

DOCUMENT

la Meuse



23228-2



ETABLISSEMENT PUBLIC D'AMENAGEMENT DE LA MEUSE ET DE SES AFFLUENTS

ETUDE ET MODELISATION DES CRUES DE LA MEUSE

HFS/80 643 G

AVRIL 2001



BCEOM
CONSEIL D'INGENIERIE



TABLE DES MATIERES

1.	RAPPEL DES OBJECTIFS ET ENJEUX DE L'ÉTUDE	6
2.	DÉMARCHE ET EMPRISE DE L'ÉTUDE	7
3.	LE BASSIN VERSANT ET LES CRUES DE LA MEUSE	9
4.	ETUDES HYDROLOGIQUES PRÉALABLES	11
4.1.	Objectifs de l'étude hydrologique	11
4.2.	Méthodologie et outils	11
4.3.	Synthese des résultats	13
4.3.1.	Morphologie et fonctionnement de la vallée de la Meuse	13
4.3.2.	Typologie des crues	15
4.3.3.	Analyse statistique	18
4.3.4.	Choix des crues de calage et de validation	19
4.3.5.	Définition des crues de référence	19
4.3.6.	Débits et volumes des crues de calage et des crues de référence	21
5.	DIAGNOSTIC DE LA SITUATION ACTUELLE	22
5.1.	Objectif du diagnostic	22
5.2.	Méthodologie et outils	22
5.3.	Modélisation hydraulique et cartographie de l'aléa	26
5.3.1.	Topographie	26
5.3.2.	Construction du modèle hydraulique	27
5.3.3.	Calage du modèle	27
5.3.4.	Cartographie de l'aléa hydraulique	31
5.4.	Cartographie de la vulnérabilité	32
5.4.1.	Définition des classes de vulnérabilité	32
5.4.2.	Méthodologie du tracé	33
5.4.3.	Hypothèses du tracé	33
5.5.	Cartographie du risque	35
5.5.1.	Réalisation	35
5.5.2.	Analyse	35
5.6.	Etude du coût des dommages	37
5.6.1.	Collecte des données	37
5.6.2.	Analyse des données collectées	38
5.6.3.	Calage du " modèle économique "	44

5.6.4.	Coût des dommages en situation actuelle	46
5.7.	Conclusion du diagnostic : identification des sites à enjeux	46
6.	ETUDE DES AMÉNAGEMENTS	49
6.1.	Méthodologie de sélection des aménagements	49
6.2.	Identification des opportunités d'aménagement	49
6.2.1.	Les aménagements globaux de regulation	52
6.2.2.	Les aménagements localisés	57
6.3.	Pré-étude des scénarios d'aménagement	63
6.3.1.	Barrage de la Wame	63
6.3.2.	Retenues en lit majeur	68
6.3.3.	Stockage sur affluents	72
6.3.4.	Recalibrages	74
6.3.5.	Coupures de boucles	75
6.3.6.	Elimination des obstacles à l'écoulement	85
6.3.7.	Endiguements défensifs	85
6.4.	Etude des scénarios d'aménagement intermédiaires	87
6.4.1.	Barrage de la Wame	88
6.4.2.	Retenues en lit majeur	91
6.4.3.	Aménagements localisés sur la Meuse médiane	92
6.4.4.	Aménagements localisés sur la Chiers et la Meuse aval	104
6.5.	Le scénario proposé	129
6.5.1.	Synthèse de l'étude des scénarios intermédiaires	129
6.5.2.	Optimisation des aménagements localisés	130
6.5.3.	Conclusion : le scénario proposé	133
7.	MODÈLE DE PRÉVISION DES CRUES	156
7.1.	prévision des crues actuelle	156
7.2.	Prevision des crues avec MOiSE	158
7.2.1.	Principe et fonctionnement	158
7.2.2.	Performances du nouveau système de prévision	159
7.2.3.	Pistes d'amélioration des performances	162
8.	CONCLUSION GÉNÉRALE	166

