

Syndicat Intercommunal de la Vallée du Haut Morin

Le Grand Morin
entre Lachy et Chauffry

Etude des rôles hydrauliques et écologiques des ouvrages à vannages

Note de synthèse



Agence de Paris

27, rue de Vanves
92772 BOULOGNE BILLANCOURT Cedex
Tél : 01 46 10 25 70 - Fax : 01 46 10 25 64



Hydrosphère

2, avenue de la Mare - ZI des Bethunes
BP 39088 - St Ouen l'Aumone
95072 CERGY-PONTOISE Cedex
Tel : 01 30 73 17 18 - Fax : 01 34 43 03 87

RPe07187 - A21367 - CPeZ080630	
RGN - JL / FLA / PPL	
06/10/2009	Page : 1

Syndicat Intercommunal de la Vallée du Haut Morin

**Le Grand Morin
entre Lachy et Chauffry**

**Etude des rôles hydrauliques et écologiques
des ouvrages à vannages**

Objet de l'indice	Date	Indice	Rédaction		Vérification		Validation	
			Nom	Signature	Nom	Signature	Nom	Signature
Note de synthèse	Juin 2009		JL/RGN/FLa		FLa	<i>FLa</i>	PPL	
		a						
		b						
		c						
		d						

Numéro de rapport :	RPe7187
Numéro d'affaire :	A.20590
N° de contrat :	CPeZ080630
Domaine technique :	MN52
Mots clé du thésaurus	<i>Dérivation de cours d'eau; déversoir; protection contre les inondations; seuil ; vanne ; écrêtement de crue ; propagation de crue ; débit réservé ; hydraulique fluviale ; zone d'expansion de crue ; isis ; faune aquatique, eutrophisation, qualité écologique, transport solide par charriage / par suspension, suppression d'ouvrage</i>

BURGÉAP
AGENCE DE PARIS
27 Rue de Vanves
F-92772 BOULOGNE BILLANCOURT
Téléphone : 33(0)1.46.10.25.70 Télécopie : 33(0) 1.46.10.25.64

RPe07187 - A21367 - CPeZ080630	
RGN - JL / FLA / PPL	
06/10/2009	Page : 2

SOMMAIRE

1 - Objet de l'étude	4
2 - Une gestion particulière et perturbante	5
3 - Les objectifs de gestion	7
4 - Scénarii d'aménagement et de gestion	9
4.1 Scénario 1 : Conservation de l'ouvrage	9
4.2 Scénario 2 : Ouverture temporaire des vannages	9
4.3 Scénario 3 : Mise en œuvre de la transparence des ouvrages	9
5 - Coûts d'investissement	11
6 - Schéma d'aménagement du Grand Morin	12

TABLEAUX

Tableau 1 : Définition des objectifs par complexe	8
Tableau 2 : Définition des complexes concernés pour chaque scénario	10
Tableau 3 : Synthèse des coûts par scénario	11
Tableau 4 : Proposition d'un schéma d'aménagement des complexes	13

1 - Objet de l'étude

Situé à l'Est de Paris, le Grand Morin prend sa source sur la commune de Lachy pour parcourir 119 km jusqu'à son exutoire dans la Marne. Il draine un bassin versant de superficie égale à 1 185 km² à la confluence, 595 km² en limite aval du périmètre d'étude

Le Syndicat Intercommunal de la Vallée du Haut Morin (SIVHM) rassemble 22 communes et gère le Grand Morin sur son linéaire amont : 45,6 km dans le département de la Marne ; et 32,3 km dans le département de Seine-et-Marne, soit un linéaire total de 77,9 km.

Le Grand Morin possède une vingtaine d'ouvrages à vannage sur son linéaire entre Lachy et Chauffry. Ces ouvrages qui avait un usage économique jusque vers 1950 (moulin, usine, etc.) font partie du domaine privé (entreprises, particulier) ou public (communes) et ont généralement perdu leur usage économique premier. Par contre, ces ouvrages ont une influence marquée dans le fonctionnement de la rivière : en crue, en étiage, vis-à-vis de la vie aquatique, vis-à-vis de la stabilité de berges, de la nappe, de la végétation, etc.

