed Ali BCHIR



ENGEES

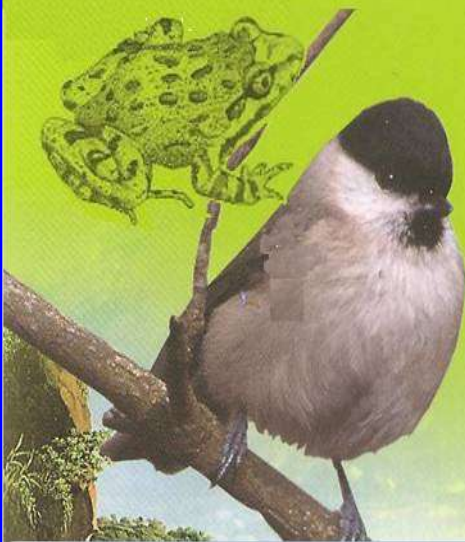
1 quai Koch – BP 61039 – 67070 Strasbourg Cedex
Tél : +33 (0)3 88 24 82 82 – Fax : +33 (0)3 88 37 04 97
Courriel : contact@engees.unistra.fr
<http://engees.unistra.fr>



SÉMINAIRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE

Gestion durable du risque d'inondation: Le polder d'Erstein

*Réguler
les crues du Rhin
et restaurer
la forêt alluviale.*



Réalisé par:
**FOHRER, GOLZNE, GOUIFERDA,
GRUNENBERGER, RUEDA**

Endacré par:
Mr. Mohamed Ali Bchir

Séminaire du développement durable 2011

Remerciements

Pour les apports techniques qu'ils nous ont fournis et le temps qu'ils nous ont prêté en nous recevant, nous tenons à remercier :

- M. JANUS, directeur du Centre de Conduite Hydraulique de Kembs (EDF)¹
- Mme TREMOLIERES, professeur à l'institut de botanique de Strasbourg et coordinatrice du suivi scientifique du polder d'Erstein.
- M. WILLER, maire d'Erstein et directeur adjoint de l'ENGEES.
- M. LEBEAU, responsable du service arrondissement fonctionnel de Voies Navigables de France

Nous remercions également M. BCHIR, notre encadrant, pour les directives qu'il nous a apportées.

¹ Le Centre de Conduite Hydraulique (CCH) de Kembs téléconduit les 10 aménagements hydroélectriques du Rhin, y compris les usines franco-allemandes.

Résumé

L'un des sujets environnementaux les plus parlants auprès de la population en général est celui des inondations. Le phénomène naturel engendre régulièrement des dégâts et pertes humaines partout dans le monde. De plus, des changements climatiques émergeant depuis déjà quelques années laissent présager une augmentation de l'intensité de ces phénomènes. La vallée du Rhin, plus particulièrement la partie française du fossé rhénan, n'est pas insensible aux crues du fleuve et connaît souvent d'importantes inondations. Malgré les ouvrages réalisés depuis plus de deux siècles (digues, canaux, barrages...) et une gestion en continu par Voies Navigables de France (VNF), le Rhin déborde toujours et des techniques de prévention sont encore mises en place. Mais il n'est pas simple de compenser des inondations en zone habitable sans impacter l'environnement. C'est alors qu'intervient la notion de gestion durable des risques.

Un projet visant à respecter ces conditions vis-à-vis de l'environnement est celui du polder. Il s'agit d'une vaste étendue de forêt alluviale submersible servant à écrêter une partie du débit de pointe du fleuve pour limiter les impacts en aval. Deux polders sont déjà en activité en France, celui de la Moder et celui d'Erstein.

Le présent travail traitera comme exemple d'aménagement le polder d'Erstein, situé dans le secteur géomorphologique du Rhin canalisé. L'objectif est de synthétiser la finalité, les modes de fonctionnement, le bilan technique et les résultats scientifiques obtenus à l'issue de près de cinq ans de fonctionnement de polder d'Erstein.

Sommaire

La gestion durable du risque inondation : les polders	1
Liste des abréviations	9
Introduction	10
I. Le risque d'inondation en France	10
Contextes historique et géomorphologique :	12
Figure 2 : Évolution diachronique d'Erstein depuis 1827 (d'après Dillmann, 1995, modifié). 14	
NB : délimitation approximative du polder sur les cartes de 1827 et 1863.	14
II. Les aménagements de protection sur le Rhin contre les inondations hors polder	15
Figure 3. Les usines hydroélectriques sur le Rhin et le Grand canal d'Alsace.....	15
Figure 4 : Schéma d'un bief. Le barrage est sur le Rhin alors que les centrales sont sur le Grand Canal d'Alsace (Kembs, Ottmarsheim, Fessenheim et Vogelgrün) ou des canaux de dérivation (de Marckolsheim jusqu'à Iffezheim).....	16
III. Les polders sur le Rhin	18
III.1 Les polders opérationnels en 2010	18
III.1.1 Les polders français	19
Figure 5 : Prise d'eau du barrage de la Moder	20
Figure 6 : Vue d'ensemble du polder de la Moder.....	20
III.1.2 Les polders allemands	20
Figure 7 : L'île de Rheinschanz	21
Figure 8 : Polder de Söllingen : ouvrage de prise au	22
Figure 9 : Vue aérienne de Söllingen	22
droit du PK 318	22
Figure 10 : Vue cartographique des bassins de rétention de Söllingen.....	22
Figure 11 : Plan schématique du polder de Flotzgrün.....	23
Figure 12 : Construction de l'ouvrage de sortie du polder 21	24
Figure 13 bis : Vue aérienne de l'île de Koller	25
Figure 14 : Prise d'eau de sur l'île de Köller	25
III.2 Les futurs aménagements allemands.....	25
Figure 15 : Les aménagements de rétention prévus sur la rive du Bade-Wurtemberg	26
III.3 Le futur aménagement français	26
Figure 16 : Projet de l'île de Rohrschollen (les futures modifications sont en vert).....	27
IV. Le polder d'Erstein.....	28
IV.1 Choix du site d'Erstein	28
IV.1.1 Caractéristiques du site	28
Figure 17 : (a) Carte de localisation du polder d'Erstein et (b) des différents aménagements du polder	28
IV.1.2 La forêt rhénane	30
Figure 18 : La forêt du polder inondée.....	30
Figure 19 : Vue générale sur le site du polder d'Erstein	31
Figure 20 : Le réseau hydrographique et la richesse faunistique et floristique des milieux riverains du Rhin	34
IV.2 Caractéristiques techniques des aménagements du site	34
Figure 21 : Ouvrages de prise d'eau et de vidange	36
IV.3 Fonctionnement hydrologique du polder : écrêtement des crues et restauration de l'hydrosystème.....	36
IV.3.1 En fonctionnement normal.....	36
IV.3.2 En Cas de crue	37
Figure 22 : Fonctionnement du polder d'Erstein en période de crue	37
Figure 23 : Fonctionnement du polder d'Erstein en période de crue	39

IV.4 Submersion écologique du site	39
IV.5 Le suivi scientifique du polder.....	40
IV.6 Redynamisation des Giessen.....	42
Conclusion.....	43
Annexes.....	43
Bibliographie.....	50
Sites internet.....	52
[4] BS Encyclopédie, L'aménagement du cours supérieur du Rhin, www.encyclopedie.bsditions.fr/article.php?pArticleId=11&pChapitreId=36142&pSousChapitreId=36147&pArticleLib=L%27am%E9nagement+du+cours+sup%E9rieur+du+Rhin+%5BLe+Rhin-%3EHistoire+du+fleuve%5D, vu le 29 Janvier 2011.....	52
[14] Ingenieur Gruppe, //www.ingenieurgruppe- bauen.de/Deutsch/Projekte/Wasserbau/Hochwasserschutz/PolderKollerinselnB.html, vu le 29 Janvier 2011.....	53
[15] Sogreah et Communauté Urbaine de Strasbourg, « Etude de définition des travaux pour le retour à la fonctionnalité hydraulique et écologique de l'île du Rohrschollen, Janvier 2009 »,www.strasbourg.eu/environnement/Rohrschollen/Etude_de_faisabilite.pdf?FileID= documentsprincipaux/environnement/life%2b/etude_de_faisabilite.pdf, vu le 29 Janvier 2011.....	53
[16] Association « Au fil du Rhin », www.aufildurhin.com, vu le 2 février 2011.....	53
[18] Y. M. DANAN, S. DECELLE, J.-P. MOREL - Inondations par débordement des cours d'eau [en ligne] - Site du Ministère de l'Aménagement du territoire et de l'Environnement, PROCERISQ [visité le 18/01/2001] - Disponible sur Internet : www.prim.net/procerisq/themes/inond1	54
[19] Y. M. DANAN, S. DECELLE, J.-P. MOREL - Les plans de prévention des risques (PPR) [en ligne] - Site du Ministère de l'Aménagement du territoire et de l'Environnement, PROCERISQ [visité le 18/01/2001] - Disponible sur Internet : www.prim.net/procerisq/themes/ppr1.....	54
[20] Commission Internationale pour la Protection du Rhin (CIPR) - Plan d'Action Contre les inondations [en ligne] - Site de la CIPR [visité le 23/01/2001] - Disponible sur Internet : www.iksr.org/cipr/welcome.html.....	54

Liste des figures

La gestion durable du risque inondation : les polders	1
Liste des abréviations	9
Introduction	10
I. Le risque d'inondation en France	10
Contextes historique et géomorphologique :	12
Figure 2 : Évolution diachronique d'Erstein depuis 1827 (d'après Dillmann, 1995, modifié). 14	
NB : délimitation approximative du polder sur les cartes de 1827 et 1863.	14
II. Les aménagements de protection sur le Rhin contre les inondations hors polder	15
Figure 3. Les usines hydroélectriques sur le Rhin et le Grand canal d'Alsace.....	15
Figure 4 : Schéma d'un bief. Le barrage est sur le Rhin alors que les centrales sont sur le Grand Canal d'Alsace (Kembs, Ottmarsheim, Fessenheim et Vogelgrün) ou des canaux de dérivation (de Marckolsheim jusqu'à Iffezheim).....	16
III. Les polders sur le Rhin	18
III.1 Les polders opérationnels en 2010	18
III.1.1 Les polders français	19
Figure 5 : Prise d'eau du barrage de la Moder	20
Figure 6 : Vue d'ensemble du polder de la Moder.....	20
III.1.2 Les polders allemands	20
Figure 7 : L'île de Rheinschanz	21
Figure 8 : Polder de Söllingen : ouvrage de prise au	22
Figure 9 : Vue aérienne de Söllingen	22
droit du PK 318	22
Figure 10 : Vue cartographique des bassins de rétention de Söllingen.....	22
Figure 11 : Plan schématique du polder de Flotzgrün.....	23
Figure 12 : Construction de l'ouvrage de sortie du polder 21	24
Figure 13 bis : Vue aérienne de l'île de Koller	25
Figure 14 : Prise d'eau de sur l'île de Köller	25
III.2 Les futurs aménagements allemands.....	25
Figure 15 : Les aménagements de rétention prévus sur la rive du Bade-Wurtemberg	26
III.3 Le futur aménagement français	26
Figure 16 : Projet de l'île de Rohrschollen (les futures modifications sont en vert).....	27
IV. Le polder d'Erstein.....	28
IV.1 Choix du site d'Erstein	28
IV.1.1 Caractéristiques du site	28
Figure 17 : (a) Carte de localisation du polder d'Erstein et (b) des différents aménagements du polder	28
IV.1.2 La forêt rhénane	30
Figure 18 : La forêt du polder inondée.....	30
Figure 19 : Vue générale sur le site du polder d'Erstein	31
Figure 20 : Le réseau hydrographique et la richesse faunistique et floristique des milieux riverains du Rhin	34
IV.2 Caractéristiques techniques des aménagements du site	34
Figure 21 : Ouvrages de prise d'eau et de vidange	36
IV.3 Fonctionnement hydrologique du polder : écrêtement des crues et restauration de l'hydrosystème	36
IV.3.1 En fonctionnement normal.....	36

IV.3.2 En Cas de crue	37
Figure 22 : Fonctionnement du polder d'Erstein en période de crue	37
Figure 23 : Fonctionnement du polder d'Erstein en période de crue	39
IV.4 Submersion écologique du site	39
IV.5 Le suivi scientifique du polder.....	40
IV.6 Redynamisation des Giessen.....	42
Conclusion.....	43
Annexes.....	43
Bibliographie.....	50
Sites internet.....	52
[4] BS Encyclopédie, L'aménagement du cours supérieur du Rhin, www.encyclopedie.bsditions.fr/article.php?pArticleId=11&pChapitreId=36142&pSousChapitreId=36147&pArticleLib=L%27am%27agement+du+cours+sup%27rieur+du+Rhin+%5BLe+Rhin-%3EHistoire+du+fleuve%5D, vu le 29 Janvier 2011.....	52
[14] Ingenieur Gruppe, //www.ingenieurgruppe- bauen.de/Deutsch/Projekte/Wasserbau/Hochwasserschutz/PolderKollerinselnB.html, vu le 29 Janvier 2011.	53
[15] Sogreah et Communauté Urbaine de Strasbourg, « Etude de définition des travaux pour le retour à la fonctionnalité hydraulique et écologique de l'île du Rohrschollen, Janvier 2009 »,www.strasbourg.eu/environnement/Rohrschollen/Etude_de_faisabilite.pdf?FileID= documentsprincipaux/environnement/life%2b/etude_de_faisabilite.pdf, vu le 29 Janvier 2011.....	53
[16] Association « Au fil du Rhin », www.aufildurhin.com, vu le 2 février 2011.	53
[18] Y. M. DANAN, S. DECELLE, J.-P. MOREL - Inondations par débordement des cours d'eau [en ligne] - Site du Ministère de l'Aménagement du territoire et de l'Environnement, PROCERISQ [visité le 18/01/2001] - Disponible sur Internet : www.prim.net/procerisq/themes/inond1	54
[19] Y. M. DANAN, S. DECELLE, J.-P. MOREL - Les plans de prévention des risques (PPR) [en ligne] - Site du Ministère de l'Aménagement du territoire et de l'Environnement, PROCERISQ [visité le 18/01/2001] - Disponible sur Internet : www.prim.net/procerisq/themes/ppr1.....	54
[20] Commission Internationale pour la Protection du Rhin (CIPR) - Plan d'Action Contre les inondations [en ligne] - Site de la CIPR [visité le 23/01/2001] - Disponible sur Internet : www.iksr.org/cipr/welcome.html.....	54

Liste des abréviations

- EDF** : Electricité de France
- CCH** : Centre de Conduite Hydraulique
- ENGEES** : Ecole Nationale du Génie de l'Eau et de L'Environnement de Strasbourg
- VNF** : Voies Navigables de France
- DCE** : Directive Cadre sur l'Eau
- DTG** : Division technique générale
- OFEV** : Office Fédéral de l'Environnement, Suisse
- CIPR** : Commission Internationale pour la Protection du Rhin
- PK** : Point Kilométrique
- IKSR** : Internationale Kommission zum Schutze des Rheins
- BASF** : Badische Anilin und Soda-Fabrik : « Fabrique d'aniline et de soude de Bade »
- CUS** : Communauté Urbaine de Strasbourg
- ZNIEFF** : Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique
- ADUAS** : Agence de Développement et d'Urbanisme de l'Agglomération strasbourgeoise
- DSBC** : Digue Sud du Bassin de Compensation
- DHE** : Digue des Hautes Eaux
- PSS** : Plan de Secours Spécialisé

Introduction

Les inondations sont le premier risque naturel en France. Elles affectent chaque année plus de 50 millions de personnes ² et causent des millions d'euros de dommages. La maîtrise des cours d'eau est donc dans certaines régions une priorité. Les techniques de prévention et de protection, à différencier, se doivent d'être multiples - car chaque région à ses propres caractéristiques et ne peut être protégée de la même façon que sa voisine – et bien sur efficaces.