LISTE DES FIGURES

<u>FIGURE 1</u> : LA DÉMARCHÉ GÉNÉRALE DE L'ÉTUDE	8
<u>FIGURE 2</u> : LES CRUES HISTORIQUES DE LA MEUSE À VERDUN ET À CHARLEVILLE-MÉZIÈRES....	9
<u>FIGURE 3</u> : PLAN DE SITUATION – LIMITES ADMINISTRATIVES	10
<u>FIGURE 4</u> : LE MODÈLE HYDROLOGIQUE GÉNÉRAL	12
<u>FIGURE 5</u> : MORPHOLOGIE ET FONCTIONNEMENT DES VALLÉES DE LA MEUSE ET DE SES PRINCIPAUX AFFLUENTS	14
<u>FIGURE 6</u> : SCHÉMATISATION DU PHÉNOMÈNE DE CONCOMITANCE DES CRUES DE LA MEUSE ET DE LA CHIERS	15
<u>FIGURE 7</u> : LES 3 CRUES TYPES DE LA MEUSE	17
<u>FIGURE 8</u> : MÉTHODOLOGIE DE CALCUL DU COÛT DES DOMMAGES INONDATIONS	25
<u>FIGURE 9</u> : EXEMPLES DU CALAGE EN HYDROGRAMME	29
<u>FIGURE 10</u> : EXEMPLES DU CALAGE EN LIMNIGRAMME	30
<u>FIGURE 11</u> : COURBES D'ENDOMMAGEMENT ISSUES D'ÉTUDES ANTÉRIEURES	43
<u>FIGURE 12</u> : COURBES D'ENDOMMAGEMENT CALÉES SUR LA VALLÉE DE LA MEUSE	45
<u>FIGURE 13</u> : COÛT DES DOMMAGES INONDATIONS DE LA MEUSE EN SITUATION ACTUELLE	47
<u>FIGURE 14</u> : IDENTIFICATION DES SITES À ENJEUX ET COÛT DE LA CRUE CENTENNALE	48
<u>FIGURE 15</u> : MÉTHODOLOGIE DE SÉLECTION DES AMENACEMENTS	50
<u>FIGURE 16</u> : SITUATION DES PRINCIPAUX AMÉNAGEMENTS ENVISAGEABLES SUR LE BASSIN DE LA MEUSE	51
<u>FIGURE 17</u> : PRINCIPE DES BARRAGES-RÉSERVOIRS	52
<u>FIGURE 18</u> : PRINCIPE DES DIGUES TRANSVERSALES	54
<u>FIGURE 19</u> : PRINCIPE DES DIGUES LONGITUDINALES	56
<u>FIGURE 20</u> : PRINCIPE DES RECALIBRAGES	58
<u>FIGURE 21</u> : PRINCIPE DES COUPURES DE BOUCLE	59
<u>FIGURE 22</u> : PRINCIPE DES ENDIGUEMENTS DÉFENSIFS	61
<u>FIGURE 23</u> : SITUATION DU BARRAGE DE LA WAME ET EMPRISE DE LA RETENUE A LA COTE 180 M	64
<u>FIGURE 24</u> : RETENUE EN LIT MAJEUR PAR CONSTRUCTION D'UNE NOUVELLE DIGUE	69
<u>FIGURE 25</u> : RETENUE EN LIT MAJEUR BASÉE SUR UNE INFRASTRUCTURE EXISTANTE.....	70
<u>FIGURE 26</u> : SITUATION ET IMPACT HYDRAULIQUE DE LA COUPURE DU THEUX (CHARLEVILLE- MEZIÈRES)	78
<u>FIGURE 27</u> : SITUATION ET IMPACT HYDRAULIQUE DE LA COUPURE DE MONTHERMÉ	79
<u>FIGURE 28</u> : SITUATION ET IMPACT HYDRAULIQUE DE LA COUPURE DE REVIN	80
<u>FIGURE 29</u> : SITUATION ET IMPACT HYDRAULIQUE DE LA COUPURE DE FUMAY	81
<u>FIGURE 30</u> : SITUATION ET IMPACT HYDRAULIQUE DE LA COUPURE DE CHOOZ	82
<u>FIGURE 31</u> : BARRAGE DE LA WAME : RÉDUCTION DU COÛT DES DOMMAGES INONDATIONS	90
<u>FIGURE 32</u> : SITUATION DES SCÉNARIOS D'AMÉNAGEMENTS WTERMÉDIAIRES ÉTUDIÉS À COMMERCY	94
<u>FIGURE 33</u> : SITUATION DES SCÉNARIOS D'AMÉNAGEMENTS INTERMÉDIAIRES ÉTUDIÉS A SAINT-MIHIEL	94
<u>FIGURE 34</u> : SITUATION DES SCÉNARIOS D'AMÉNAGEMENTS INTERMÉDIAIRES ÉTUDIÉS À VERDUN	99
<u>FIGURE 35</u> : SITUATION DES SCÉNARIOS D'AMÉNAGEMENTS INTERMÉDIAIRES ÉTUDIÉS A DUN-SUR-MEUSE	99
<u>FIGURE 36</u> : SITUATION DES SCÉNARIOS D'AMÉNAGEMENTS INTERMÉDIAIRES ÉTUDIÉS À STENAY	103
<u>FIGURE 37</u> : SITUATION DES SCÉNARIOS D'AMÉNAGEMENTS INTERMÉDIAIRES ÉTUDIÉS À LA- FERTÉ-SUR-CHIERS.....	103
<u>FIGURE 38</u> : SITUATION DES SCÉNARIOS D'AMÉNAGEMENTS INTERMÉDIAIRES ÉTUDIÉS À SEDAN	108