Afin de préciser leur politique de financement de l'entretien des ouvrages, les partenaires institutionnels et financiers du Syndicat demandent aujourd'hui que les rôles hydrauliques et écologiques, mais également socio-économiques, des ouvrages soient analysés à titre individuel et à l'échelle globale.

L'étude vise donc à quantifier dans la mesure du possible, pour chaque ouvrage, chacune des fonctionnalités, en focalisant notamment sur les 2 situations suivantes : vannes fermées et vannes ouvertes. L'objectif final consistera à distinguer, parmi l'ensemble des ouvrages, ceux qui ont une fonctionnalité avérée dans l'équilibre de l'hydrosystème et ceux qui ne présentent aucun enjeu majeur. L'analyse est menée localement pour chaque ouvrage et à l'échelle globale, en cumulant les rôles de chaque ouvrage.

Il s'agit notamment de fournir des éléments tangibles pour répondre aux questions suivantes :

- Quels rôles assurent les ouvrages dans le fonctionnement morphodynamique, en particulier sur le transport sédimentaire et la tenue des berges ?
- Quels rôles assurent les ouvrages dans le fonctionnement hydrologiques, hydrauliques, autant en étiage qu'en crue ?
- Y a-t-il un bénéfice pour la nappe alluviale à maintenir des niveaux d'étiage élevés ?
- Est-ce que le niveau d'étiage puis la chute d'eau sont bénéfiques à la qualité physico-chimique de l'eau ?
- Quels sont les impacts environnementaux liés à la présence des vannages : vie piscicole, hydrobiologie, etc. ?

Les différentes phases de l'étude seront assurées par BURGEAP assisté de HYDROSPHERE. BURGEAP assure la quasi-totalité des prestations : hydrologie, hydraulique, hydrogéologie, morphodynamique, état des ouvrages, hydrobiologie, qualité de l'eau. HYDROSPHERE intervient pour compléter le diagnostic hydrobiologique : peuplements piscicoles, habitats, végétation aquatique, niveau d'eutrophisation.

L'étude comporte 2 phases :

- PHASE 1 : Etat des lieux et diagnostic du rôle des ouvrages
- PHASE 2 : Programme d'aménagement et d'entretien

2 - Une gestion particulière et perturbante

Le diagnostic met en évidence que la quasi totalité des ouvrages à vannage sur le Grand Morin n'a plus d'usages économiques, et ce, depuis les années 1980 qui ont vu l'arrêt des derniers usages économiques (papeteries, etc.). Cette absence d'usage et les moyens financiers nécessaires sont une des raisons pour lesquels les ouvrages n'étaient plus entretenus par les propriétaires. La création du SIVHM a permis d'aboutir à un programme de restauration et d'entretien à la fois des ouvrages hydrauliques et des berges du Grand Morin sur les communes riveraines adhérentes (Lachy à Chauffry). Le but de cette gestion étant de lutter efficacement contre les inondations car la crue de 1988 a mis en exergue les risques en cas de non-manœuvrabilité des vannes.