L'une de ces régions sensibles est celle de la vallée du Rhin, le fossé rhénan en France. Depuis le XVIIIème siècle, les autorités françaises et allemandes tentent de le canaliser et de l'asservir. Ses crues sont aujourd'hui toujours inévitables et les programmes de protection continuent d'apparaître. En marge des digues et barrages, un système de prévention est développé dans les années 80 ; il s'agit du polder. Le schéma simplifié est le suivant : une vaste étendue non habitée, principalement une zone de forêt alluviale³, permet d'accueillir un volume important d'eau durant le pic de crue afin de limiter son impact à l'aval. Deux sont déjà en service sur la portion française du Rhin.

Ce type d'aménagement s'inscrivant dans une démarche de développement durable évidente, puisqu'il est totalement naturel, nous avons décidé d'en étudier le principe et d'évaluer son efficacité par rapport à des ouvrages plus « classiques » comme les barrages ou canaux de dérivations. Le plus grand polder de France, à Erstein sera notre zone d'étude et fera l'objet d'une attention particulière. Cependant, d'autres aménagements concernant le Rhin seront évoqués en première partie, ce qui permettra d'établir des comparaisons.

I. Le risque d'inondation en France

Des catastrophes naturelles, les inondations sont les plus fréquentes et dévastatrices en France comme de par le monde.

Les causes principales concernent les pluies. Une inondation peut intervenir après plusieurs jours de pluie ininterrompue ou après un violent orage. On note alors le débordement d'un cours d'eau qui sort de son lit mineur pour embrasser un lit dit majeur (limité par la plus grande crue jusqu'alors enregistrée). C'est donc dans cette zone que les risques d'inondation sont les plus forts.

Cependant les pluies ne sont pas seules responsables d'un débordement. Certaines causes sont humaines, notamment les aménagements sur cours d'eau tels que les barrages, endiguements ou canalisations. Ces aménagements modifient le fonctionnement naturel du cours d'eau (profondeur, pente...) et peuvent contribuer à aggraver la situation de débordement sur certains tronçons. La mise en place de digues peut aggraver les débordements à l'aval par exemple.

Sur le plan légal en France, les documents d'urbanisme doivent prendre en compte les risques d'inondation. Le Plan de Prévention des Risques d'Inondation (PPRI) doit être respecté dans le cas d'une prise en charge des assurances. On entend régulièrement dans les

² Chiffre fourni par le Stockholm International Water Institut (SIWI).

³ Une forêt alluviale se définit par ses relations avec le fleuve : les inondations influencent la sélection des espèces, elles déposent limons, sables et graviers. Les remontées de nappes sont fréquentes et la morphologie change constamment par l'érosion des berges.

médias des accords de permis de construire dans ces zones, ce qui ne manque pas d'amener à des sinistres plusieurs années après et à des affaires juridiques.

➤ ***Les moyens de prévention :***

La lutte contre les inondations ne peut être que préventive. Elle est aujourd'hui supervisée par la Directive Cadre sur l'Eau (DCE)⁴ en Europe qui impose la cartographie des zones à risque. En France la gestion s'effectue à l'échelle des bassins versants et est supervisée par Voies Navigables de France (VNF).

Les moyens physiques de lutte sont eux divers. Les digues tout d'abord sont les premiers à venir à l'esprit. De part et d'autre d'un cours d'eau, ou protégeant simplement une zone (un lotissement par exemple) elles permettent une augmentation du niveau d'eau sans débordement. Les retenues d'eau peuvent elles contenir un certain volume à l'amont. Le détournement de l'eau vers un canal de décharge peut aussi limiter le débit dans le cours d'eau naturel.

Mais ces aménagements ne sont pas toujours conformes à une idée de développement durable. Les digues favorisent en effet le surcreusement du lit mineur et les barrages coupent l'écoulement naturel, situation dommageable pour les poissons comme pour l'évacuation des sédiments.

Voies Navigables de France

Établissement public créé en 1991, Voies navigables de France gère, exploite, modernise et développe le plus grand réseau européen de voies navigables. Il est constitué de 6 200 Km de canaux et rivières aménagés, de plus de 3 000 ouvrages d'art et de 40 000 hectares de domaine public fluvial. Il gère notamment les mises en eaux des polders français du Rhin.

(Source : <http://www.vnf.fr/>)

➤ ***Précisions sur le cas de la vallée du Rhin :***

Avec un total de 820km de linéaire navigable sur 1320km, le Rhin est aujourd'hui le premier fleuve commercial d'Europe. A partir de 1840, des travaux de correction visant à confiner le fleuve dans un lit mineur de 200 à 300 m de large et à créer dans les terres des digues des hautes eaux, ont été entrepris de 1842 à 1876 et ont permis de protéger les populations et les terres contre les inondations du fleuve. Afin de limiter l'érosion accentuée par la correction et rendre à nouveau la navigation possible, des travaux de régularisation ont été entrepris entre 1907 et 1963. Ces travaux ont consisté à mettre en place des épis dans le lit mineur afin d'allonger artificiellement le cours du Rhin. Ensuite, des travaux de canalisation du fleuve et des vagues d'aménagements de chenalisation ont été réalisés afin de faciliter la navigation et d'utiliser la force du courant pour produire de l'électricité. Dix chutes successives ont ainsi été réalisées sur le fleuve entre 1932 (chute de KEMBS) et 1977 (chute

⁴ Directive européenne établie en 2000 qui cadre la politique globale de l'eau. Ses domaines d'action concernent entre autres la pollution des cours d'eau, la protection des écosystèmes aquatiques et la prévention des inondations.

d'IFFEZHEIM)⁵. Sur le Rhin supérieur, le régime du fleuve est assez régulier (avec un débit moyen de 1053 m³/s)⁶, mais peut subir des crues en juin-juillet ("crue des cerises") allant jusqu'à 5000 m³/s.

Suite aux grands travaux d'aménagements hydrauliques pour la navigation et l'hydroélectricité, le Rhin ne présente quasiment plus aucune caractéristique naturelle, excepté sur quelques tronçons court-circuités par le grand canal d'Alsace (Vieux Rhin, bras "sauvages" des îles du Rhin, Rhin "libre" à l'aval d'IFFEZHEIM). La rectification du lit principal et l'endiguement généralisé du fleuve ont fait disparaître les caractéristiques de son fonctionnement originel en tresse, dans sa large plaine alluviale inondable. Des actions d'envergure sont actuellement menées pour tenter de restaurer une partie de ce fonctionnement, notamment par la renaturation et la reconnexion de certaines annexes fluviales.

La convention du 6 décembre 1982 prévoit, dans le cadre de la rétention des crues, pour la France de stocker au total 59 millions m³. Ils sont répartis de la façon suivante :

- 45 millions de m³ par les manœuvres exceptionnelles des usines hydroélectriques d'EDF.
- 13.4 millions de m³ par les polders.
- Le reste est assuré par les barrages agricoles qui sont gérés avec l'Allemagne.

➤ *Contextes historique et géomorphologique :*

De 1840 à 1977, le Rhin fait l'objet d'une succession de travaux visant notamment à améliorer la navigation et à maîtriser ses crues. Chaque type d'aménagement porte ses fruits mais produit aussi des effets indésirables que les ingénieurs tentent de pallier. A la fin des années 1970, dans le secteur canalisé de Bâle à Iffezheim, les riverains sont à l'abri des inondations, les conditions de navigation sont satisfaisantes et les potentialités hydroélectriques du fleuve sont exploitées. Mais la forêt alluviale s'assèche et en aval, où le fleuve est à courant libre, les problèmes de crues se sont aggravés. Avec un bassin de 185 000 km², le Rhin est le premier fleuve d'Europe occidentale. Le « Rhin supérieur » s'écoule entre Bâle et Mayence dans le fossé tectonique dit « rhénan » (**figure 1**).

⁵ <http://www.eau2015-rhin-meuse.fr/>

⁶ Erdlenbruch, K., Grelot, F., Thoyer, S., Brémond, P., Breton, C., Chastan, B., Enjolras, G., Kast, R. 2008, *Ingénieries E.A.T.*, no spécial. 14 "La prévention des inondations – Aspects techniques et économique des aménagements de ralentissement dynamique des crues", 109-119

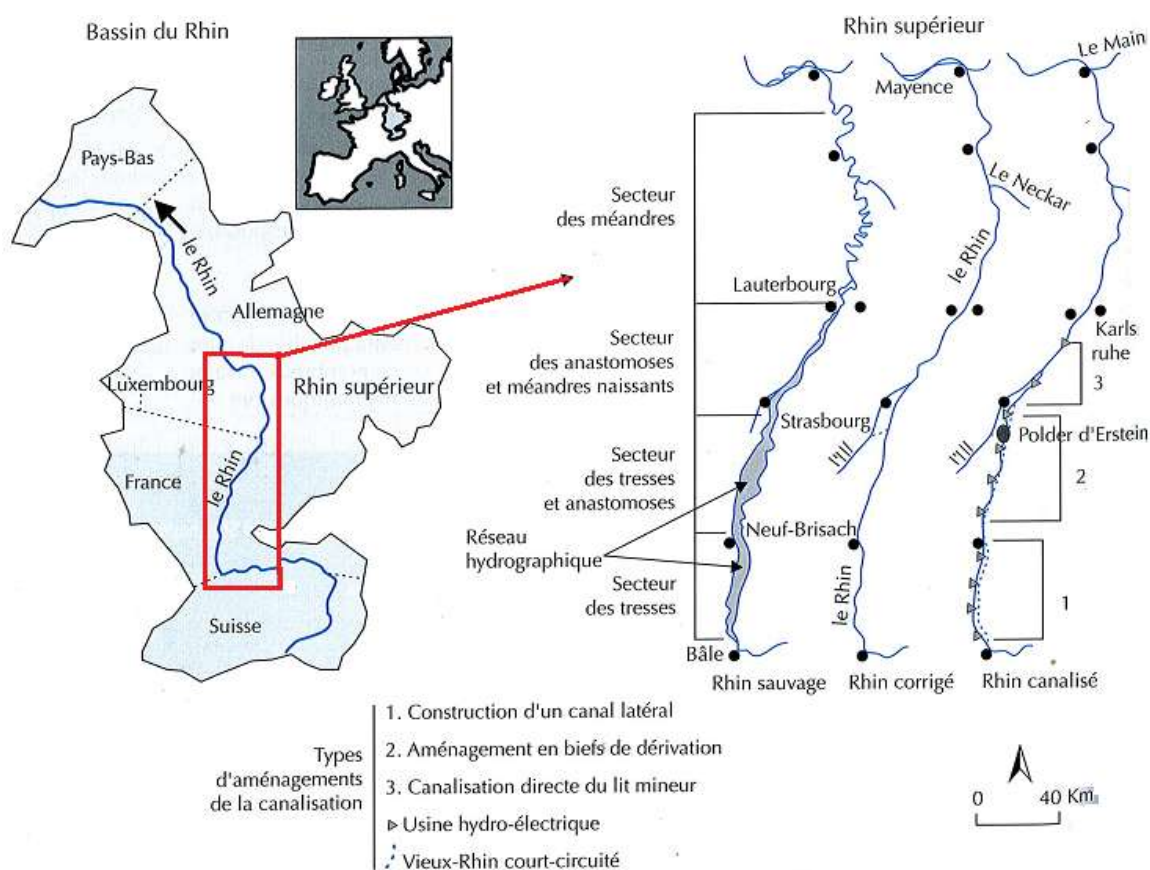


Figure 1 : Le bassin du Rhin, le Rhin supérieur au cours des aménagements et localisation du polder d'Erstein (sources: VNF).

Avant les grands aménagements du fleuve, la biodiversité aquatique et terrestre, reflet de la diversité des habitats de l'hydrosystème fluvial fonctionnel, était extrêmement importante (Carbiener, 1983).

Il s'y trouvait tous les stades de successions végétales terrestres, la plupart des niveaux trophiques des eaux superficielles et toute la gamme d'états hygrométriques des milieux terrestres, des dépressions humides aux levées graveleuses sèches.

L'ensemble était étroitement dépendant de la morphodynamique fluviale active du Rhin et des processus de destructions/constructions d'habitats⁷ (figure 2.a).

Les objectifs des aménagements du Rhin ont été la protection des populations contre les inondations, la protection sanitaire des populations (paludisme endémique, notamment), la fixation d'une frontière fixe, l'amélioration des conditions de navigation et d'agriculture et la production d'hydroélectricité. La correction (1840-1876) a consisté à raccourcir et fixer le lit mineur entre des digues submersibles et à délimiter un nouveau lit majeur par des digues insubmersibles espacées de 1 à 2 km⁸ (figures 1 et 2.b). Avec la régularisation (1906-1960), ont été implantés dans le lit mineur encombré de nombreux bancs graveleux, des épis en noyés délimitant un chenal sinusoïdal suffisamment profond (auto-curable) pour la navigation. Enfin, la canalisation (1928-1977) a consisté à construire dix usines hydroélectriques sur des biefs canalisés, parallèles au Rhin corrigé, selon diverses modalités

7

⁷ Carbiener, 1983

8

Gallusser et Schencker, 1992

techniques, ou implantés sur le lit corrigé lui-même (**figures 1 et 2.c**).

Les objectifs de ces aménagements ont été globalement atteints: les riverains sont à l'abri des inondations, les conditions de navigation sont satisfaisantes et, avec une production d'électricité de 8,5 giga-watts par an, les potentialités énergétiques du fleuve sont exploitées. Mais ces travaux ont aussi un envers puisqu'ils ont entraîné de nombreux impacts : forte incision à l'amont de Neuf-Brisach, disparition du tressage et déconnexion quasi totale des Giessens⁹, suppression drastique de zones inondables, abaissement piézométrique et forte atténuation de l'amplitude des battements de nappe, assèchement des Giessens et des milieux terrestres, accélération de l'onde de crue et élévation des pics de crue à l'aval du secteur canalisé¹⁰. Ainsi, la protection contre les crues bicentennales qu'avaient apportée les digues insubmersibles de la correction n'est plus assurée en aval du linéaire canalisé et seules les crues dont la fréquence statistique est de soixante ans peuvent encore être contenues.

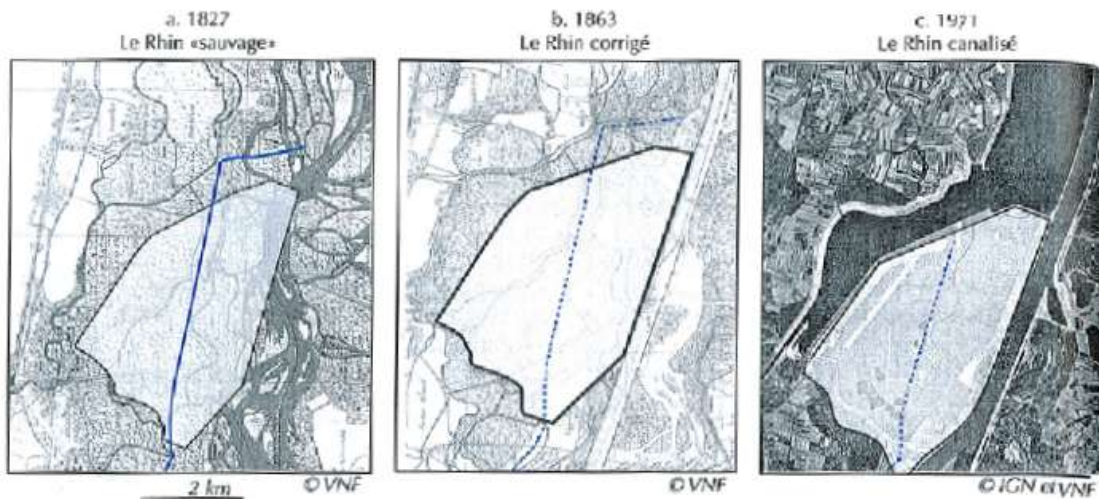


Figure 2 : Évolution diachronique d'Erstein depuis 1827 (d'après Dillmann, 1995, modifié).