<u>FIGURE 38</u> : SITUATION DES SCÉNARIOS D'AMÉNAGEMENTS INTERMÉDIAIRES ETUDIÉS À SEDAN	108
<u>FIGURE 39</u> : SITUATION DES SCÉNARIOS D'AMÉNAGEMENTS MTERMÉDIAIRES ÉTUDIÉS À DONCHERY	108
<u>FIGURE 40</u> : SITUATION DES SCÉNARIOS D'AMÉNAGEMENTS INTERMÉDIAIRES ÉTUDIÉS À VILLERS-SEMEUSE	111
<u>FIGURE 41</u> : SITUATION DES SCÉNARIOS D'AMÉNAGEMENTS INTERMÉDIAIRES ÉTUDIÉS À NOUZONVILLE	111
<u>FIGURE 42</u> : SITUATION DES SCÉNARIOS D'AMÉNAGEMENTS MTERMÉDIAIRES ETUDIÉS À CHARLEVILLE-MÉZIÈRES	114
<u>FIGURE 43</u> : SITUATION DES SCÉNARIOS D'AMÉNAGEMENTS MTERMÉDIAIRES ÉTUDIÉS À BOGNY-SUR-MEUSE	121
<u>FIGURE 44</u> : SITUATION DES SCÉNARIOS D'AMÉNAGEMENTS INTERMÉDIAIRES ETUDIÉS À REM.	121
<u>FIGURE 45</u> : SITUATION DES SCÉNARIOS D'AMÉNAGEMENTS INTERMÉDIAIRES ETUDIÉS À VIREUX	126
<u>FIGURE 46</u> : SITUATION DES SCÉNARIOS D'AMÉNAGEMENTS INTERMÉDIAIRES ETUDIÉS À GIVET	126
<u>FIGURE 47</u> : LOCALISATION DES AMÉNAGEMENTS DU SCÉNARIO PROPOSÉ	134
<u>FIGURE 48</u> : AMÉNAGEMENTS LOCALISÉS PROPOSÉS À COMMERCY	135
<u>FIGURE 49</u> : AMÉNAGEMENTS LOCALISÉS PROPOSÉS À SAMT-MIHIEL	136
<u>FIGURE 50</u> : AMENAGEMENTS LOCALISÉS PROPOSÉS À VERDUN.....	137
<u>FIGURE 51</u> : AMÉNAGEMENTS LOCALISÉS PROPOSÉS À STENAY	138
<u>FIGURE 52</u> : AMÉNAGEMENTS LOCALISÉS PROPOSÉS À LA FERTÉ-SUR-CHIERS	139
<u>FIGURE 53</u> : AMENAGEMENTS LOCALISÉS PROPOSÉS À SEDAN	140
<u>FIGURE 54</u> : AMÉNAGEMENTS LOCALISES PROPOSÉS A DONCHERY	141
<u>FIGURE 55</u> : AMÉNAGEMENTS LOCALISÉS PROPOSÉS À VILLERS-SEMEUSE	142
<u>FIGURE 56</u> : AMÉNAGEMENTS LOCALISÉS PROPOSÉS À CHARLEVILLE-MÉZIERES	143
<u>FIGURE 57</u> : AMÉNAGEMENTS LOCALISÉS PROPOSÉS À NOUZONVILLE ET BOGNY-SUR-MEUSE	144
<u>FIGURE 58</u> : AMENAGEMENTS LOCALISÉS PROPOSÉS À REV.....	145
<u>FIGURE 59</u> : AMÉNAGEMENTS LOCALISÉS PROPOSÉS À VIREUX	146
<u>FIGURE 60</u> : AMENAGEMENTS LOCALISÉS PROPOSÉS A GIVET	147
<u>FIGURE 61</u> : IMPACT HYDRAULIQUE DU SCÉNARIO PROPOSÉ SUR LA CRUE CENTENNALE	149
<u>FIGURE 62A</u> : IMPACT HYDRAULIQUE DU SCÉNARIO PROPOSÉ SUR LES HYDROGRAMMES DE CRUES AU DROIT DE LA FRONTIERE FRANCO-BELGE	150
<u>FIGURE 62B</u> : IMPACT HYDRAULIQUE SUR LES HYDROGRAMMES DE CRUES AU DROIT DE LA FRONTIERE FRANCO BELGE	150
<u>FIGURE 63</u> : SCÉNARIO D'AMÉNAGEMENT PROPOSÉ : REDUCTION DU COÛT DES DOMMAGES ...	155
<u>FIGURE 64</u> : NOË, LE SYSTÈME DE COLLECTE DES DONNÉES DU RÉSEAU SARDAC	157
<u>FIGURE 65</u> : DÉLAIS DE PRÉVISION DES CRUES OBTENUS AVEC MOÏSE	160
<u>FIGURE 66</u> : EXEMPLE DE PRÉVISION RÉALISÉE AVEC L'OUTIL MOÏSE	163