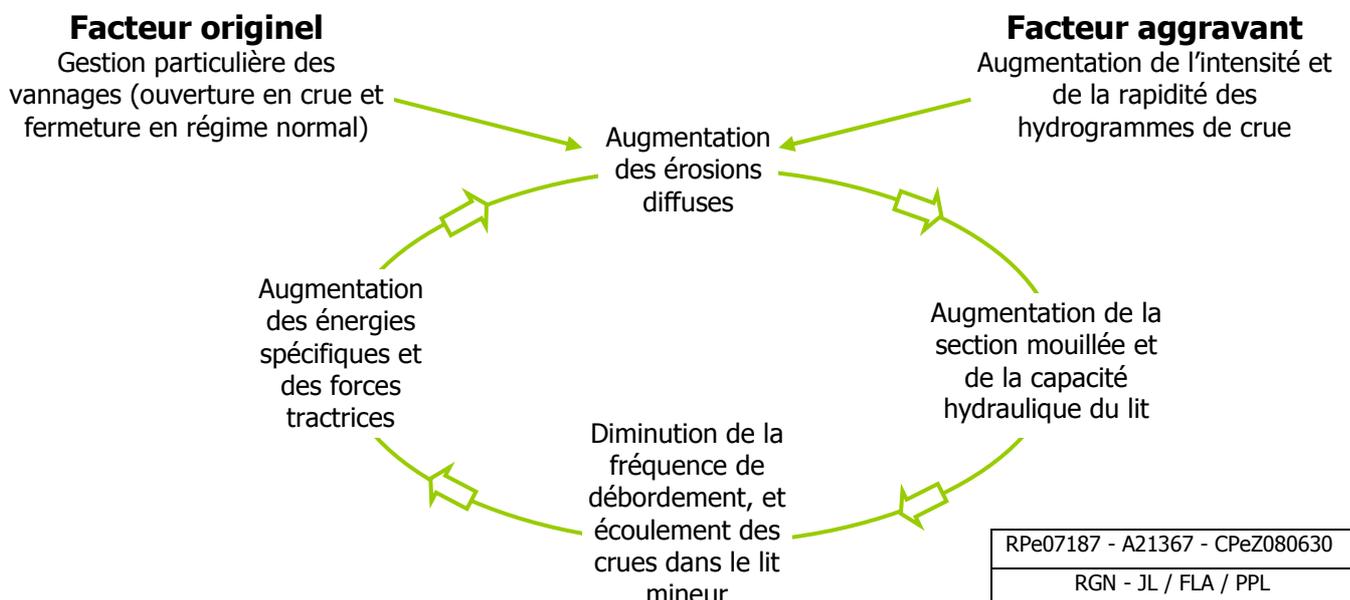
Ces ouvrages sont le plus souvent très bénéfiques envers les différents usages qui se sont adaptés depuis plusieurs siècles (zones urbaines, arrosage, pêche, valeur patrimoniale), mais surtout depuis la fin du XIX^e siècle, à la configuration actuelle du cours d'eau. Ils ont alors une très forte valeur sociale et culturelle vis-à-vis des riverains. Outre cet aspect social, ils jouent également des rôles non négligeables d'un point de vue physique et écologique.

Fonctionnements physiques

Les pentes du Grand Morin sont globalement faibles, mais il ressort plusieurs secteurs distincts. Ceux situés en amont (Lachy) et aval (Chauffry à Lescherolles) ont les pentes moyennes les plus fortes du cours d'eau (7.76 et 2.05 ‰ respectivement), ce qui génère, notamment sur le secteur aval, des énergies spécifiques ponctuellement élevées. La partie médiane du secteur d'étude (aval de Lachy à Lescherolles) a une pente moyenne faible de l'ordre de 1 ‰. Les valeurs énergétiques, associées à des berges peu érodables (limono-argileuses) font du Grand Morin un cours d'eau à la mobilité latérale très réduite, voire inexistante à l'échelle humaine. Les seules modifications de tracés en plan observées trouvent leur origine dans des travaux hydrauliques menés par la main de l'homme (rectifications, recalibrages, comblement de canaux de dérivations...).

Cependant, les secteurs à énergie et forces tractrices élevées présentent plusieurs types d'érosions : anses, érosions linéaires, loupes d'arrachement et érosions diffuses. Celles-ci sont localisées sur les tronçons subissant les effets des ouvrages à vannages (ouverture en crue et fermeture en régime normal). Elles sont par endroit relativement importantes et risquent à l'avenir d'engendrer des problèmes de déstabilisation de bâtiments, d'arbres ou de pertes de terrains. Le recul de berge est lent mais inéluctable dans le fonctionnement actuel en effet : 3m par berge en 50 ans dans les situations les plus critiques.