NB : délimitation approximative du polder sur les cartes de 1827 et 1863.

⁹

Dans la toponymie locale, les « Giessens » sont les anastomoses du Rhin

¹⁰

Commission internationale de l'hydrologie du bassin du Rhin, 1977 ; Carbiener, 1983 Dister, 1992; Schmitt, 1995

II. Les aménagements de protection sur le Rhin contre les inondations hors polder

➤ Gestion des Crues

La convention franco-allemande de 1982 qui vise à réduire de 12% le débit de pointe bicentenal fixe un volume de rétention à atteindre pour la France.

Les 10 usines hydroélectriques (**figure 3**) sur le Rhin français sont pilotés depuis le Centre de Conduite Hydraulique (CCR de Kembs), où un opérateur est présent 24h/24 tous les jours de l'année.

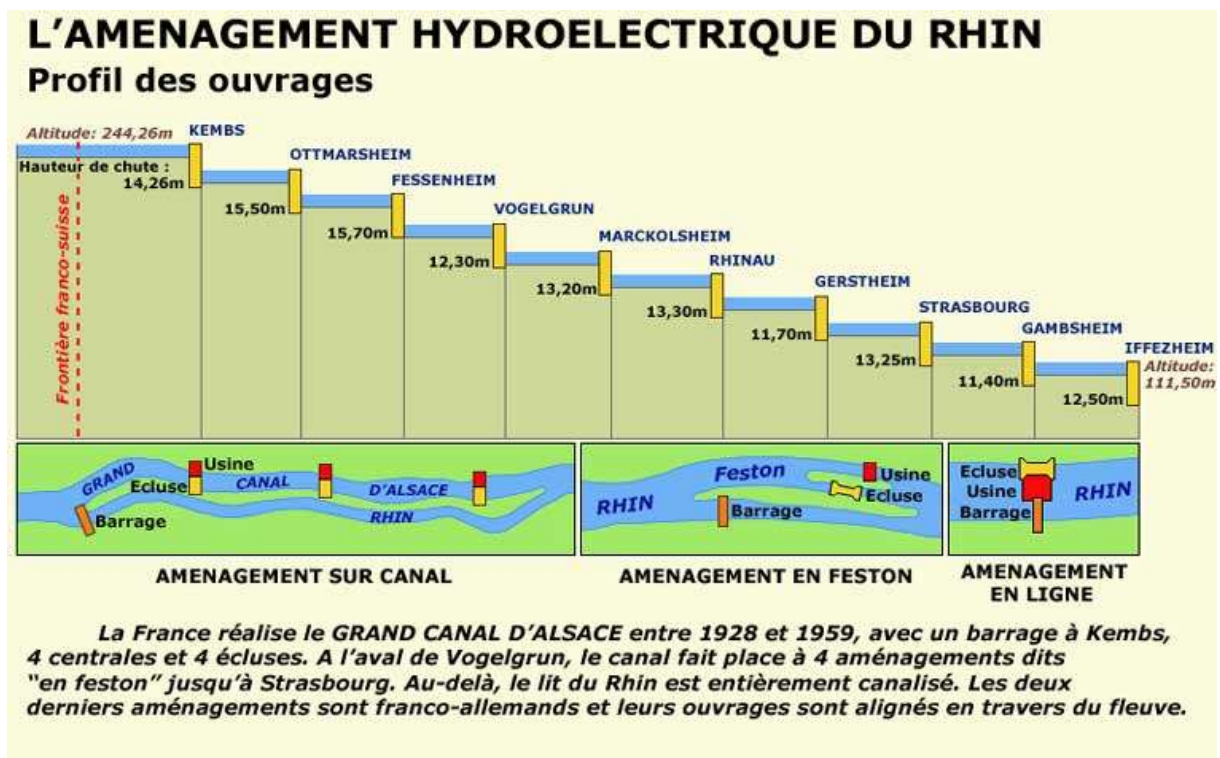


Figure 3. Les usines hydroélectriques sur le Rhin et le Grand canal d'Alsace¹¹

Les usines turbinent un débit maximum de 1400 m³/s, le débit moyen interannuel du Rhin. EDF utilise le principe de fonctionnement en éclusé pour produire plus d'électricité pendant les heures de pointe grâce au volume d'eau stocké pendant la nuit. La dernière crue importante date de mai-juin 1999, avec un débit de pointe de 5000 m³/s. Sa période de retour a été évaluée à 200 ans.

¹¹

Les explications de M. Janus, Directeur du Centre de Conduite Hydraulique de Kembs

En cas de prévision de crues, le niveau d'eau est baissé dans les biefs (**figure 4**) du Grand Canal d'Alsace et du Rhin par les manœuvres des barrages. Cela crée un premier **volume de stockage pour la crue**. Le deuxième volume de rétention, de loin le plus important, est celui du lit majeur du Rhin.

Lorsque le débit du Rhin dépasse un certain seuil, le débit dans le Grand Canal d'Alsace et le débit turbiné par les usines hydroélectrique est progressivement diminué, jusqu'à 200m³/s sur le Grand Canal d'Alsace (pour la sécurité de la centrale nucléaire de Fessenheim) et 0 pour les usines directement sur le Rhin. Cela est réalisé par le barrage de Kembs, à l'amont du Grand Canal d'Alsace, qui transfère le débit vers le Vieux Rhin. Les eaux montent et s'étalent sur tout le lit majeur historique du Rhin. Cela a pour effet de ralentir considérablement l'écoulement dans le fleuve et donc d'**écrêter le début de la crue**. L'écoulement est ralenti par l'élargissement du lit, la diminution de la pente du lit et l'augmentation de sa rugosité due à la végétation et au relief occupant le lit majeur. L'abaissement du débit turbiné sert à éviter un « by-pass » du système de ralentissement des eaux.

Le temps de transfert entre Bâle et Iffezheim peut ainsi être allongé de 20h lorsque les barrages dirigent l'eau dans le lit majeur du Rhin.

Le centre de conduite hydraulique du Rhin reçoit les prévisions de crues de deux organismes :

- source interne : par la DTG (division technique générale) à Grenoble qui a une division hydrométéorologie. Elle fournit deux prévisions sur les débits : prévision sur une semaine avec débit moyen et prévision sur 8h plus précise.
- source externe : OFEV (Confédération de l'Environnement, Suisse) : prévision sur trois jours avec des pas horaires plus fins que les prévisions DTG.

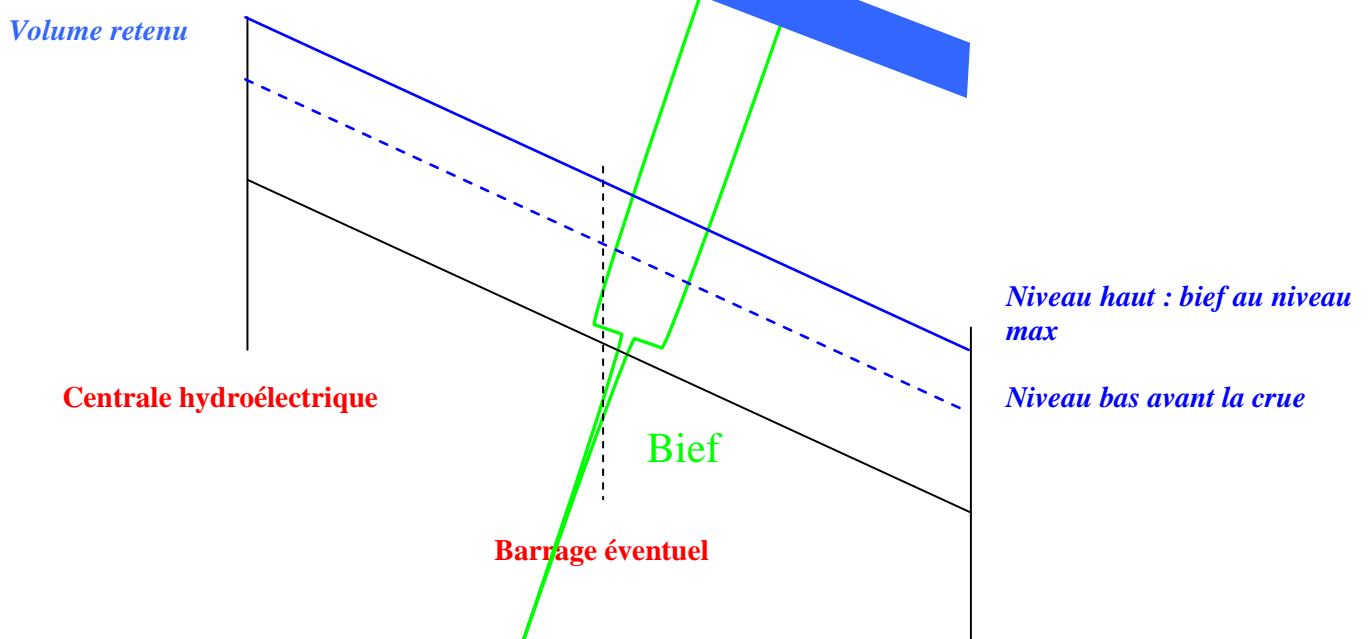


Figure 4 : Schéma d'un bief. Le barrage est sur le Rhin alors que les centrales sont sur le Grand Canal d'Alsace (Kembs, Ottmarsheim, Fessenheim et Vogelgrün) ou des canaux de dérivation (de Marckolsheim jusqu'à Iffezheim).

➤ **Barrages agricoles**

Le lit naturel du Rhin est équipé de deux barrages dits agricoles à Breisach et Kehl. Ces deux barrages existaient avant la convention franco-allemande de 1982. Il existe aussi sept " seuils fixes " ou barrages très bas qui créent des retenues d'eau permanentes.

Le fonctionnement du barrage lors d'une mesure exceptionnelle d'écêtement des crues est le suivant : le gestionnaire ferme toutes les vannes de manière à bloquer l'eau pour la stocker. Pour éviter que le barrage ne déborde, il laisse s'écouler un débit de fuite. Une fois le barrage plein, ce débit est égal au débit du fleuve. Ainsi la cote de l'eau est augmentée.

Le barrage agricole de Kehl permet de retenir 37 millions de m³ mais il n'est pas encore à sa cote maximale, en effet la convention prévoit que le barrage stocke un plus gros volume d'eau. Le barrage de Breisach permet de retenir 25 million de m³.

D'un point de vue environnemental, les barrages agricoles favorisent l'agriculture car ils permettent d'avoir un accès à un point d'eau permanent. De plus ils permettent la réalimentation de la nappe phréatique d'Alsace car la rétention d'eau favorise l'infiltration de l'eau vers la nappe.

Cependant le barrage bloque la continuité écologique : les espèces aquatiques ne peuvent pas remonter le barrage sauf s'il est équipé d'une passe à poisson (c'est le cas pour les deux barrages agricoles). Il modifie aussi la ligne d'eau, provoque une rétention de sédiments à l'amont du barrage et crée une érosion à l'aval.

Projet de décaissement au sud de Breisach

Le projet sous maîtrise d'ouvrage allemande, de décaissement du Vieux-Rhin en amont du barrage agricole consiste à réaliser un élargissement du champ majeur du fleuve en rive allemande par décaissement de la berge sur 90 m de largeur, 6 m de profondeur et 43 km de longueur (du PK 175,300 au PK 218,400). 18 sites, soit environ 500 ha sont concernés. Le champ majeur ainsi reconstitué permettra de créer une capacité d'écêtement supplémentaire évaluée à 25 millions de m³.

Etant donnée l'importance des travaux, la réalisation s'échelonne sur une quinzaine d'année. (Rapport d'activité 2007 VNF)

III. Les polders sur le Rhin

Le Rhin ne dispose aujourd'hui plus que de 15 % ¹²de sa plaine inondable initiale (source VNF), l'idée a donc été de redonner au Rhin un espace de débordement conséquent. La Convention franco allemande de 1982 prévoit la construction de bassins de rétention des crues appelés polders

A l'inverse des polders néerlandais qui permettent de gagner des terres sur l'eau¹³, les polders rhénans sont des bassins de rétention d'eau, destinés à être inondés pour stocker d'importants volumes en cas de crues du Rhin.

III.1 Les polders opérationnels en 2010

Quatre polders sont en service : celui de la Moder, d'Erstein en France, celui d'Altenheim, de Söllingen, de Daxlander Au, de Foltzgrun et celui de Kollerinsel en Allemagne.

Les caractéristiques de chaque bassin de rétention déjà existant en France et au Bade Wurtemberg sont passées en revue dans le Tableau 1 ci-dessous :

	Polder d'Altenheim	Polder de Söllingen	Polder de la Moder	Polder d'Erstein
Point kilométrique (km)	entre 278.3 et 280.0	317.4 à 329.5	328.18	175.3 à 218.4
Superficie (ha)	520	580	240	600
Volume stocké (millions de m ³)	17,6	12	5.6	7.8
Mise en fonctionnement	1988	1996	1992	2002

Tableau 1 : Synthèse sur les polders du Rhin Supérieur

Grâce aux mesures déjà appliquées, le niveau de protection à l'aval d'Iffezheim est aujourd'hui supérieur à une occurrence de crue centennale (source IKS).

¹² La CIPR (Commission Internationale pour la Protection du Rhin) a lancé en 2001 « **Rhin 2020** », un programme ambitieux de restauration écologique du fleuve. Le but est de rendre de l'espace au Rhin, en reculant les digues, en promouvant la rétention des eaux (création de polders, reconquête de zones alluviales).

Sur l'ensemble du bassin, des mesures agricoles d'extensification, des reboisements, la «dérectification» de cours d'eau, la désimperméabilisation des sols sont prévus. Le tout pour un montant de **12.3 milliards d'euros**.

¹³ Wagret, 1959

III.1.1 Les polders français

Le polder de la Moder

Terminé en 1992, le polder est situé sur le banc de la commune de Fort Louis. Le système de remplissage utilise un amorçage par l'intermédiaire de pompes qui mettent en mouvement l'eau dans six conduites, visible sur la **figure 5**. Le polder de la Moder n'a été utilisé qu'une seule fois en 1992. Le bonus écologique de ce polder a été considéré comme moindre car une grande partie de la surface est occupée par une gravière. La vue aérienne de la **figure 6** bien que la proportion de forêt est faible dans ce polder. L'intérêt des scientifiques s'est rapidement porté sur la construction du polder d'Erstein, ce qui explique l'absence de suivi scientifique post-construction sur les impacts du polder de la Moder.



Figure 5 : Prise d'eau du barrage de la Moder ¹⁴



Figure 6 : Vue d'ensemble du polder de la Moder

Le polder d'Erstein

La construction du polder d'Erstein a été achevée fin 2002¹⁵. Il est situé au sud de Strasbourg, et représente une surface inondée de 600 ha pour une capacité de stockage de 7,8 millions de m³. *Polder détaillé en partie IV.*

III.1.2 Les polders allemands

➤ *Les polders du Bade Wurtemberg*

Le Land du Bade-Wurtemberg applique son Programme Intégré du Rhin (PIR) qui vise à créer 13 espaces de rétention. Ces projets permettront de stocker un volume maximal de 167M de m³ en période de crue pour un coût total de 760M d'euros.

A la fin de l'année 1994 les polders d'Altenheim et le barrage agricole de Kehl/Strasbourg étaient déjà opérationnels. Le Polder de Söllingen est entré en service en 2002. Le chantier de construction du polder de l'île de Rheinschanz a été ouvert en janvier 2006.



Figure 7 : L'île de Rheinschanz¹⁶

Les polders d'Altenheim

Les deux polders d'Altenheim contribuent à part égale à l'écroulement des crues du Rhin en tant que bassins de stockage des eaux. A eux deux, 17.9M de m³ peuvent être stockés ce qui revient à absorber jusqu'à 150m³/s du Rhin permettent. L'ouvrage de prise est situé environ 5 km en amont du barrage principal de Strasbourg, et les ouvrages de restitution en aval de celui-ci.