LISTE DES TABLEAUX

<u>TABLEAU 1</u> :	PÉRIODE DE RETOUR DES CRUES HISTORIQUES RÉCENTES (ANS) RÉSULTANT DE L'ÉTUDE SUR LA PÉRIODE COURTE	18
<u>TABLEAU 2</u> :	DÉBITS FRÉQUENTIELS PROPOSÉS AUX STATIONS HYDROMÉTRIQUES DU BASSIN DE LA MEUSE (PÉRIODE COURTE)	18
<u>TABLEAU 3</u> :	CRUES DE CALAGE ET DE VALIDATION DU MODÈLE STREAM	19
<u>TABLEAU 4</u> :	PÉRIODE DE RETOUR DES CRUES DE RÉFÉRENCE (m s).....	20
<u>TABLEAU 5</u> :	DÉBITS DE POINTE ET VOLUMES DES CRUES DE CALAGE ET DE RÉFÉRENCE	21
<u>TABLEAU 6</u> :	GRILLE DE CROISEMENT ALÉA-VULNÉRABILITÉ POUR LA CONSTITUTION DE LA CARTE DU RISQUE	35
<u>TABLEAU 7</u> :	SYNTHÈSE DU COÛT DES DOMMAGES INONDATIONS (EN MF)	44
<u>TABLEAU 8</u> :	COÛTS CARACTÉRISTIQUES DES DOMMAGES ENGENDRÉS PAR LES CRUES DE LA MEUSE EN SITUATION ACTUELLE	46
<u>TABLEAU 9</u> :	BARRAGE DE LA WAME À 20 MM ³ : GAINS ESTIMÉS EN PRÉ-ÉTUDE	65
<u>TABLEAU 10</u> :	BARRAGE DE LA WAME À 60 MM ³ : GAINS ESTIMÉS EN PRÉ-ÉTUDE	66
<u>TABLEAU 11</u> :	14 RETENUES EN LIT MAIEUR : CARACTÉRISTIQUES DÉFINIES EN PRÉ-ÉTUDE.....	68
<u>TABLEAU 12</u> :	14 RETENUES EN LIT MAJEUR : GAINS ESTIMÉS EN PRÉ-ÉTUDE.....	71
<u>TABLEAU 13</u> :	COUPURES DE BOUCLE : CARACTÉRISTIQUES DÉFINIES EN PRÉ-ÉTUDE.....	76
<u>TABLEAU 14</u> :	COUPURES DE BOUCLE : COMPARAISON ENTRE RÉDUCTION DU COÛT DES DOMMAGES ESTIMÉE POUR LA CRUE DE 1995 ET COÛT DES AMÉNAGEMENTS	85
<u>TABLEAU 15</u> :	PRIX UNITAIRES UTILISÉS POUR ESTIMER LES COÛTS D'INVESTISSEMENT DES AMÉNAGEMENTS LOCALISÉS	88
<u>TABLEAU 16</u> :	BARRAGE DE LA WAME : RÉDUCTION DU COÛT DES DOMMAGES	89
<u>TABLEAU 17</u> :	RETENUES EN LIT MAJEUR : GAINS OBTENUS PAR LES 7 RETENUES DE LA MEUSE EN MEUSE OU L'ENSEMBLE DES 14 RETENUES IDENTIFIÉES	91
<u>TABLEAU 18</u> :	8 RETENUES EN LIT MAJEUR : RÉDUCTION DU COÛT DES DOMMAGES	92
<u>TABLEAU 19</u> :	XÉNARIOS INTERMÉDIAIRES D'AMÉNAGEMENTS LOCALISÉS : SYNTHÈSE	130
<u>TABLEAU 20</u> :	SCÉNARIO D'AMÉNAGEMENT PROPOSÉ : GAINS OBTENUS EN CRUE CENTENNALE	148
<u>TABLEAU 21</u> :	SCÉNARIO D'AMÉNAGEMENT PROPOSÉ : RÉDUCTION DU COÛT DES DOMMAGES	151
<u>TABLEAU 22</u> :	SCÉNARIO D'AMÉNAGEMENT PROPOSÉ : DÉTAIL DES AMÉNAGEMENTS LOCALISÉS ET DE LEUR COÛT D'INVESTISSEMENT	153
<u>TABLEAU 23</u> :	SCÉNARIO D'AMÉNAGEMENT PROPOSÉ : COMPARAISON ENTRE COÛT D'INVESTISSEMENT ET RÉDUCTION DU COÛT DES DOMMAGES DE LA CRUE CENTENNALE	154

1. RAPPEL DES OBJECTIFS ET ENJEUX DE L'ÉTUDE

La vallée de la Meuse est soumise à des inondations fréquentes et dévastatrices. Les dernières crues les plus fortes se sont produites :

- o dans les Ardennes, en janvier 1991, décembre 1993 et surtout janvier 1995 ;
- o dans la Meuse et les Vosges, en décembre 1947, avril et mai 1983, janvier 1995 et mars 1999 (à Neufchâteau) ;
- sur la Chiers (à Longwy), en janvier 1995.

Ces crues ont été à l'origine de 9 blessés en 1995 et 1 mort en 1993. Elles engendrent des dégâts considérables puisque, selon les estimations réalisées pour la présente étude, la crue de janvier 1995 a coûté environ 1,6 milliard de francs (240 millions d'euros) sur l'ensemble de la vallée de la Meuse française et la crue de 1993, 800 millions de francs (120 millions d'euros).