Ces phénomènes érosifs engendrent une augmentation progressive de la section mouillée et accroissent la capacité hydraulique du lit mineur, généralement de l'ordre de la crue décennale et parfois supérieure à la crue centennale. Les crues davantage concentrées dans le lit mineur, occasionnent moins de débordement mais favorisent les érosions par accroissement des forces tractrices. Ce phénomène qui s'auto-entretient semble de plus être amplifié par une possible augmentation de la rapidité des hydrogrammes de crue en lien avec le fort taux de drainage des parcelles agricoles et le déboisement des berges.



La dynamique latérale traditionnelle qui peut être traduite grossièrement par une érosion de berge concave et à un engraissement de la berge opposée, n'est pas ou peu observée ici. Cette dynamique latérale tend davantage à une érosion des deux berges opposées, alliée à une tendance à l'incision du lit (stock sédimentaire grossier faible et modification hydrologique) qui se traduit par un élargissement du cours d'eau.

Le fonctionnement morphodynamique du Grand Morin, qui présente donc en apparence un équilibre depuis plusieurs décennies voire plusieurs siècles, est en réalité en léger déséquilibre, peu perceptible à l'échelle humaine, mais qui conduit toujours plus à une concentration des écoulements dans le lit mineur, une augmentation de la section, une déconnexion du lit majeur.

Le rôle des ouvrages dans ce fonctionnement physique est double : il est à la fois aggravant lorsque, du fait de l'absence de végétalisation des berges sous le niveau d'eau d'étiage et du ressuyage en fin de crue, les talus de berges se voient peu à peu érodés par des érosions diffuses, ce qui entraîne la déstabilisation de la ripisylve et la perte de terrain ; il est également stabilisateur, du fait que les radiers d'ouvrages constituent des points durs sans lesquels l'incision du lit serait plus marquée. Par ailleurs, le plan d'eau en amont des barrages conduit à des conditions géotechniques stables sur lesquelles se sont appuyés les urbanisations anciennes des villages.

Fonctionnements écologiques

Les ouvrages à vannages et les caractéristiques géométriques du lit auxquelles ils ont conduits, ont également des conséquences sur les peuplements biologiques et les habitats aquatiques.

Bien que la qualité de l'eau soit globalement bonne, plusieurs facteurs limitant d'origine agricole sont ponctuellement préjudiciables (pesticides, MES, Nitrates). Il semble que les ouvrages influencent peu la température de l'eau en raison d'une couverture végétale (ripisylve) bien développée et d'un apport régulier d'eau souterraine fraîche (résurgences). L'oxygène dissout tend à diminuer dans les secteurs lenticques mais sans être limitant pour la faune aquatique. Il peut cependant le devenir sur certains secteurs présentant des rejets domestiques (aval de la Ferté Gaucher, dans l'attente de la nouvelle STEP) ou sur d'autres, où l'éclairement intense est associé à un fort développement végétal (Jouy sur Morin).

Les peuplements piscicoles sont de qualité moyenne. La présence de carnassiers et/ou d'espèces limnophiles (brochet) met en avant le caractère lentique non naturel du cours d'eau. Les ouvrages à vannages sont perturbants vis-à-vis des peuplements naturels. D'une part, ils empêchent toute migration amont ou aval des espèces piscicoles, et d'autre part, ils homogénéisent le milieu de par l'effet de retenue qu'ils génèrent à leurs amont. Les habitats sont peu diversifiés et peu attractifs, ce qui limite le nombre de zones de reproductions satisfaisantes. Les faibles densités de poissons en lien avec la qualité du milieu, contraignent les AAPPMA à effectuer des repeuplements de truites et de poissons blancs (gardons, carpes, goujons). En secteur urbain, la qualité de l'habitat est globalement mauvaise en raison de l'artificialisation des berges (mur, bâtiment et protections de berges diverses).