¹⁵ Laurent schmitt et al. 2008. Le polder d'Erstein : « Objectifs , aménagements et retour d'expérience sur cinq an de fonctionnement » .*Ingénieries E.A.T.*, no spécial."La prévention des inondations", p .68.
www.cemagref.fr

¹⁶ Rheinland Baden –Württemberg, <http://www.rp.baden-wuerttemberg.de/servlet/PB/menu/1191988/index.html>, 29 Janvier 2011

La rétention lors des crues fait monter l'eau rapidement à une hauteur considérable, ce qui risque de détruire d'un seul coup une végétation non habituée aux inondations. Des submersions dites « écologiques » sont réalisées dans les Polders lorsque le débit du Rhin le permet, afin d'habituer la végétation à des épisodes de crue et de retrouver la dynamique qu'il existait avant la canalisation. Ainsi, l'eau du Rhin est dirigée vers les bassins de rétention même lors de crues moyennes ne mettant pas en danger les populations en aval.

D'un point de vue technique, ces inondations écologiques sont réalisées pour des débits du Rhin excédant 1550 m³/s. Le débit arrivant dans les Polders varie entre 20 et 60 m³/s. Depuis la mise en fonctionnement en 1989, plus de 100 inondations écologiques¹⁷ ont été organisées. Le polder a aussi été utilisé trois fois en hautes eaux en février 1990, en février 1999 et en mai 1999 (Source Région du Bade Wurtemberg).

Le polder de Söllingen/Greffen

C'est en 2002 après 6 ans de construction que ce polder a été mis en fonctionnement (**figure 9**). Conçu pour entrer en fonction lors d'une crue de période de retour de 30ans, ce polder peut stocker 12M de m³. Il peut se remplir à une vitesse de 445m³/s (grâce notamment à l'ouvrage de prise de la **figure 8**), afin que le niveau d'eau puisse atteindre au maximum 2.5 m de profondeur. 20 bureaux d'étude et 45 entrepreneurs ont participé à ce projet. La vue cartographique de la **figure 10** montre l'enchaînement des quatre bassins de stockages.



Figure 8 : Polder de Söllingen¹⁸ : ouvrage de prise au droit du PK 318



Figure 9 : Vue aérienne de Söllingen

¹⁷ SIEPE, A. (2006): Dynamische Überflutungen am Oberrhein: Entwicklungs-Motor für die Auwald-Fauna.

¹⁸ Rheinland Baden-Württemberg, Polder Söllingen/Grefferen

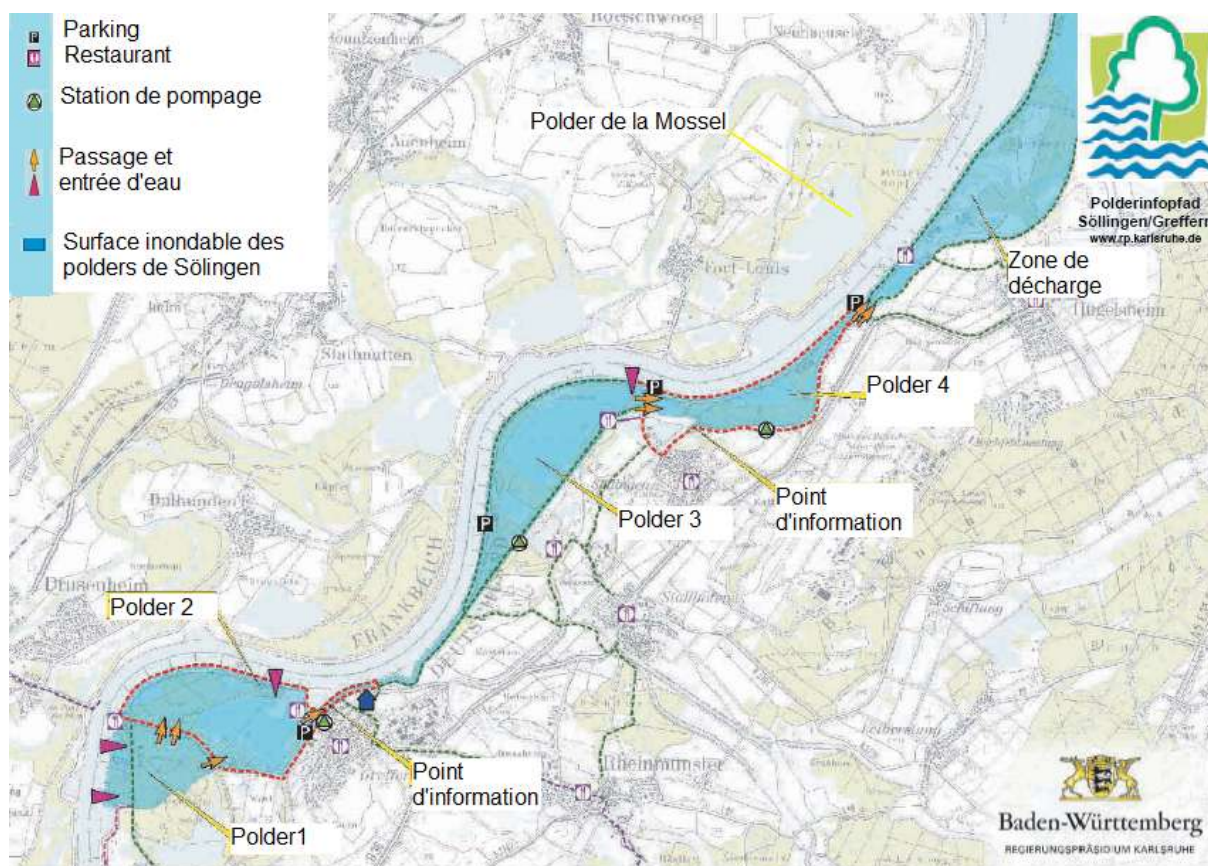


Figure 10 : Vue cartographique des bassins de rétention de Söllingen¹⁹

➤ *Les polders de la Rhénanie-Palatinat*

Dans le Land allemand de Rhénanie-Palatinat, il est prévu de réaliser sur 10 sites des mesures de rétention des crues (polders et reculs de digues) pour un volume maximal de rétention de 62 millions de m³ et des coûts supérieurs à 180 millions d'euros. Plus de 90 millions d'euros sont investis dans ces projets qui bénéficient des subventions de la France et du Bade Wurtemberg. Trois polders sont déjà opérationnels²⁰ : Daxlander Au (5.1M de m³), Flotzgrün (5M) et l'île de Koller (6.1M) Deux chantiers sont en cours, ils visent à créer le polder de Bodenheim/Laubenheim et l'espace de rétention des crues de Wörth/Jockgrim (polder et recul de digues avec développement du milieu alluvial, achèvement prévu en 2011).

Le polder de Flotzgrün

L'île de Flotzgrün a une superficie de 340 ha, la partie polder de l'île est constituée de terres agricoles entièrement entourées de digues. Le volume de rétention est de 5M de m³. La particularité de ce polder est la présence sur l'île d'une décharge endiguée, qui est utilisée par

¹⁹ Rheinland Baden-Württemberg, Polder Söllingen/Greffern

²⁰ Commission Internationale pour la Protection du Rhin, Mise en oeuvre du Plan d'action contre les inondations Rapport 2005, à la page 27

l'entreprise BASF. Ci-dessous se trouve en **figure 11** le plan schématique du polder où l'on peut voir en bleu clair la zone de rétention. L'ouvrage d'entrée (**figure 12**) fait aussi office d'ouvrage de sortie situé en 3 sur la **figure 11**.

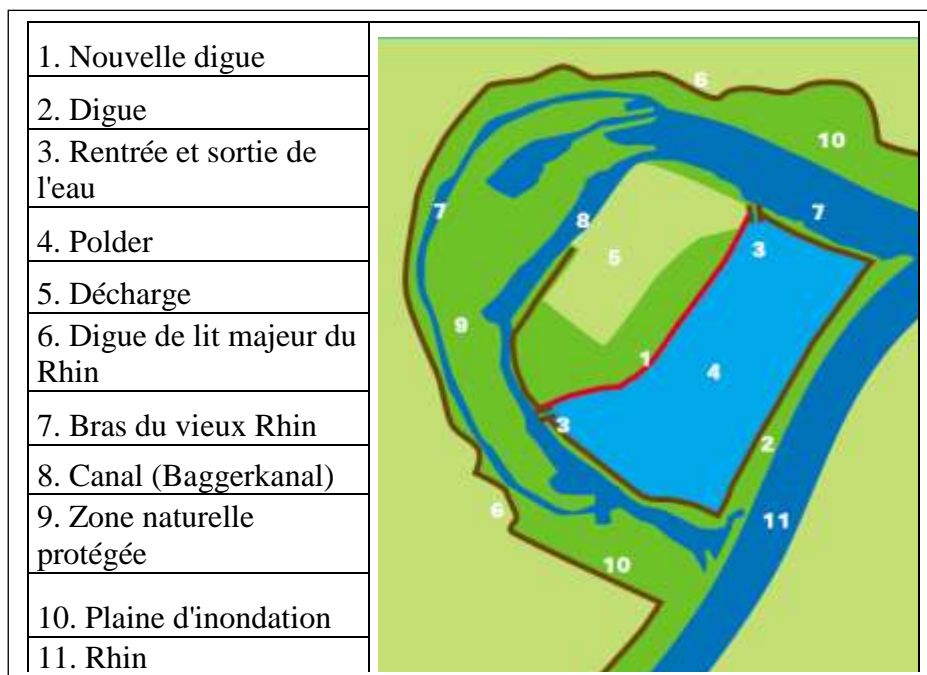


Figure 11 : Plan schématique du polder de Flotzgrün²¹



Figure 12 : Construction de l'ouvrage de sortie du polder²¹

²¹ Rheinland Pflaz (Rhénanie-Palatinät), « Hochwasserschutz am rheinland-pfälzischen Oberrhein Der Polder Flotzgrün »

L'île de Koller

Ce polder est situé entre Speyer et Ludwigshafen sur la rive gauche du Rhin, voir la représentation schématique en **figure 13** et la vue aérienne en **figure 13 bis**. Avant la canalisation, l'île était située sur la rive droite du fleuve. D'une superficie de 232 ha, la rétention maximale est de 6.1 millions de m³ qui entrent par un ouvrage (**figure 14**) et s'évacuent par une unique sortie (10 sur le plan). Les terres cultivées constituent une grande partie du polder.

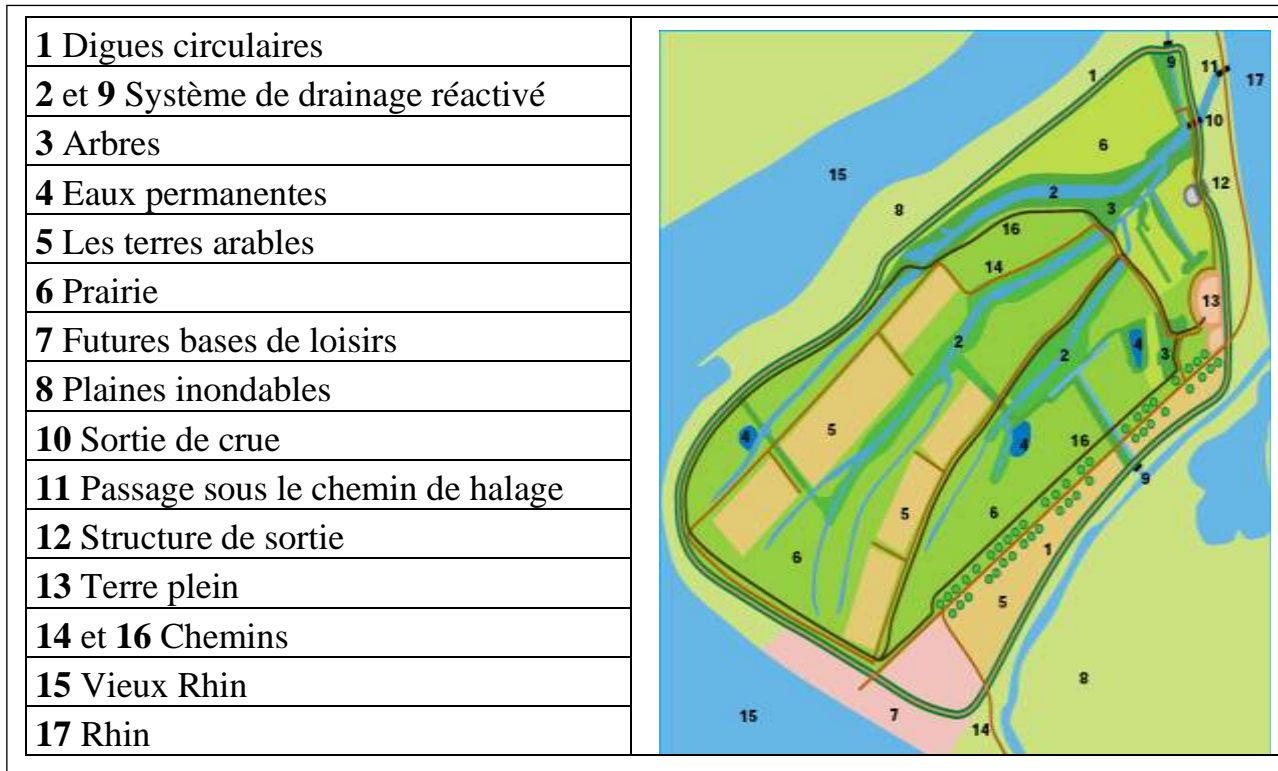


Figure 13 : Le polder de l'île de Koller²² (source Région Rhénanie Palatinat)



Figure 13 bis : Vue aérienne de l'île de Koller



Figure 14 : Prise d'eau de sur l'île de Köller

III.2 Les futurs aménagements allemands

D'autres polder sont prévus du côté allemand : le Bade-Wurtemberg compte réaliser une douzaine de polder et la Rhénanie-Palatinat une dizaine. L'utilisation de chacune des zones de rétention est calquée sur des consignes bien précises et coordonnées au niveau franco allemand.

Ci-dessous se trouvent en **figure 15** les différents ouvrages de rétention en cours d'élaboration ou achevés dans le Land du Bade-Wurtemberg (Kulturwehr = barrage agricole). Au total les aménagements du Bade-Wurtemberg (polders et barrages agricoles) vont permettre une rétention totale de 167.3 millions de m³. Les polders de la Rhénanie-Palatinat stockeront 62.6 millions de m³.



Figure 15 : Les aménagements de rétention prévus sur la rive du Bade-Wurtemberg²³

III.3 Le futur aménagement français

Du côté français la communauté urbaine de Strasbourg (CUS) a lancé des études pour inonder l'île du Rohrschollen située à 10km du centre de Strasbourg. L'île est classée en réserve naturelle nationale, néanmoins la mise en place du barrage agricole de Strasbourg Kehl sur le Vieux Rhin a modifié l'hydrodynamique du lieu (soutien de la nappe en période normale et écrêtement des crues) et ainsi a eu des conséquences écologiques.

Les anciens chenaux de l'île se comblent lentement ce qui risque d'amener à leurs disparitions, et les surfaces maintenues sous l'eau diminuent. En effet, l'inondation est désormais statique alors qu'avant elle se faisait au gré des variations du Vieux Rhin.

Afin de rétablir l'équilibre naturel des lieux la CUS veut lancer un programme de travaux pour restaurer l'hydraulique et les milieux écologiques d'avant. La localisation et les projets d'ouvrages sont indiqués sur la **figure 16** ci-dessous.