Ces dégâts sont directs - endommagement de bâtiments privés, publics, industriels, commerciaux et agricoles, de voiries, canaux et réseaux... - et indirects par interruption des communications et de l'activité économique pendant plusieurs semaines.

Un certain nombre de travaux d'urgence ont été entrepris (travaux d'entretien de la rivière, dragage du lit mineur, recatibrage, déroctage au droit de ponts, aménagement des dérivations de Charleville-Mézières, etc, Cf. annexe 7), mais avec une efficacité localisée. Bien que l'impact cumulé de ces aménagements n'ait pas été évalué à l'échelle de la vallée, leurs effets ont été positivement perçus par les riverains.

L'EPAMA (Etablissement Public d'Aménagement de la Meuse et de ses Affluents) a été créé afin de mettre en place une stratégie partagée et cohérente d'aménagement et de gestion des crues à l'échelle du bassin français de la Meuse, en liaison avec les pays situés en aval, la Belgique et les Pays-Bas. Cela implique en particulier le respect du Plan d'Action Meuse approuvé par la Commission Internationale pour la Protection de la Meuse (CIPM).

La première réalisation de l'EPAMA consiste en la présente étude, dont l'objectif est multiple :

- ⇒ mieux estimer les risques et les enjeux liés aux crues ;
- ⇒ rechercher en conséquence les aménagements les plus adaptés pour réduire l'impact des inondations à l'échelle du bassin versant de la Meuse française, sans aggraver les crues en aval, voire en les réduisant ;
- ⇒ disposer d'un outil de modélisation qui permettra d'étudier d'autres scénarios d'aménagements suite à la présente étude ;
- ⇒ mettre en place un modèle de prévision des crues opérationnel en temps réel

2. DÉMARCHE ET EMPRISE DE L'ÉTUDE

Compte tenu de la complexité des crues de la Meuse et de l'ampleur du bassin versant à étudier, le recours à des outils de modélisation en matière d'hydrologie, d'hydraulique, d'économie et de cartographie constitue le seul moyen efficace d'aboutir à une bonne connaissance des risques liés aux inondations et de l'efficacité des moyens envisagés pour les réduire.

Six phases principales ont été prévues pour le déroulement de l'étude, chacune mettant en œuvre un ou plusieurs des modèles réalisés :

	Modèles mis en oeuvre
1. Etude hydrologique	modèle hydrologique général AGYR
2. Campagne topographique	modèle numérique de terrain (MNT)
3. Modélisation hydraulique	modèle hydraulique STREAM
4. Diagnostic de la situation actuelle	STREAM + modèle cartographique CALYPSEAU intégrant le MNT
5. Recherche de stratégies d'aménagement	ensemble des modèles
6. Prévision des crues	modèle de prévision MOISE intégrant les modèles AGYR + STREAM

L'étude hydrologique a concerné l'ensemble du bassin versant de la Meuse.

Les autres phases, basées sur une topographie fine (le MNT), ont été réalisées sur la Meuse depuis Maxey-sur-Meuse jusqu'à la frontière franco-belge dans un premier temps ainsi que sur la Chiers aval depuis Chauvency-le-Château. Il sera possible d'étendre ultérieurement ces investigations à d'autres secteurs. L'étude de la Meuse a d'ores et déjà été étendue à l'amont jusqu'à Neufchâteau. Cette extension a fait l'objet d'un rapport spécifique.

Les modèles hydrologique puis hydraulique ont permis d'étudier les différents aménagements envisagés et leurs impacts respectifs puis de proposer à ce stade une stratégie d'aménagement sur l'ensemble de la vallée de la Meuse Française.

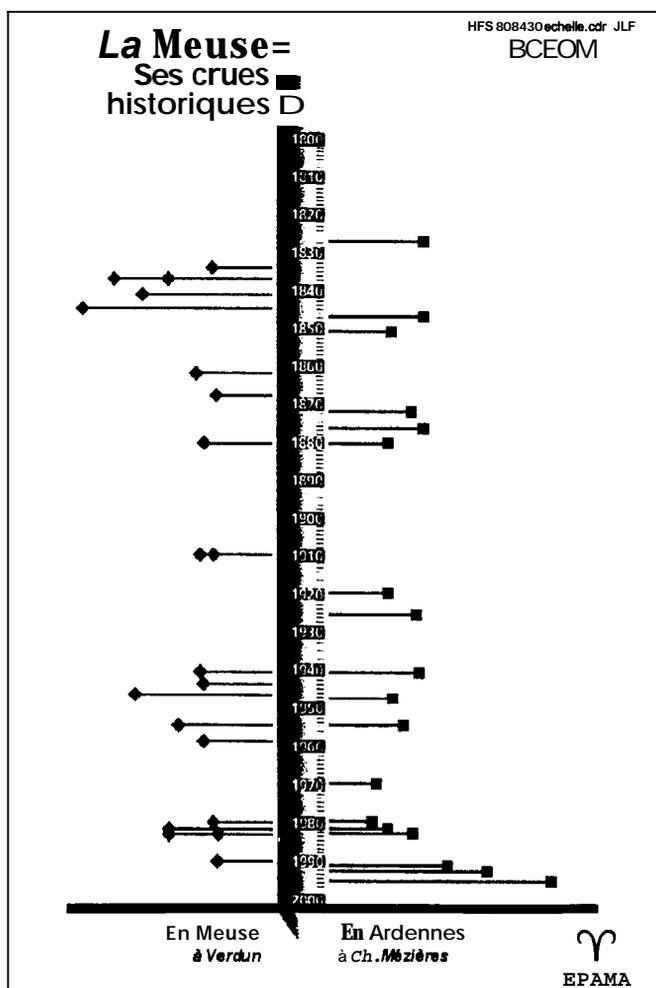
La démarche de l'étude est synthétisée par la figure 7. Elle précise les moyens mis en œuvre et les différentes investigations successives qui, à partir du diagnostic, ont conduit aux propositions d'actions de prévention des crues.