A contrario, les tronçons ayant subi l'effacement plus ou moins ancien d'un ouvrage semblent retrouver une habitabilité piscicole plus intéressante, mais toutefois limitée par la faible résilience du cours d'eau (lit encaissé, substrats de berge peu grossiers, végétation perchée, etc.).

Les analyses réalisées en situation de vannes ouvertes mettent en évidence une meilleure diversité des écoulements et du milieu, avec apparition de quelques zones de reproduction sur graviers et galets. Cette situation pourrait favoriser la diversité des espèces et la qualité des peuplements piscicoles. Elle pourrait favoriser également la libre circulation des flux biologiques et améliorer l'autoépuration des polluants.

Une telle manipulation tendrait en revanche à faire perdre des zones de boisement humides (6 ha) par abaissement de la nappe alluviale, à réduire l'attractivité des berges du fait que la végétation se retrouverait perchée, à aggraver les fonctionnements physiques du fait de l'absence de végétalisation des berges sous le niveau d'étiage, et vraisemblablement à réduire le temps de propagation des crues vers l'aval et donc à augmenter potentiellement les risques.

En conclusion, les rôles des ouvrages à vannages du Grand Morin sont donc complexes et font appel à de nombreux fonctionnements interagissant entre eux dans des directions parfois opposées. Quelles que soient les orientations qui pourraient être définies, il est indispensable que soit conservée la prise en compte de l'ensemble des fonctionnements physiques, des fonctionnalités écologiques et des usages sur chaque site. Compte tenu de la complexité des systèmes, les solutions qui émergeront seront nécessairement issues de compromis.

3 - Les objectifs de gestion

L'analyse des enjeux de chaque complexe et des documents de référence fait ressortir trois orientations majeures :

- O1 ; Le respect de la Directive Cadre sur l'Eau. L'atteinte du bon état écologique des masses d'eau à l'échéance 2015. Celle-ci est dépendante de trois états :
 - o **(1) Le bon état chimique** : il est caractérisé par rapport aux substances dangereuses (phytosanitaires essentiellement). Il est peu influencé par le mode de gestion des vannages.
 - o **(2) Le bon état biologique**. C'est un enjeu important mais qui n'a pas pu être apprécié objectivement en raison d'un manque d'informations. Il est caractérisé par l'analyse des peuplements de macro-invertébrés, algaux et piscicoles. La qualité biologique est donc totalement dépendante de la qualité physique du milieu,
 - o **(3) Le bon état physico-chimique** : il est caractérisé par des paramètres supportant la vie biologique.
- O2 ; Le respect du cadre réglementaire et législatif du Code de l'Environnement,
 - o Lorsque les installations, ouvrages, travaux ou activités liés à un ouvrage à vannage sont définitivement arrêtés, le propriétaire remet le site dans un état tel qu'aucune atteinte ne puisse être portée à l'objectif de gestion équilibrée de la ressource en eau (L 214-3-1 du Code de l'Environnement). Cet objectif est décliné par l'article L211-1 : la gestion équilibrée de la ressource en eau doit également permettre de satisfaire ou concilier, les exigences des loisirs et des sports nautiques ainsi que de toutes autres activités humaines légalement exercées ;
 - o Le Programme de Mesures du projet de SDAGE 2009 met en avant la nécessité de rétablir la continuité écologique afin de parvenir aux objectifs fixés par la DCE. La transparence migratoire est alors une des priorités de cette politique (L 432-6 du Code de l'Environnement),
 - o Le respect des débits réservés (Art. L214-18 du Code de l'Environnement) n'est actuellement pas une problématique majeure sur le Grand Morin. Toutefois, il est possible qu'à l'avenir certains propriétaires envisagent une production d'énergie hydro-électrique.
 - o Enfin, le décret n°2007-1735 du 11 décembre 2007 relatif à la sécurité des ouvrages hydrauliques, modifiant le Code de l'Environnement, amène à classer les barrages et digues de cours d'eau d'une hauteur supérieure ou égale à 2 m. Cette disposition contraint les propriétaires des ouvrages concernés à fournir aux services de l'Etat un dossier comprenant divers pièces (registre, consignes de gestion et éventuellement un rapport d'auscultation).
- O3 ; La satisfaction des usages de l'eau actuels.