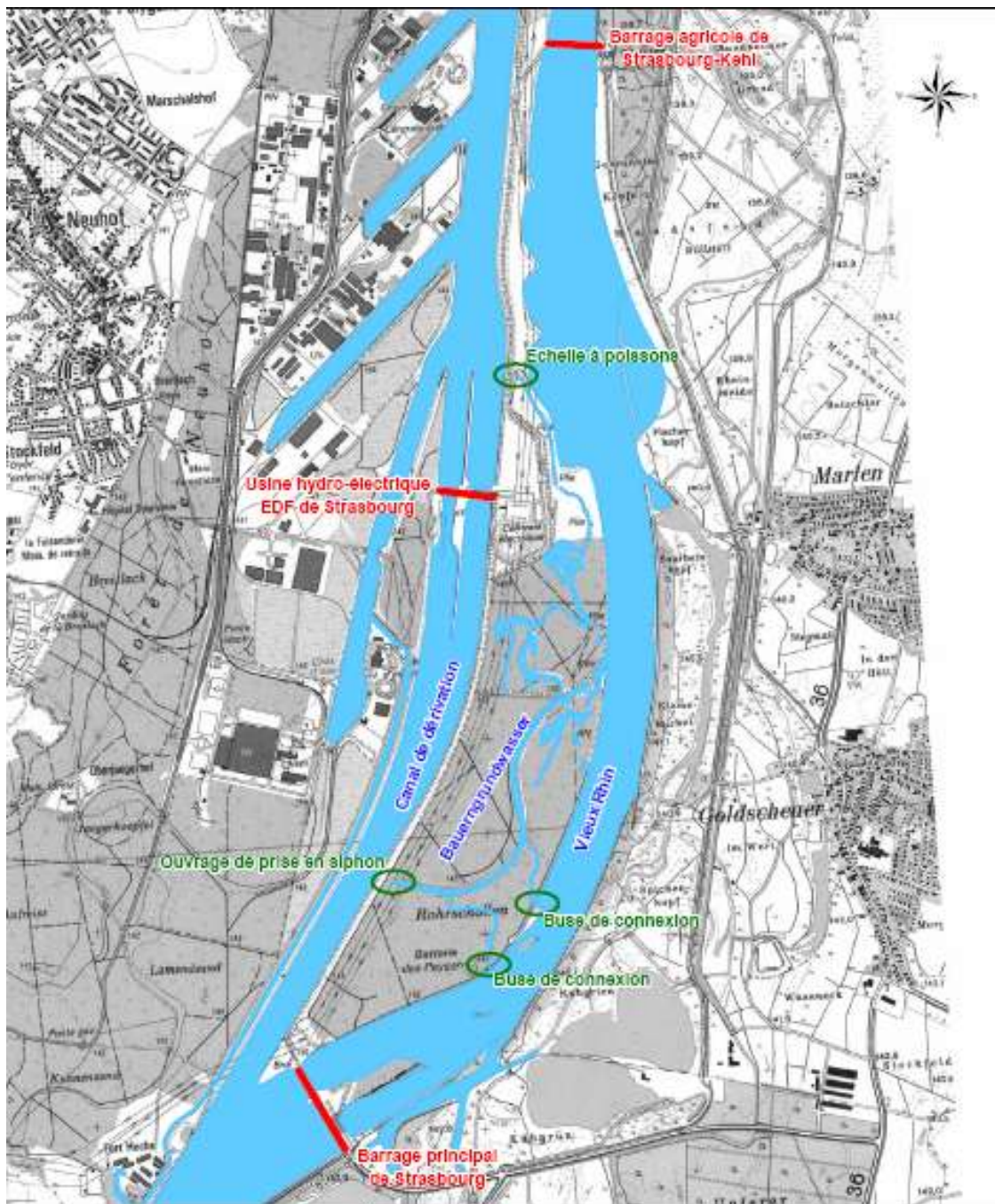


Figure 16 : Projet de l'île de Rohrschollen ²⁴(les futures modifications sont en vert)

24

[Sogreah et Communauté Urbaine de Strasbourg, « Etude de définition des travaux pour le retour à la fonctionnalité hydraulique et écologique de l'île du Rohrschollen », Janvier 2009](#)

IV. Le polder d'Erstein

IV.1 Choix du site d'Erstein

IV.1.1 Caractéristiques du site

Le polder d'Erstein se situe grossièrement au premier tiers sud du fossé, 15 km au sud de Strasbourg (surface drainée à Strasbourg: 39 650 km² ; figure 17) dans le secteur géomorphologique du Rhin dit à « tresses et anastomoses» (Neuf-Brisach - Strasbourg), où la pente est de 0,5-0,8‰ (Carbiener, 1983)²⁵.

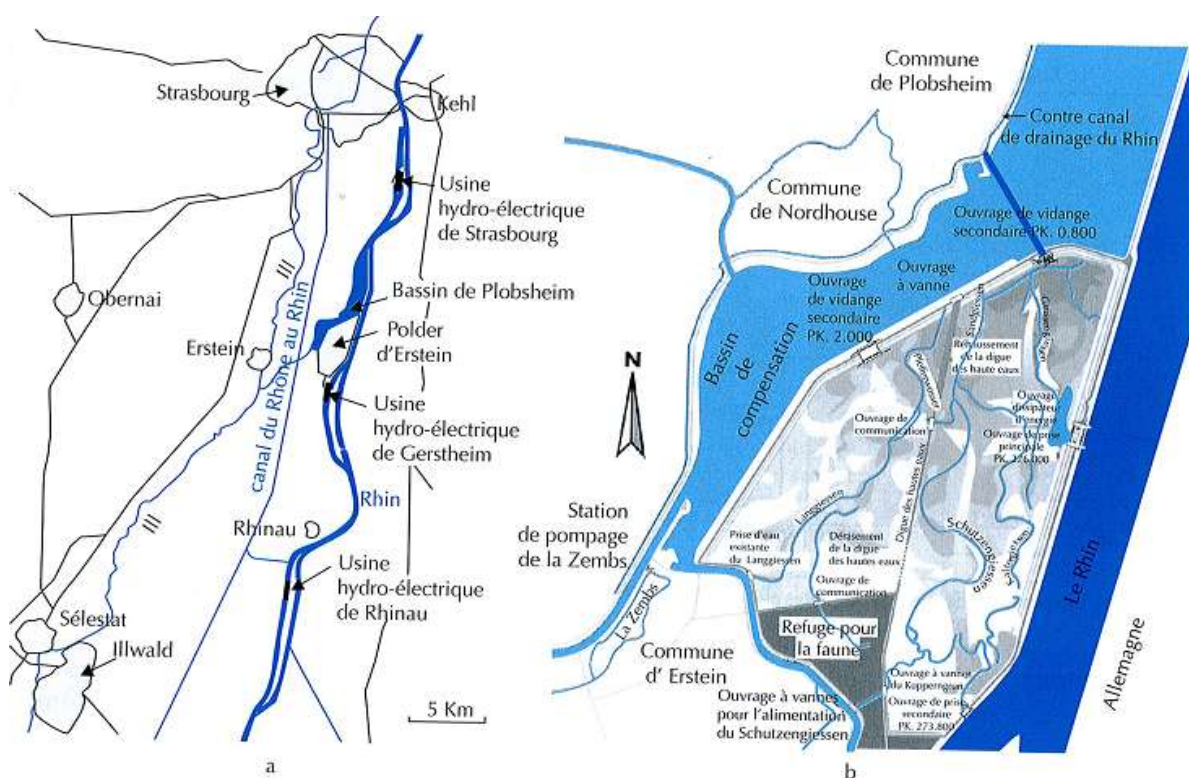


Figure 17 : (a) Carte de localisation du polder d'Erstein²⁶ et (b) des différents aménagements du polder²⁷

Le régime hydrologique est de type nivo-glaciaire sur le linéaire de la frontière franco-allemande les mois des hautes eaux étant centrés sur juin et juillet. Cependant, des crues hivernales ne sont pas rares. Le module interannuel est de 1030 m³/s à Bâle (à 130 km au sud d'Erstein, sur la période 1808-1980) et de 1210 m³/s à Maxa (90 km au nord d'Erstein; période 1931-1980). A Bâle, où les débits sont proches de ceux du Rhin à la hauteur du

²⁵ CARBIENER, R., 1970. Le grand Ried Central d'Alsace : écologie et évolution d'une zone humide d'origine fluviale rhénane, Bulletin d'écologie n 014, n°4, p.249-277.

²⁶ A. Bouzégahia

²⁷ VNF

polder en raison de l'absence d'affluents importants, la crue centennale est estimée à 5000 m³/s, la crue instantanée maximale à 5 700 m³/s (1876) et l'étiage minimum sur une durée d'une heure est de 202 m³/s (1858 ; Commission internationale de l'hydrologie du bassin du Rhin, 1977).

Le site s'étend sur 3,8 km du nord au sud et sur 2,4 km d'est en ouest. Situé au-dessous du niveau du Rhin et du plan d'eau de Plobsheim, il offre une capacité de stockage de 7,8 millions de m³. Le site est, à l'instar du polder de la Moder, suffisamment éloigné des zones habitées. Il est entièrement ceinturé d'eau et protégé par un système de digues mises en place lors de l'aménagement de la chute de Strasbourg en 1970: au nord et à l'ouest, la digue du bassin de compensation de Plobsheim, à l'est la digue de canalisation du Rhin, au sud et au sud-ouest, l'ancien canal d'alimentation de l'III. L'existence de ces ouvrages présente plusieurs avantages. Ainsi, pour aménager le polder, il a suffi d'adapter les digues préexistantes et de les compléter pour ceinturer le site du polder dans sa partie sud et sud-ouest. Les travaux de terrassement n'ont bien entendu pas concernés les secteurs protégés du site (réserve naturelle). Notons que la digue insubmersible des hautes eaux sépare le polder en deux: le secteur externe (Ouest) qui n'est plus inondé depuis près de deux cents ans (correction) et le secteur interne (Est) qui était encore inondé jusqu'à la canalisation.

Le remarquable intérêt écologique du site²⁸ a justifié la mise en place de plusieurs mesures de protection et des approches interdisciplinaires intégrant d'une manière complémentaire les fonctions hydrauliques et écologiques des hydrosystèmes²⁹. Le polder est inventorié comme ZNIEFF³⁰. À l'est de la digue des hautes eaux, l'essentiel de la forêt est classée en forêt de protection et 180 ha en réserve naturelle (qualité et diversité de la forêt alluviale, flore, batraciens, avifaune). Les surfaces à l'ouest de l'ancienne digue des hautes eaux sont également classées en forêts de protection. Les franges est, nord-ouest et ouest font l'objet d'une réserve de chasse et de faune sauvage. Le plan d'eau de Plobsheim a été classé par un arrêté préfectoral de protection de biotope pour l'intérêt de son avifaune. Le contre-canal de drainage, évacuant les eaux du polder, est classé en cours d'eau de première catégorie. Enfin, l'ensemble du site est inscrit au titre de Natura 2000 (directives européennes Habitat Faune/Flore et Oiseaux) et, à une échelle plus large, les deux rives du Rhin supérieur/Oberrhein entre Bâle et Karlsruhe ont été récemment inscrites sur la liste « RAMSAR » des zones humides d'importance internationale.

²⁸ Carbiener, 1970

²⁹ BRAVARD J.-P.2000, *Les régions françaises face aux extrêmes hydrologiques, gestion des excès et de la pénurie*.SEDES. Vol. 75 n°3, p. 244.

³⁰ Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique

IV.1.2 La forêt rhénane

La forêt rhénane présente une végétation très riche, assez rare sous nos latitudes. La nappe phréatique, à faible profondeur dans un sous-sol perméable, alimente les «Giessens». Ces bras d'eau participent à la biodiversité de la forêt rhénane (**figure 18**).



Figure 18 : La forêt du polder inondée³¹

Suite à la canalisation du Rhin, la plupart des Giessens ne sont plus connectés au fleuve et se transforment en résurgences phréatiques. De plus, les remontées de nappe n'atteignent plus le système racinaire des arbres. Tout ceci mène à des écosystèmes banalisés écologiquement.

D'après la directive cadre européenne sur l'eau, le polder a donc deux objectifs (Union européenne, 2000)³² :

- **Protéger la population contre les crues à l'aval du secteur canalisé.**
- **Restaurer la forêt rhénane en lui donnant les moyens de retrouver sa richesse faunistique et floristique.**

Pour la restauration écologique des forêts rhénanes, le principe est de réinonder de manière plus fréquente que la crue décennale, et plus limitée en hauteur, afin de retrouver les mêmes conditions d'inondation d'avant la canalisation.

³¹ VNF

³² UNION EUROPEENNE, 2000, Directive 2000. Conseil du parlement européen et du Conseil établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau. Projet commun approuvé par le comité de conciliation prévu à l'article 251, paragraphes 4, du traité CE.

Situé à l'emplacement d'une ancienne forêt alluviale du lit majeur du Rhin, sa surface permet le stockage de plusieurs millions de m³. Si la fonction principale de cette zone de rétention est l'écroulement des crues, elle joue aussi un rôle de restauration de la forêt alluviale sur laquelle elle a été aménagée.

Dans ce contexte, les travaux ont intégré des mesures écologiques comme la création d'îlots refuges et de mares constituant des habitats potentiels aux batraciens et espèces d'oiseaux limicoles. Enfin, dans le but d'assurer un bon fonctionnement de ces zones humides restaurées, il est prévu que le polder ne soit pas mis en eau uniquement en cas de crue décennale : dès la survenance d'une crue annuelle, le polder est partiellement mis en eau permettant ainsi de garantir des conditions d'hydrométrie favorables aux populations animales et végétales spécifiques des forêts alluviales (VNF, 2004).

A l'Est de cette digue, la forêt présente une exubérance caractéristique des forêts rhénanes inhabituelle. Le massif forestier actuel peut être réactivé dans ses composantes alluviales rhénanes grâce aux apports d'eau par l'intermédiaire des ouvrages du polder.



Figure 19 : Vue générale sur le site du polder d'Erstein³³



En effet, outre les travaux de terrassement, des aménagements écologiques ont été réalisés : le réseau hydrographique interne du polder a été remis en état pour une alimentation optimale, des mares et des fossés ont été aménagés pour mieux accueillir grenouilles, tritons et oiseaux, des refuges ont été créés pour la grande faune lors de la montée des eaux (**figure 20**).

Figure 20 : Le réseau hydrographique et la richesse faunistique et floristique des milieux riverains du Rhin

IV.2 Caractéristiques techniques des aménagements du site

L'aménagement du polder aura nécessité 10 ans d'études et 5 années de travaux comprenant la consolidation de digues existantes, l'aménagement de nouvelles levées, la construction d'ouvrages de prise d'eau dans le Rhin et de canaux de vidange du polder. Les ouvrages de prise d'eau du polder sont calibrés pour que le remplissage des bassins ait lieu au moment du pic à partir d'une crue de période de retour 10 ans, soit un débit supérieur à 3600m³/s. Ce stockage sera réalisé en une demi-journée, par une prise d'eau située dans la digue du Rhin (ADUAS, 2002)³⁴.

Il est conçu pour une durée maximum d'immersion de trois semaines mais un renouvellement de la totalité du volume stocké est assuré tous les 4 à 5 jours pour éviter une stagnation.

L'arrêté préfectoral du 3 septembre 1996 autorise la réalisation et l'exploitation du polder, son aménagement a démarré en 1997.

La maîtrise d'ouvrage et la maîtrise d'œuvre ont été assurées par Voies navigables de France. Le montant des travaux s'élève à environ vingt-cinq millions d'euros. Ils ont consisté à construire des prises d'eau et un ouvrage de vidange secondaire, adapter l'ouvrage de vidange principal et le réseau de drainage et à conforter et compléter le réseau des digues existantes. Les préoccupations liées à l'environnement ont été omniprésentes pendant l'élaboration du projet et les cinq années de travaux.

La mise en eau du polder se fait par deux ouvrages de prise situés dans la digue du Rhin canalisé, leurs capacités maximales étant de 220 m³/s (prise principale) et 30 m³/s (prise secondaire). La dissipation de l'énergie à la sortie des ouvrages est assurée par des bassins creusés spécifiquement et destinés à éviter tout problème d'érosion (**figure 21**).