3. LE BASSIN VERSANT ET LES CRUES DE LA MEUSE

La Meuse traverse le territoire de trois pays avant de se jeter dans le Rhin : la France, la Belgique et les Pays-Bas. Le bassin de la Meuse française correspond à environ la moitié de la longueur totale de la rivière. Il s'étend sur 5 départements qui sont, d'amont en aval : la Haute-Marne, les Vosges, la Meurthe-et-Moselle, la Meuse et les Ardennes, et sur deux régions : Lorraine et Champagne Ardenne (Cf. figure 3).

La Meuse prend sa source à Pouilly-en-Bassigny à une altitude de 400 m, et passe en Belgique à Givet, après un parcours de 400 km, à une altitude de 100 m. Sa pente moyenne est de 0,75 ‰, soit 0,75 m/km. Son bassin versant français est de 10 350 km².

Figure 2 : les crues historiques de la Meuse à Verdun et à Charleville-Mézières



Comme le montre la figure 2 ci-contre, le bassin a de tous temps été soumis à des inondations fréquentes et dévastatrices. Depuis 1910, la cote de débordement « grave » a été dépassée 9 fois de plus de 80 cm à Charleville-Mézières, 9 fois de plus de 50 cm à Sedan, 7 fois de plus de 50 cm à Givet.

Les dernières crues les plus fortes se sont produites :

- dans les Ardennes, en janvier 1991, décembre 1993 et surtout janvier 1995 ;
- dans la Meuse et les Vosges, en décembre 1947, avril et mai 1983, janvier 1995 et mars 1999 (à Neufchâteau) ;
- sur la Chiers (à Longwy), en janvier 1995.

8. CONCLUSION GÉNÉRALE

L'étude de modélisation des écoulements de la Meuse sur l'intégralité de son cours de Neufchâteau à Givet est une des premières en France à être menée à cette échelle géographique tout en traitant finement la prévention et la prévision des risques.

Cette étude a abouti à :

- ⇒ mieux estimer les risques et les enjeux liés aux crues par la réalisation d'un SIG (Système d'information Géographique) complet de l'aléa, de la vulnérabilité, des risques, et du coût des dommages inondations ;
- élaborer un scénario d'aménagement de la vallée française de la Meuse cohérent et justifié par une démarche convergente, partant de l'identification de toutes les opportunités d'aménagements envisageables pour aboutir à la définition du scénario proposé
- ⇒ disposer d'un outil de modélisation qui permettra d'étudier d'autres scénarios d'aménagements suite à la présente étude ;
- mettre en place un modèle de prévision des crues opérationnel en temps réel.

Après avoir identifié et testé de nombreuses solutions, la proposition de scénario d'aménagement retenue consiste à réaliser un aménagement global d'écrêtement des crues et des protections localisées. L'aménagement global est indispensable pour réduire les inondations sur l'ensemble de la vallée. Cette réduction n'étant pas suffisante pour les sites particulièrement sensibles, des protections localisées sont également nécessaires. En outre, l'aménagement global compense l'impact secondaire (surcotes locales et accélération des crues) généré par les protections localisées, et permet de réduire les débits de pointe à la frontière franco-belge.

Ce scénario permet de réduire les niveaux d'inondation des crues faibles aux crues exceptionnelles. Pour la crue centennale, la ligne d'eau de la Meuse est abaissée de 1 m sur les sites les plus sensibles.

Le programme de travaux est estimé en première approche à 525 MF (80 MEuros) pour une réduction du coût moyen annuel des dommages de crue de l'ordre de 140 MF/an (21 MEuros/an). Le retour sur investissement peut donc être estimé à environ 4 ans, sans tenir compte des coûts d'entretien et de gestion qui restent à évaluer.

Dans l'optique où le scénario proposé serait retenu, diverses problématiques devraient être affinées et en particulier la gestion dans le temps de la réalisation des travaux et les contraintes de fonctionnement et d'entretien. Dans le cadre de la mise en œuvre du scénario retenu, les possibilités de modularité pour la réalisation progressive des aménagements est envisageable.

Enfin, les aménagements de la Meuse doivent :

- respecter le Plan d'Action Meuse approuvé par la Commission Internationale pour la Protection de la Meuse (CIPM) et s'inscrire dans une optique de développement durable à l'échelon européen. La présente étude a été réalisée dans ce cadre.

- intégrer tous les aspects environnementaux, urbanistiques et sociologiques de la vallée.
- tenir compte des impératifs et des souhaits de développement de Voies Navigables de France (VNF) concernant les canaux navigables. Actuellement, le trafic du canal de l'Est est de 200 000 T/an et de plus de 20 000 plaisanciers/an. VNF souhaite développer l'activité liée au tourisme fluvial.

Malgré un programme d'aménagement de la vallée ambitieux, il reste impossible d'éviter totalement les inondations d'une rivière telle que la Meuse, les volumes mis en jeu par les crues fortes étant trop importants. Il est donc primordial d'associer aux mesures structurelles de réduction des inondations des mesures de prévision et de prévention des crues.

Le nouveau système de prévision des crues MOISE est installé au Centre d'Annonce de Crues de la DIREN Lorraine à Nancy. Il permet d'exploiter toutes les données actuellement disponibles en temps réel pour bénéficier d'une prévision fiable de façon rapide et souple. Le gain de fiabilité résulte de l'intégration dans MOISE de modèles performants : modèle hydrologique AGYR et modèle hydraulique STREAM.

A terme, l'objectif est de fournir l'information sous une forme cartographique en temps réel.

La qualité des prévisions de crue dépend de la fiabilité des modèles ainsi que de la qualité des données et des prévisions de pluie. Or, les 8 postes pluviographiques du réseau SARDAC actuel ne permettent pas d'obtenir une représentativité satisfaisante sur un bassin de plus de 10 000 km², qui comporte des zones contrastées du point de vue pluviométrique. Des pistes d'amélioration ont d'ores et déjà été identifiées, dont l'intégration par MOISE de nouvelles données : pluviographes Météo-France, pluviographes belges et luxembourgeois, radar de Troyes, futurs radars des Ardennes franco-belges et de l'Aisne, etc.

L'amélioration des courbes de tarage et du réseau de mesures hydrographiques permettrait également d'obtenir de meilleures prévisions de crue. Le modèle hydraulique **STREAM** a permis de préciser certaines courbes de tarage, mais des recherches restent à faire et l'amélioration du réseau de mesures est programmé.

L'EPAMA et la DIREN Lorraine prévoient également d'améliorer le système de diffusion de l'information ainsi que la gestion de crise en temps de crues.

Enfin, la prévention comprend également la maîtrise du développement urbain en zones inondables. A ce titre, la cartographie réalisée dans le cadre de la présente étude constitue une base particulièrement fiable et cohérente pour la réalisation de PPRi (Plans de Prévention des Risques d'inondation).

la Meuse



Agence de l'eau
Rhin-Meuse

n° 23228-2



**ETABLISSEMENT PUBLIC D'AMENAGEMENT DE LA
MEUSE ET DE SES AFFLUENTS**

ETUDE ET MODELISATION DES CRUES DE LA MEUSE

HFS/80 643 G

AVRIL 2001



BCEOM
SOCIÉTÉ FRANÇAISE D'INGÉNIEUR



lorraine



TABLE DES MATIERES

1. INTRODUCTION	1
2. ETUDES HYDROLOGIQUES PRÉALABLES	2
2.1. Points de mesure en rivière	2
2.2. Qualité des données de débit	3
2.2.1. Stations hydrométriques	3
2.2.2. Echelles de crue	4
2.3. Données hydrologiques pour les crues de calage du modèle hydraulique	4
2.3.1. Données observées	4
2.3.2. Apports intermédiaires	5
2.4. Analyse statistique des débits de crue à Neufchâteau	6
2.5. Constitution des débits pour les crues de référence	8
3. DIAGNOSTIC DE LA SITUATION ACTUELLE	9
3.1. Modélisation hydraulique et cartographie de l'aléa	9
3.1.1. Topographie	9
3.1.2. Construction du modèle hydraulique	9
3.1.3. Calage du modèle	9
3.1.4. Cartographie de l'aléa	11
3.2. Cartographies de la vulnérabilité et du risque	11
3.3. Etude du coût des dommages	11
3.4. Conclusion du diagnostic : identification des sites à enjeux	12
4. ETUDE DES AMÉNAGEMENTS	13
4.1. Identification des opportunités d'aménagement	13
4.2. Etude des scénarios d'aménagement intermédiaires	13
4.3. Le scénario proposé	16

1. INTRODUCTION

L'étude et la modélisation des crues de la Meuse exécutée pour l'EPAMA sur la base du marché initial s'étend sur tout le cours de la Meuse depuis la frontière franco-belge à l'aval jusqu'à Maxey-sur-Meuse à l'amont. Elle ne comprend donc pas la ville de Neufchâteau. Un complément d'étude a été commandé afin d'étendre l'étude hydraulique et des aménagements de la Meuse depuis Neufchâteau (compris) jusqu'à Maxey-sur-Meuse.