Notons aussi que des aménagements écologiques spécifiques ont été réalisés : le réseau hydrographique interne du polder a été localement désenvasé pour évacuer l'excès d'embâcles qui s'y étaient accumulés pendant plus de 30 ans, des îlots ont été créés pour servir de refuges à la grande faune lors de la montée des eaux et des mares et fossés ont été aménagés pour l'accueil des batraciens entre autres.



L'utilisation du site pour les rétentions des crues nécessite l'amélioration du réseau de drainage au Sud de l'ancien canal d'alimentation de l'III, de façon à éviter dans les zones habitées tout impact dommageable du polder sur le niveau de la nappe phréatique.

³⁴ Agence de Développement et d'Urbanisme de l'Agglomération de Strasbourg, *Pratique du risque d'inondation dans le schéma de cohérence territoriale*, Septembre 2002 p.14

Cet ouvrage à créer dans la digue du Rhin permet le remplissage du site en 12h lorsque le débit du fleuve atteint $3500\text{m}^3/\text{s}$.



Ouvrage de prise principal

Cet ouvrage est à créer dans la digue du Rhin à l'extrémité Sud du site. Il permet l'alimentation des Giessen dès que le Rhin atteint un débit de $3500\text{m}^3/\text{s}$ soit 60 jours par an.



Ouvrage de prise secondaire

Cet ouvrage datant de la construction du bassin de compensation de Plobsheim est situé dans la digue de ce plan d'eau et permet l'évacuation des eaux du polder à raison de $15\text{m}^3/\text{s}$. Il est équipé d'un dégrilleur.



Ouvrage de vidange principal

Il permet de réduire d'une journée environ la durée de la vidange. Il assure une bonne circulation de l'eau dans le polder en phase de rétention, afin d'y maintenir une température quasi constante et un taux d'oxygène dissous important, ce qui est favorable au milieu forestier.



Ouvrage de vidange secondaire

Figure 21 : Ouvrages de prise d'eau et de vidange

IV.3 Fonctionnement hydrologique du polder : écrêtement des crues et restauration de l'hydrosystème

Il est baptisé en janvier 2004 par une inondation permettant d'écrêter une crue du Rhin de plus de $3200\text{m}^3/\text{s}$.

La mise en œuvre du polder d'Erstein pour la rétention des crues est prévue pour un débit mesuré dans le bief de Strasbourg de $3600\text{ m}^3/\text{s}$, présentant un danger d'inondation pour les populations à l'aval d'Iffezheim. La durée de submersion, y compris le remplissage et l'évacuation, ne devra pas dépasser 20 jours consécutifs. ³⁵

IV.3.1 En fonctionnement normal

En dehors des périodes de submersion du polder, un débit d'alimentation est maintenu par le biais de deux prises d'eau situées au Sud, sur l'ancien canal d'alimentation de l'III :

- la prise d'eau sur le Langgiessen existait avant les travaux de réaménagement du polder; elle est équipée d'une passe à poissons et d'un système de régulation du débit passant.
- la construction d'un nouvel ouvrage de prise sur l'ancien canal d'alimentation de l'III (prise d'eau du Kuppengiessen) permet l'arrivée d'un débit constant dans le Schutzengiessen.

IV.3.2 En Cas de crue

Quand il est mis en eau, le polder d'Erstein s'apparente à un gigantesque bassin, ce qui représente une hauteur moyenne de 1,20m sur le bassin. Son remplissage s'effectue par des ouvrages de « prise d'eau » situés dans la digue du Rhin. Deux ouvrages de vidange sont situés aux points bas du bassin et servent à le vider (**figures 22 et 23**).

Le polder d'Erstein

Ecrêtement des crues du Rhin

-  Surfaces en eaux
-  Limites communales
-  Remise en communication des Giessem

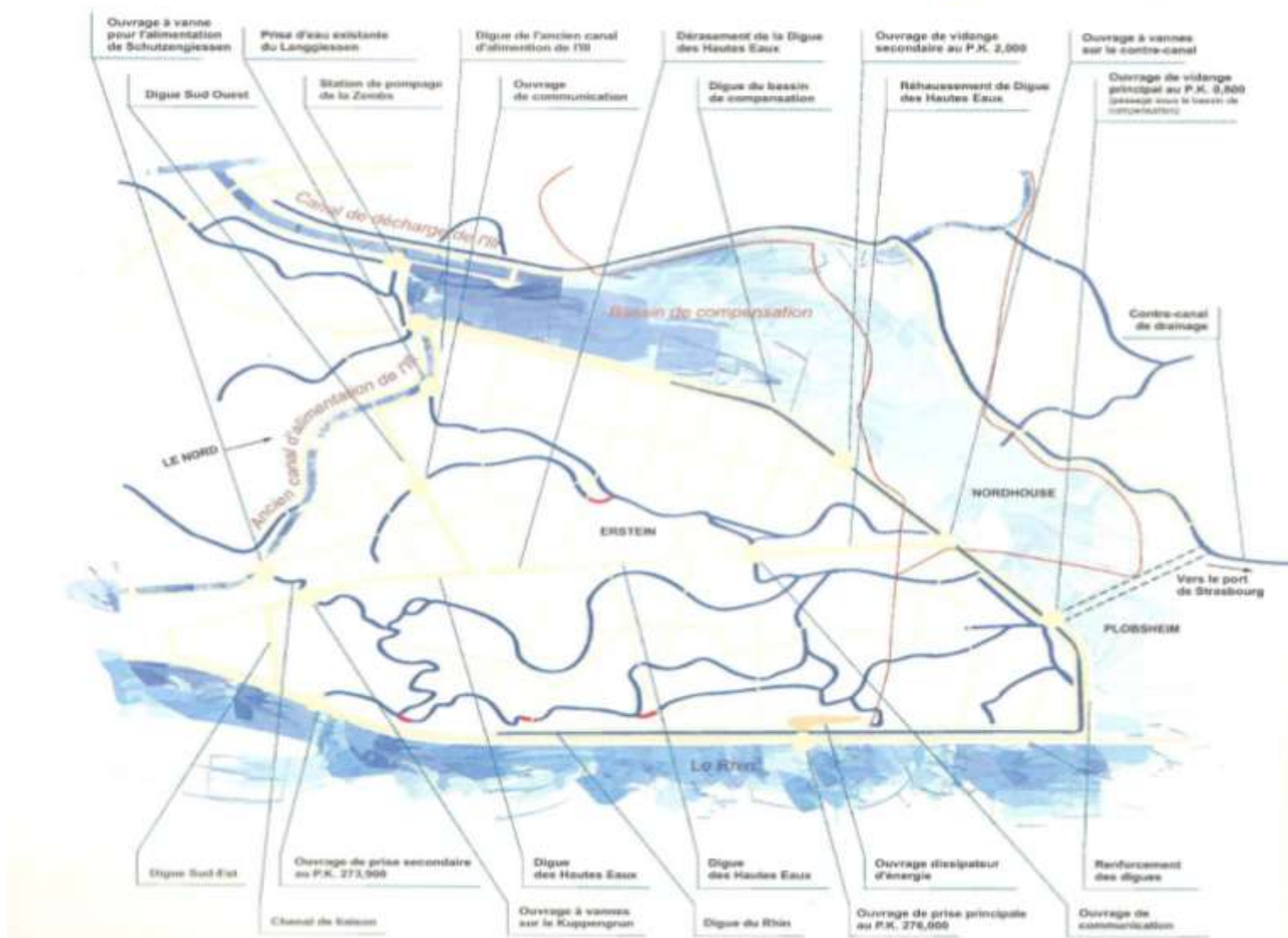


Figure 22 : Fonctionnement du polder d'Erstein en période de crue³⁶

Bien que de capacité importante, ce bassin ne représente que 3% du stockage estimé par la convention.

En 2007, du 9 au 10 août (vidange du 10 au 14 août), le polder d'Erstein a connu sa première véritable rétention de crue. Le débit maximal dans le Rhin a été de 4147 m³/s. À cette

³⁶

Commission de suivi scientifique du polder d'Erstein, juillet 2009

occasion, l'efficacité de l'écrêtement du pic de crue du Rhin à l'échelle de Maxau avoisinait les $120 \text{ m}^3/\text{s}$ ³⁷.

En effet, seul le polder d'Erstein avait été mis en eau, les polders allemands et de la Moder ne l'ayant pas été en prévision d'une deuxième pointe de crue.

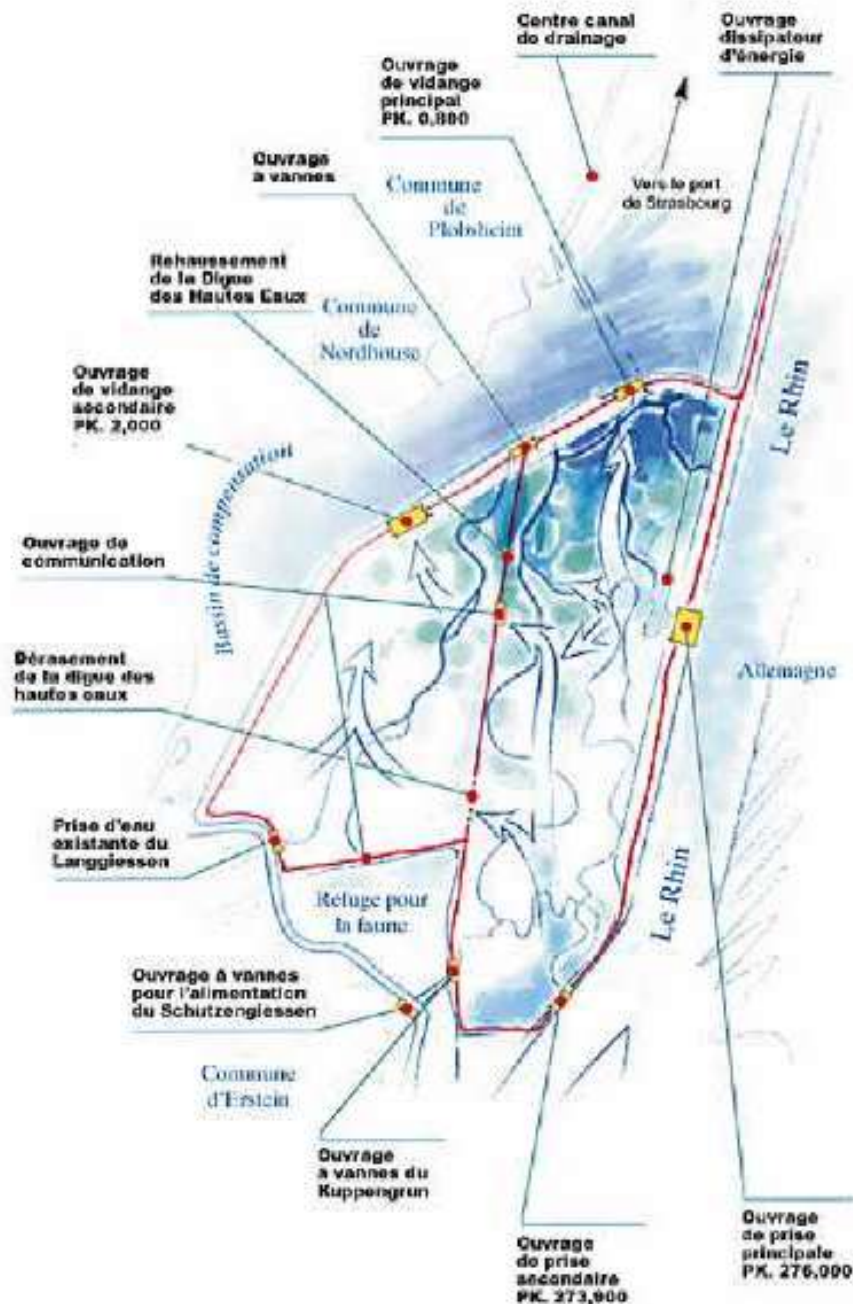


Figure 23 : Fonctionnement du polder d'Erstein en période de crue³⁸

37

Laurent schmitt et al. 2008

38

Commission de suivi scientifique du polder d'Erstein, juillet 2009

IV.4 Submersion écologique du site

Avant les aménagements de Tulla, une forêt alluviale riche en biodiversité se tenait en lieu et place du Polder d'Erstein. Suite aux aménagements successifs, cette forêt alluviale a disparue.

Avant la création du polder d'Erstein, la partie interne (actuelle réserve naturelle) n'avait pas été inondée depuis plus de trente ans. La partie externe protégée par la digue des hautes eaux n'avait pas été inondée depuis plus d'un siècle. La forêt alluviale préexistante s'était donc asséchée et les espèces se sont adaptées au changement.

Pour ce polder, l'idéal est de retrouver une circulation active de l'eau dans le bassin de rétention et la forêt en maintenant des hauteurs et des durées d'inondation similaires aux conditions naturelles de crue, et alternant avec des périodes de phase sèche. Ces mises en eau sont appelées submersions écologiques.

Le polder d'Altenheim a été utilisé de cette manière depuis 1989. Ce dernier a fait l'objet de nombreuses études : flore et faune se sont adaptées à ces inondations écologiques. Forcément, les premières mises en eau ont engendrées des dégâts mais qui ont aujourd'hui disparu. Les chevreuils et les autres gibiers mémorisent les itinéraires de retraite et les zones protégées des crues ce qui leur permet de sauver leurs vies en cas de remplissage maximal des polders. Les coléoptères et les petits mammifères profitent de l'augmentation de la richesse structurelle végétale et du sol qui en découle. Ils supportent mieux les phases de retenues d'eau importantes grâce à leur adaptation aux inondations écologiques. Les oiseaux placent leurs nids en hauteur pour qu'ils soient protégés de l'eau et il est observé que leur nombre augmente. Les inondations permettent aussi d'auto-curer le fond des cours d'eau ce qui est bénéfique pour les poissons et les amphibiens. Les populations d'amphibiens s'accroissent également et deviennent si vitales qu'elles survivent sans problème à des mises en eau plus importantes. Les fonctions essentielles d'un système naturel comme la fertilité du sol ou la chaîne alimentaire sont préservées grâce à une faune intacte. La population profite indirectement de ces inondations écologiques : les pêcheurs se réjouissent, le public se déplace dans les polders pour y rencontrer la formidable diversité de la nature. Les Polders semblent donc être bien accueillis par la population³⁹.

Il a été décidé lors de la mise en fonctionnement que le bassin d'Erstein devait être mis partiellement en eau, avec une hauteur d'eau moyenne de l'ordre de 75 cm, une fois par an. Les submersions écologiques sont possibles uniquement au cours des mois de juin et juillet pour des débits du Rhin supérieurs à 2000 m³/s (crues des cerises). Le remplissage lors des submersions écologiques peut se faire par les vannes secondaires. La durée de submersion, y compris le remplissage et l'évacuation, ne devra pas excéder 15 jours consécutifs⁴⁰. Ce choix correspond au débit à partir duquel le lit majeur était traditionnellement submergé avant la canalisation du Rhin.