Cette extension a été faite selon la même démarche et les mêmes méthodologies que celles utilisées pour le reste de l'étude.

Ce rapport complète le rapport général, le rapport hydrologique et le rapport hydraulique.

2. ETUDES HYDROLOGIQUES PRÉALABLES

Comme pour le reste de l'étude de la Meuse, les objectifs de l'étude hydrologique à Neufchâteau sont les suivants :

- définir les conditions limites du modèle hydraulique (entrées en débit) pour les crues de calage ;
- faire une analyse statistique des débits de crue à Neufchâteau pour y déterminer les débits de référence ;
- définir les conditions limites du modèle hydraulique pour les crues de référence.

Dans un premier temps, un recueil et une critique des données disponibles ont été effectués, dans le but de déterminer les débits de crue à Neufchâteau.

Les nombreuses incertitudes et les problèmes rencontrés dans la qualité des données ont conduit à utiliser le modèle hydraulique pour valider certaines hypothèses, ce qui a nécessité des aller-retours entre le modèle hydraulique et l'étude hydrologique.

2.1. POINTS DE MESURE EN RIVIÈRE

A Neufchâteau, les points de mesure suivants peuvent fournir des données pour l'étude hydrologique :

- Echelle d'annonce de crue de la Meuse à Neufchâteau: relevés manuels en période de crue (données disponibles de 1981 à 1999, la copie du cahier d'annonce de crue a été fournie à BCEOM par la DDE). La fréquence de ces relevés est variable, en moyenne toutes les 3 ou 4 heures, sauf pendant la nuit.

Les relevés plus anciens à cette même échelle sont rassemblés dans l'étude fréquentielle des crues de la Meuse (BCEOM – 1995 – DIREN Lorraine – Service de Navigation du Nord-Est). Il ne s'agit dans ce cas que des valeurs maximales relevées, ces valeurs n'ont pas pu être vérifiées, le cahier d'annonce de crue n'étant pas disponible avant 1981.

- Echelle d'annonce de crue du Mouzon à Neufchâteau: relevés manuels en période de crue (données disponibles de 1981 à 1992), notés sur le cahier d'annonce de crue.
- Station automatique de Neufchâteau (réseau SARDAC), mise en service en 1994. Les hauteurs mesurées sont disponibles sur support informatique (pas de temps 6 minutes).

En amont de Neufchâteau, les données disponibles pour l'étude hydrologique sont les suivantes :

- Stations hydrométriques de Goncourt (Meuse) et de Villars-Circourt (Mouzon): ces stations sont gérées par la DIREN Lorraine, leurs données sont intégrées à la banque HYDRO.

La station de Goncourt fait également partie du réseau SARDAC.



23228-2-3 RM

Agence de l'eau
Sarre-Meuse

la Meuse



**ETABLISSEMENT PUBLIC D'AMENAGEMENT DE LA
MEUSE ET DE SES AFFLUENTS**

ETUDE ET MODELISATION DES CRUES DE LA MEUSE

MODELISATION HYDRAULIQUE
D'AMONT

HFS/80 643 G

AVRIL 2001



BCEOM

CONSEIL D'INGENIERI



ENVIRONNEMENT

TABLE DES MATIERES

1. PRÉSENTATION DU LOGICIEL STREAM	1
1.1. Domaines d'application	1
1.2. Discrétisation de l'espace en casiers	1
2. MONTAGE DU MODELE	3
2.1. Définition de la topologie	3
2.1.1. Cas particulier des profils composés	3
2.1.2. Représentation du canal de l'Est dans le modèle	5
2.1.3. Représentation des bras secondaires dans le modèle	6
2.2. Saisie de la topographie	9
2.3. Détermination des conditions aux limites	10
3. CALAGE DU MODÈLE	11
3.1. Principe du calage	11
3.2. Définition des crues de calage	11
3.3. Résultats du calage	12
3.3.1. Coefficients de Strickler obtenus	12
3.3.2. Calage sur les hydrogrammes	13
3.3.3. Calage sur les limnigrammes	13
3.3.4. Calage sur les repères de crue	15
4. POINTS PARTICULIERS DE MODELISATION	17
4.1. Nouzonville	17
4.2. Canal de l'Est à Monthermé	17
4.3. Coupures de boucle du canal de l'Est à Revin et Chooz	17

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1 : CALAGE SUR LES HYDROGRAMMES

ANNEXE 2 : CALAGE SUR LES LIMNIGRAMMES

ANNEXE 3 : CALAGE SUR LES REPERES DE CRUE

ANNEXE 3.1. CRITIQUE DES REPERES DE CRUE

ANNEXE 3.2. : RESULTATS DU CALAGE