Plusieurs crues supérieures à 2 000 m³/s dans les mois de juin/juillet auraient pu donner lieu à des submersions écologiques, mais cela n'a pas été possible pour différentes raisons. En début de l'année 2004 une inondation a eu lieu ce qui a empêché d'autres inondations à d'autres périodes de l'année. Parfois, la brièveté des crues empêche elle aussi la mise en place

³⁹ SIEPE, A. (2006): Dynamische Überflutungen am Oberrhein: Entwicklungs-Motor für die Auwald-Fauna

⁴⁰ DILEMANN, E., 1995, Ecrêtement des crues du Rhin. Polder d'Erstein. Etude d'impact. Voies Navigables de France, Service de la Navigation de Strasbourg, 459 p.

du dispositif de submersion. En 2006 et en 2007, des crues supérieures à 2 000 m³/s n'ont pas donné lieu à des submersions écologiques car elles eurent lieu en dehors des mois de juin/juillet. Elles se seraient d'ailleurs peu prêtées à des submersions écologiques car elles furent brèves et ne dépassèrent que de peu les 2 000 m³/s. (Cf. **Annexe1.fiche 4**)

IV.5 Le suivi scientifique du polder

Afin d'évaluer l'efficacité des mesures mises en œuvre, de vérifier que celles-ci n'engendrent pas de nouveaux risques, d'évaluer le bilan écologique et les éventuels impacts des submersions et redynamisations des Giessens et d'en tirer le cas échéant un enseignement transposable à d'autres sites, le polder a fait l'objet d'un suivi scientifique financé par le gestionnaire du polder d'Erstein pendant 5 ans.

Les divers objectifs du suivi se résument comme suit :

- Cerner les risques de pollution de la nappe, liés au transfert des eaux d'inondation d'origine rhénane vers la nappe ;
- Vérifier les modifications de processus et mécanismes qui contrôlent les transferts d'eau et de solutés au niveau des interfaces ;
- Préciser les modifications induites par les inondations et redynamisations sur les habitats, la flore et la faune au travers de quelques indicateurs faunistiques, floristiques et abiotiques;
- Analyser la capacité du système polder à restaurer certaines fonctions originelles ou spécifiques des zones alluviales inondables.

Ce suivi comprend deux volets complémentaires : les facteurs abiotiques (hydrologie, hydraulique, hydrochimie et géomorphologie) et les compartiments biologiques.

A la suite de l'état initial, les travaux, menés par la mission de suivi scientifique du polder d'Erstein, ont été réalisés selon un rythme annuel et à la fin des 5 ans du suivi stricto sensu.

En voici une présentation succincte :

- Compartiments suivis régulièrement et faisant l'objet de rapports d'avancement annuels: eau superficielle, géomorphologie : caractérisation morphodynamique des chenaux et mesure des taux de sédimentation dans la plaine alluviale après chaque submersion, eau souterraine, sol.
- Compartiments suivis à l'issue des 5 ans : végétation terrestre et aquatique, faune (poissons, amphibiens, sangliers et moustiques).

Le coin des professionnels : Deux explications sur les submersions

Rencontre avec Mme Trémolières, Professeur à l'Institut de Botanique

Le Professeur Trémolières a dirigé le suivi scientifique du polder d'Erstein qui s'est arrêté en septembre 2008. Les résultats du suivi scientifique ont montré que la mise en eau du polder n'impliquait pas de risque de pollution par infiltration et que les dégâts sur la forêt sont négligeables. Néanmoins, l'état actuel du polder n'est pas tel qu'attendu, bien que la diversité de poissons et d'amphibiens se soit légèrement enrichie, la qualité de la nappe ne s'est pas améliorée. Les liens entre les rivières et la nappe ont été réactivés mais la dynamique alluviale n'est pas telle que désirée. La faute revient sûrement au faible nombre de submersions écologiques qui peinent à être réalisées car elles entraînent des procédures contraignantes de sécurité et doivent se faire en juin ou en juillet. Depuis 2002, seules deux submersions écologiques ont été réalisées (en 2004 et en 2006) et une submersion de rétention en 2007. Pour faciliter les submersions le comité de pilotage vient de décider de les permettre à partir d'un débit du Rhin de 1800m³/s.

Rencontre avec M. LEBEAU, chef du service polder pour Voies Navigables de France

Les polders du Rhin sont efficaces et remplissent parfaitement leur rôle dans la gestion du pic de crue du fleuve. Ils répondent à la demande de la convention franco-allemande en termes de volume stocké : 120m³/s d'écrêtement pour le polder d'Erstein seul (pour un débit du Rhin en crue de 5000m³/s).

Cependant, les mises en eau sont extrêmement lourdes du côté des effectifs : une vingtaine d'agents du côté de VNF et au moins autant pour les services d'ordre et de sécurité (notamment les pompiers et les gendarmes). Cette mise à disposition de personnel ne se faisant pas qu'à l'ouverture des vannes mais sur une période fonction de la durée de la crue. Ceci est sans tenir compte également des pressions des divers partis pris, chasseurs, écologistes et de la lenteur de la machine administrative. C'est pourquoi l'arrêté préfectoral en vigueur n'autorise qu'une seule submersion écologique par an.

Outre Rhin, la législation concernant les dispositifs de sécurité est beaucoup plus permissive, ce qui favorise évidemment les aspects environnementaux de redynamisation des milieux par rapport à la France.

La gestion du site s'avère tout aussi compliquée et demande de la main d'œuvre. Une gestion à distance automatisée est en train de se mettre en place et va dans le sens d'une aide en faveur des submersions.

IV.6 Redynamisation des Giessen

La gestion du polder prévoit aussi d'inonder partiellement le site avec des hauteurs

d'eau de l'ordre de quelques dizaines de centimètres à une fréquence plus importante en utilisant les vannes secondaires. Ces inondations permettent la redynamisation des Giessens par la remontée de la nappe phréatique. Cette «redynamisation» du réseau hydrographique interne doit favoriser la restauration de milieux rhénans typiques. Elle a lieu pour des débits dans le Rhin supérieurs à 1550 m³/s (soit statistiquement environ 50 jours par an). L'alimentation en eau permet la réalimentation des réseaux du Kaltergiessen et du Schutzengiessen. Le débit d'entrée prévu d'environ 20 m³/s alimentait les Giessens mais inondait partiellement le polder. Comme se fut le cas pendant douze jours en 2005.

En effet, comme l'ouvrage de vidange principal fonctionne toujours « en charge », le débit d'évacuation ne peut être augmenté qu'en élevant le niveau d'eau au-dessus de l'évacuation, ce qui entraîne une inondation à l'amont. Ceci conduit à devoir ralentir ipso-facto le débit d'entrée par la prise secondaire et donc à réduire l'efficacité de la circulation dynamique de l'eau. (Cf. **Annexe1.fiche 3**)

A cause de la topographie du polder, l'évacuation des eaux (sans induire d'inondations) n'est permise que si les débits d'entrée sont inférieurs à 7-8 m³/s.

Conclusion

Aux termes de la convention franco-allemande de 1982, le rôle premier du polder d'Erstein est de participer à la rétention des crues du Rhin. Selon les statistiques, il devrait être utilisé à cette fin une fois tous les dix ans en moyenne. Toutefois, au cours des études environnementales, il est apparu que des mises en eau plus fréquentes et plus limitées en hauteur permettraient d'accoutumer la flore et la faune à ces inondations et de rétablir des écosystèmes alluviaux proches de ceux qui prévalaient avant la canalisation.

Or, pour accoutumer la faune et la flore aux inondations d'écêtement des crues et pour rétablir des écosystèmes alluviaux proches de ceux qui existaient autrefois, le polder est régulièrement mis en eau. En effet, les travaux successifs réalisés le long du Rhin, notamment pour éviter les inondations, ont peu à peu modifié le système d'alimentation des milieux alluviaux. Les Giessens (bras d'eau) disparaissent, la nappe phréatique s'abaisse et la forêt s'assèche. L'alimentation en eau du polder d'Erstein contribuera à sauvegarder ces milieux alluviaux du Rhin. Le réseau hydrographique naturel du polder, constitué de Giessens, est réalimenté à partir du Rhin dès lors que le débit du fleuve dépasse les 1550 m³/s, ce qui se constate environ 50 jours par an.

Aux modalités de gestion définies pour écêter les crues s'ajoutent donc des modalités de gestion écologique, qui font l'objet d'un suivi scientifique. Toutes les deux ont été fixées par un arrêté préfectoral du 3 septembre 1996 pris au titre de la loi sur l'eau. Afin de garantir la sécurité des populations, chaque mise en eau du polder fait l'objet d'un plan d'information et d'alerte.

Annexes

Annexe 1 : Fiches Synthétiques d'aménagement du Polder d'Erstein ⁴¹

Le 09 août 2007, le polder d'Erstein a été activé dans le cadre d'une rétention de crue. Cette opération s'est parfaitement bien déroulée dans ces aspects techniques ce qui permet d'éviter des inondations en aval. Néanmoins, il a été constaté une forte mortalité de grandes faunes sur le site consécutive à la mise en eau du polder.

C'est pourquoi, le sous-préfet de Sélestat-Erstein a décidé la mise en place d'un groupe de travail autour de la question relative à la mortalité des gibiers, suite à la rencontre du 12 septembre 2007 entre l'ensemble des intervenants du site du polder et la sous- préfecture.

Le groupe de travail « grandes faunes » s'est réuni à 3 reprises pour esquisser plusieurs pistes d'actions et propositions qui sont décrites dans des fiches synthétiques:

fiche 1 : prolongation de la banquette sud du bassin de compensation;

fiche 2 : rehaussement de chemins existants ;

fiche 3 : redynamisation des giessens ;

fiche 4 : submersions écologiques ;

fiche 5 : bouquets de sirènes.

Vous trouvez ci-dessous des extraits des comptes- rendus des réunions de travail que nous avons pu trouver dans le bulletin de la mission de suivi scientifique du Polder d'Erstein de 29/08/2008.

Fiche 1: Prolongation de la banquette sud du bassin de compensation

But de l'aménagement :

Permettre à la faune sauvage de disposer en partie nord du Polder d'Erstein, d'une zone refuge dans laquelle les animaux seraient moins gênés par les opérations de surveillance du polder lors des mises en eau. Cet aménagement permet également un accès à a zone de tranquillité que représente la digue tiroir du bassin de compensation.

Présentation de l'aménagement:

Lors de la mise en eaux du polder en août 2007; il s'est avéré qu'un certain nombre d'animaux ont pris la direction du Nord du polder et se réfugiant ainsi sur la DSBC (Digue Sud du Bassin de Compensation) de Plobsheim. Or, des passages répétés des équipes de surveillance des ouvrages du polder ont occasionné des stress chez les animaux dont une partie s'est jetée à l'eau, faute de présence d'échappatoire.

En effet, le long de la DSBC il existe une « banquette » : terrains remblayés sur le plan d'eau en contre bas de la DSBC sur une largeur de 60 mètres environ. Cette banquette est absente sur 900 mètres en direction du Rhin.

C'est pourquoi, le groupe de travail a proposé la réalisation d'une banquette à l'instar de celle déjà existante, sur une longueur de 350 mètres depuis la digue tiroir du Rhin et de 20 à 35 mètres de largeur. La banquette sera nivelée à la cote 148,75 mNN, soit une épaisseur de 1,50 mètre en moyenne.

Cette banquette sera constituée de matériaux graveleux et terreux du secteur afin de limiter les risques de pollution géologiques voire aussi florales par apport d'espèces exogènes. Des massifs de végétaux seront également mis en place, ce qui renforcera la situation d'écran entre

⁴¹ Comité Consultatif sur tes Modalités de Gestion Ecologiques du Polder Groupe de travail « Grande Faune ». Voies Navigables de France

les zones refuges des animaux et les chemins de service.

La quantité de matériaux est évaluée à environ 18 000 m³ pour un coût de travaux s'élevant à 200 000 € HT environ.

Des petites échelles à faunes seront installées sur les rives bétonnées situées entre la banquette existante et celle à réaliser. Ces échelles seront disposées tous les 100 mètres. Un autre endroit est pressenti sur la digue tiroir, 100 mètres après la zone de clavage de la banquette sur la digue tiroir. Ces échelles à faune sont constituées de pièces bétonnées préfabriquées posées sur les rives existantes.

Fiche 2: Rehaussement des chemins perpendiculaires à la DHE⁴²

But de l'aménagement :

Permettre à la faune sauvage de disposer d'espaces refuges en partie centrale du Polder en améliorant l'accessibilité à la DHE à partir des massifs forestiers.

Présentation de l'aménagement:

Lors de la mise en eau du polder en août 2007 ; il a été constaté, sur les points hauts du secteur inondé, que la cohabitation des animaux entre eux n'était pas évidente. En effet, les sangliers chassaient les autres espèces, notamment les chevreuils, les forçant à trouver d'autres îlots à secs, ce qui engendra des noyades.

Cette cohabitation entre espèces est cependant possible dès lors qu'il n'y a pas de covisibilité entre elles. C'est pourquoi, il est proposé de charger deux chemins au même niveau que la DHE sur des distances de 20 à 30 mètres de profondeur dans la forêt. Il existe d'autres chemins mais les impacts sur la forêt sont trop importants et n'ont donc pas été retenus.

Deux chemins sont concernés représentant une surface de 260 m² en crête hors des eaux. Ces rechargements nécessitent 1500 m³ de matériaux graveleux-argileux pour un coût de réalisation d'environ 30 000 euros.

A titre de comparaison, les îlots refuges existants ont des surfaces au sec suivantes:

îlot n°1 : 4000 m²

îlot n°2 : 2600 m²

îlot n°3 : 1 800 m²

Par ailleurs, des écrans mobiles seront placés lors des mises en eau du Polder à l'intersection entre la DHE et la DSBC⁴³. Ces écrans ont pour objectifs d'éviter aux animaux d'être gênés par la circulation du personnel de surveillance. La mise en œuvre des écrans sera assurée par les représentants de la chasse.

⁴²

Digue des Hautes Eaux

⁴³

Digue Sud du Bassin de Compensation



Figure annexe 2 : Positionnement des recharges

Fiche 3: Redynamisation des giessens

But de l'aménagement:

La redynamisation des giessens est conçue pour favoriser la restauration des milieux rhénans typiques.

Présentation de l'aménagement :

Les redynamisations des giessens sont réglées et prescrites par l'arrêté préfectoral du 03 septembre 1996. Cet arrêté fixe le débit, les modalités redynamisation des giessens etc ... Il s'agit d'apport en eau d'environ 6 à 8 m³/s dès lors que le Rhin dépasse un débit de 1 550 m³/s quelque soit la période de l'année. La prise d'eau dans le Rhin est effectuée au niveau de l'ouvrage secondaire.

En aucune manière le débit d'apport ne peut être supérieur au débit de fuite au droit de l'ouvrage de vidange principale d'une part et n'entraînant au maximum que de légers débordements locaux des giessens. Il ne s'agit pas de réaliser de submersions écologiques par le biais des redynamisations des giessens. Pour ce faire, une cote de niveau d'eau au droit de l'ouvrage de vidange est fixée à 146,70 m pour satisfaire aux conditions de l'arrêté préfectoral. Dans les faits, cette cote n'excède pas les 146,40 m et cette mission est suivie par un agent affecté spécialement sur le site du Polder. Ceci induit des contraintes dans les périodes d'interventions, qui ne peuvent être réalisées que du lundi au jeudi.

Le groupe de travail a en outre souhaité, au vu du retour d'expérience acquis, améliorer les modalités des redynamisations. Ceci se traduit par des orientations suivantes.

Dès que le débit le permet (au-dessus de 1 550 m³/s), la phase de redynamisation serait réalisée (avec circulation dynamique de l'eau).

Si les débits restent soutenus au-delà d'une certaine période - que l'on peut estimer, en première approche à 1 journée -, la vanne de l'ouvrage secondaire serait ouverte pour atteindre une cote supérieure à 146,70 m (au vu des planches de projection des parties inondées, la cote supérieure pourrait être 147,30 m) pour permettre une submersion localisée des terrains bordant les cours d'eau.

Cette dernière modalité ne sera toutefois pas poursuivie au-delà d'une durée de trois jours, pour permettre aux animaux éventuellement bloqués par l'eau de pouvoir s'échapper.

Fiche 4: Submersion écologique

But de l'aménagement :

Afin que la faune et la flore s'habituent dans les bonnes conditions aux rétentions de crues du Rhin, le polder est mis en eau avec une cote maximale de 148,00 m au lieu de 149,30 m, en cas de rétention de crue. Par ailleurs, ces submersions écologiques permettent de renforcer le caractère de forêt Rhénane du site du polder.

Présentation de l'aménagement :

Il est procédé à des submersions écologiques pendant les mois de juin à juillet si le débit du Rhin dépasse les 2000 m³/s, en application de l'arrêté préfectoral « loi sur l'eau » du 03 septembre 1996.

La submersion du polder s'effectue jusqu'à la cote de 148,00 m et sa durée, y compris le

remplissage et la vidange, ne doit pas excéder 15 jours consécutifs. La mise en eau était assurée jusqu'à présent en ouvrant l'ouvrage de prise secondaire et l'ouvrage de prise principal. La durée de remplissage du polder est en général d'une vingtaine d'heures à raison d'une progression du niveau du plan d'eau in-situ de quelques centimètres par heure.

Les propositions du groupe de travail visent à affiner les modalités de remplissage du polder selon les intensités et durée des crues du Rhin⁴⁴.

oEn cas de crue courte, les deux prises⁴⁵ seraient ouvertes sauf si les représentants de la chasse informent le service navigation d'un risque liés à la présence avérée de jeunes animaux, dans ce cas, le remplissage se ferait lentement et le niveau atteint sera celui obtenu en fin d'opération, pas forcément le niveau maximal de 148,00 m.

oEn cas de crue « longue », le remplissage se ferait avec un débit d'apport moins important.

oDans tous les cas le début de la submersion se ferait en ouvrant d'abord la prise d'eau principale de manière à alerter au plus tôt les animaux présents sur le site.

Une crue exceptionnelle en été

Le 9 août 2007, alors que les débits du fleuve avaient quadruplé en 24 heures après de fortes précipitations atteignant 4 600 m³/s à Bâle, les autorités ont décidé de mettre le polder en eau. Cela a permis d'écarter environ 150 m³/s de l'onde de crue pendant 14 heures. En effet, le polder a stocké le maximum d'eau qu'il peut contenir, à savoir 7,8 millions de m³/s.

Par endroits, la hauteur d'eau dépassait 3 mètres. C'est la première fois que de tels niveaux sont atteints. La première **submersion écologique** réalisée en 2006 avait permis de vérifier le bon fonctionnement de l'ouvrage et, par là même, une partie importante du dispositif franco-allemand de gestion des crues. Malgré la présence d'îlots de refuge, on déplore une **mortalité du gibier** élevée.

Sur le « Rhin à courant libre » où le fleuve déborde et vient inonder les digues, les habitants des communes riveraines ont été mobilisés pour surveiller les digues qui au plus fort de la crue retiennent jusqu'à 2 m d'eau.

Malgré la période inhabituelle de la crue et les congés d'été, le dispositif de gestion de la crue et le polder d'Erstein, qui participe aux mesures d'écarterement des débits, ont fait preuve de toute leur efficacité.

Fiche 5: Utilisation des sirènes

44

Sans que ces crues rentrent dans la catégorie " rétention»; c'est à dire en deçà du seuil de 3 600 m³/s

45

Principal et Secondaire.

But de l'aménagement :

Lors de la rétention de la crue d'août 2007, il a été constaté une importante mortalité dans la faune. L'une des explications évoquées dans l'origine de l'hécatombe, serait la perte de repères des animaux assourdis par le déclenchement des sirènes. Les modalités d'utilisation des bouquets de sirènes sont donc à examiner.

Présentation de l'aménagement :

Lors des opérations de mises en eau du polder dans le cadre d'une rétention d'une crue ou d'une submersion écologique, il est procédé, conformément au PSS⁴⁶, à l'exécution d'un ensemble de mesures visant à la protection des personnes se trouvant sur le site. Parmi ces mesures se trouve l'activation des deux bouquets sirènes (Nord et Sud) en amont des opérations de mise en eau.

Or, suite au constat relevé lors de la rétention de la crue d'août 2007, il est proposé de limiter l'usage des sirènes au strict minimum. Ainsi, en cas de submersion écologique, seul le bouquet Nord serait activé afin que d'une part les animaux migrent vers le sud du polder et d'autre part ceux situés dans la partie sud puissent y rester.

De même, et conformément au PSS, les sirènes seront activées tous les premiers mercredi de chaque trimestre afin que la faune soit habitué à ce son.

Cependant, en cas de rétention de crue les deux bouquets de sirènes seront activés dans la mesure où les délais de mise en œuvre du polder sont très restreints entre l'annonce et l'ouverture des vannes des ouvrages de prises.

Bibliographie

- [1] MAIRE, G., SANCHEZ-PEREZ, J.M., 1994. **Etude hydrogéomorphologique de la partie orientale du polder d'Erstein**. Voies Navigables de France, Direction Générale Strasbourg, Université Louis Pasteur - CNRS-CEREG, Strasbourg.
- [2] VOIES NAVIGABLES DE FRANCE. S.d.2004. **Le Polder d'Erstein. Ou comment lutter contre les crues du Rhin tout en restaurant une exceptionnelle forêt alluviale**.
- [3] DISTER, R., 1985. **Taschenpolder als Hochwasserschutzmassnahmen am Oberrhein**. Geogr. Rundschau, 37 : 241-247.
- [4] ERDLLENBRUCH, K., GRELOT, F., THOYER, S., BREMOND, P., BRETON, C., CHASTAN, B., ENJOLRAS, G., KAST, R. 2008 : "**Ralentissement dynamique et partage du risque - Mise en place de systèmes de compensation locaux**", *Ingénieries E.A.T.*, no spécial. 14 "**La prévention des inondations – Aspects techniques et économique des aménagements de ralentissement dynamique des crues**", 109-119
- [5] DILEMANN, E., 1995, **Ecrêtement des crues du Rhin. Polder d'Erstein. Etude d'impact**. Voies Navigables de France, Service de la Navigation de Strasbourg, 459p.
- [6] CARBIENER, R., 1970. **Le grand Ried Central d'Alsace : écologie et évolution d'une zone humide d'origine fluviale rhénane**, Bulletin d'écologie n 014, n°4, p.249-277.
- [7] **Commission Internationale pour la Protection du Rhin, [mise à jour le 25.11.2005]. Conférence ministérielle sur le Rhin 2001. RHIN 2020, Programme pour le développement durable du Rhin**. Koblenz, CIPR, 27p.
- [8] Laurent schmitt et al. 2008. **Le polder d'Erstein : « Objectifs , aménagements et retour d'expérience sur cinq an de fonctionnement »** *Ingénieries E.A.T.*, no spécial. "**La prévention des inondations**", p .68
- [9] UNION EUROPEENNE, 2000. **Directive 2000. Conseil du parlement européen et du Conseil établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau**. Projet commun approuvé par le comité de conciliation prévu à l'article 251, paragraphes 4, du traité CE.
- [10] BRAVARD J.-P. 2000, **Les régions françaises face aux extrêmes hydrologiques, gestion des excès et de la pénurie** .SEDES. Vol. 75 n°3, p. 244.
- [11] AGENCE DE DEVELOPPEMENT ET D'URBANISME DE L'AGGLOMERATION STRASBOURGEOISE, 2002 .**Guide pratique du risque d'inondation dans le schéma de cohérence territoriale de la région de Strasbourg**, Septembre 2002 .p14
- [12] CERTU - **Dossiers Eau et Aménagement «Valoriser les zones inondables dans l'aménagement urbain, repères pour une nouvelle démarche»** - Ministère de l'Equipement, des Transports et du Logement, Dossier CERTU n°97, CERTU 2000 - Novembre 1999 - 231 p.

[13] CERTU - **Dossiers Eau et Aménagement «Organiser les espaces publics pour maîtriser le ruissellement urbain»** - Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement, Dossier CERTU n°102, CERTU 2000 Juillet 2000 -123 p.

[14] CERTU - **Dossiers Eau et Aménagement «Ruissellement urbain et POS, approche et prise en compte des risques»** - Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement, Dossier CERTU n° 83, CERTU 1998 septembre 1998 - 100 p.

[15] Instance d'évaluation de la politique publique de prévention des risques naturels - **La prévention des risques naturels, rapport d'évaluation** - Comité interministériel de l'évaluation des politiques publiques. Premier Ministre. Commissariat général du Plan - La Documentation Française - 1997 - 702 p.

[16] ADEUS - **Risques et nuisances dans la région de Strasbourg-Ortenau, Etat des lieux** - Syndicat Mixte pour le Schéma Directeur de la région de Strasbourg, Commission Espaces naturels et environnement - Avril 2000, 128 p.

[17] ADEUS - **Eaux dans la région de Strasbourg-Ortenau, Etat des lieux** - Syndicat Mixte pour le Schéma Directeur de la région de Strasbourg, Commission Espaces naturels et environnement - Septembre 2000, 128 p.

[18] ADEUS - **L'Eau dans la Communauté Urbaine de Strasbourg** - Département Environnement - Septembre 2000, 74 p.

[19] Préfecture du Bas-Rhin - Service Interministériel de Défense et de Protection civile - **Dossier départemental des risques majeurs** - Direction Départementale de l'Équipement 67 - Décembre 1996, 57 p.

[20] BRGM, Département du Bas-Rhin - **Cartographie des zones inondées en février 1990** - Conseil Général du Bas-Rhin, Conseil Régional d'Alsace, Agence de l'Eau Rhin-Meuse - Mars 1990.

[21] Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt du Bas-Rhin - **Atlas des zones inondées du Bas-Rhin - Mars 1997** - Préfecture du Bas-Rhin Mission Inter-Services de l'Eau, Ministère de l'Environnement, Ministère de l'Agriculture, de la Pêche et de l'Alimentation - Mars 1997.

[22] Conseil Général du Bas-Rhin - **SAGEECE Ehn - Andlau - Scheer - Synthèse** - SOGREA H - Avril 2000. - Conseil Général du Bas-Rhin - **SAGEECE de la Zorn et du Landgraben - Crue de fréquence centennale – Carte d'aléa** - SOGREA H Ingénierie - 1997.

[23] Préfecture du Bas-Rhin, Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt - **Délimitation des zones inondables de la Bruche (Article R 111-3 du Code de l'Urbanisme)** - Arrêté Préfectoral du 25 Novembre 1992.

[24] Préfecture du Bas-Rhin, Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt - **Délimitation des zones inondables de l'Ill (Article R 111-3 du Code de l'Urbanisme)** -

Arrêté Préfectoral du 14 Septembre 1983.

[25] Département du Bas-Rhin, Communauté Urbaine de Strasbourg - **Plans d'Exposition aux Risques d'Inondation** -Service de la Navigation - Communes de Bischheim, Eckbolsheim, Entzheim, Eschau, Fegersheim, Geispolsheim, Hoenheim, Holtzheim, Illkirch-Graffenstaden, Lingolsheim, Oberschaeffolsheim, Ostwald, Schiltigheim, Strasbourg, La Wantzenau, Wolfisheim.

Sites internet

- [1] VNF (Voie navigable de France) Direction Régionale de Strasbourg « Le polder d'Erstein » 2004.
- [2] Martial Gerlinger, « La crue du Rhin de mai-juin 1999 » publié dans la Houille Blanche (N° 1-2000).
- [3] Commune d'Uffried, www.cc-uffried.com, vu le 29 Janvier 2011.
- [4] BS Encyclopédie, L'aménagement du cours supérieur du Rhin, www.encyclopedie.bsditions.fr/article.php?pArticleId=11&pChapitreId=36142&pSousChapitreId=36147&pArticleLib=L%27am%27nagement+du+cours+sup%27rieur+du+Rhin+%5BLe+Rhin-%3EHistoire+du+fleuve%5D, vu le 29 Janvier 2011.
- [5] Rheinland Baden-Württemberg, Rückhalteräume www.rp.baden-wuerttemberg.de/servlet/PB/menu/1188099/index.html, vu le 29 Janvier 2011.
- [6] Rheinland Baden-Württemberg, Polder Rheinschanzinsel, www.rp.baden-wuerttemberg.de/servlet/PB/menu/1191988/index.html, vu le 29 Janvier 2011.
- [7] Rheinland Baden-Württemberg, Polder Söllingen/Greffern www.rp.baden-wuerttemberg.de/servlet/PB/menu/1191429/index.html
- [8] Rheinland Baden-Württemberg, Polder Söllingen/Greffern, www.rp.baden-wuerttemberg.de/servlet/PB/s/2zy3jbgjqesulfnwpztrxx3j17fjpor/show/1189678/rpk53.2_soelling_en_faltblatt.pdf, vu le 29 Janvier 2011.
- [9] Rheinland Baden-Württemberg, Polder Altenheim www.rp.baden-wuerttemberg.de/servlet/PB/menu/1191434/index.html, vu le 29 Janvier 2011.

- [10] SIEPE, A. (2006): Dynamische Überflutungen am Oberrhein: Entwicklungs-Motor für die Auwald-Fauna. WSG Baden-Württemberg 10, 149-158, www.waldwissen.net/themen/umwelt_landschaft/landschafts_raumentwicklung/fva_oekologische_flutungen.pdf, vu le 29 Janvier 2011.
- [11] Commission Internationale pour la Protection du Rhin, Mise en oeuvre du Plan d'action contre les inondations Rapport 2005, www.iksr.org/fileadmin/user_upload/Dokumente_fr/IKSR-Bericht_Nr._156f.pdf, vu le 29 Janvier 2011.
- [12] Rheinland Pfalz (Rhénanie-Palatinat), « Hochwasserschutz am rheinland-pfälzischen Oberrhein Der Polder Flotzgrün », www.sgdsued.rlp.de/icc/Internet/med/735/73570b52-95b1-7911-6e39-e8a42700266c,11111111-1111-1111-1111-111111111111.pdf, vu le 29 Janvier 2011.
- [13] Rheinland Pfalz, « Hochwasserschutz am rheinland-pfälzischen Oberrhein Der Polder Kollerinsel », www.sgdsued.rlp.de/icc/Internet/med/235/23570b52-95b1-7911-6e39-e8a42700266c,11111111-1111-1111-1111-111111111111.pdf, vu le 29 Janvier 2011.
- [14] **Ingenieur Gruppe, //www.ingenieurgruppe-bauen.de/Deutsch/Projekte/Wasserbau/Hochwasserschutz/Polde rKollerinselnB.html**, vu le 29 Janvier 2011.
- [15] **Sogreah et Communauté Urbaine de Strasbourg, « Etude de définition des travaux pour le retour à la fonctionnalité hydraulique et écologique de l'île du Rohrschollen, Janvier 2009 », www.strasbourg.eu/environnement/Rohrschollen/Etude_d e_faisabilite.pdf?FileID=documentsprincipaux/environnement/life %2b/etude_de_faisabilite.pdf**, vu le 29 Janvier 2011.
- [16] Association « Au fil du Rhin », www.aufildurhin.com, vu le 2 février 2011.
- [17] Juristes du Centre de Formation et de Documentation sur l'Environnement (CFDE) - Le Plan d'Occupation des Sols [en ligne] - Site de Enviroveille [visité le 12/02/2001] - Disponible sur Internet : www.enviroveille.com/public/template_rg.html?section_id=9
- [18] Y. M. DANAN, S. DECELLE, J.-P. MOREL - Inondations par débordement des cours d'eau [en ligne] - Site du Ministère de l'Aménagement du territoire et de l'Environnement, PROCERISQ [visité le 18/01/2001] - Disponible sur Internet : www.prim.net/procerisq/themes/inond1
- [19] Y. M. DANAN, S. DECELLE, J.-P. MOREL - Les plans de prévention des risques (PPR) [en ligne] - Site du Ministère de l'Aménagement du territoire et de l'Environnement, PROCERISQ [visité le 18/01/2001] - Disponible sur Internet : www.prim.net/procerisq/themes/ppr1.
- [20] Commission Internationale pour la Protection du Rhin (CIPR) - Plan d'Action Contre les inondations [en ligne] - Site de la CIPR [visité le 23/01/2001] - Disponible sur Internet : www.iksr.org/cipr/welcome.html