De très nombreux usages, plus ou moins directs, se sont généralement greffés autour du complexe et/ou sur le remous de celui-ci. Ces usages ont une importance variable suivant leur type et leur localisation. Il est donc indispensable de pouvoir les hiérarchiser et de définir ceux qui doivent impérativement être maintenus (prioritaires), ceux définis comme secondaires (nécessité de mesures compensatoires éventuelles), et ceux qui ne seront éventuellement plus satisfaits.

Il a finalement été défini une liste d'objectifs précis répondant à ces trois grandes orientations (Tableau 1) :

1. Favoriser le bon état biologique,
2. Favoriser le bon état physico-chimique,
3. Restaurer l'attractivité des secteurs où l'intérêt piscicole est actuellement faible ou pouvant potentiellement le devenir suite d'une modification de la gestion des vannages,
4. Conserver la connectivité avec les milieux adjacents du cours d'eau,
5. Garantir la satisfaction des usages,
6. Assurer le maintien du profil en long,
7. Assurer un transit sédimentaire équilibré.

Tableau 1 : Définition des objectifs par complexe

Numéros et noms des complexes	OBJECTIFS																
	Favoriser le bon état			Reglementaire	Usages											Morpho-dynamique	
	Physico-chimique	Biologique			Canoë	Agrément et mise en valeur, patrimonialisation	Pompage domestique	Hydro-électricité potentielle	Tenue des bâtiments	Sécurité et incendie	Abreuvement bétail	Prélèvement d'eau	Usage économique indirect	Baignade	Pêche et concours	Assurer la stabilité du profil en long	Favoriser le transit sédimentaire
Diversification des écoulements	Restauration de l'attractivité	Conservation de la connectivité avec les zones humides															
1 Verte Vallée																	
2 La Petite Vacherie																	
3 Saint Denis																	
4 Moulin du Pont																	
5 Moulin de la Planche																	
6 Moulin de Choisy																	
7 Moulin de Nevers																	
8 Crevecoeur																	
9 Marais																	
10 Communal																	
11 Moulin de la Chamoterie																	
12 La Chair aux Gens																	
13 Moulin de Montblin																	
14 Moulin des Grenouilles																	
15 Moulin Janvier																	
16 Le Prieuré																	
17 Maison Dieu																	
18 Moulin Guillard																	
19 Moulin de la Fosse																	
20 Moulin de Court																	
21 Moulin des Hublets																	
22 Moulin de Mœurs																	
23 Moulin de Val Dieu																	
24 Petit Moulin																	
25 Centre Lachy																	

Ordre de priorité des objectifs et moyens

■ Objectif ou moyen prioritaire

■ Objectif ou moyen secondaire

■ Objectif ou moyen tertiaire

* Aménagement de dispositifs de franchissement dans le cas où l'ouvrage est conservé en l'état ou si l'ouverture des vannes nécessite un aménagement particulier

4 - Scénarii d'aménagement et de gestion

Suite à la définition des objectifs précédents, il a été construit trois scénarii. Deux d'entre eux sont basés sur une conservation des ouvrages et à un aménagement d'équipement, le dernier est quant à lui construit sur la base d'un arasement des installations.

- Scénario 1 : Conservation des ouvrages et du mode de gestion actuel,
- Scénario 2 : Conservation des ouvrages et ouverture temporaire des vannes,
- Scénario 3 : Mise en œuvre de la transparence de l'ouvrage (ouverture permanente (3.1) ou arasement des ouvrages (3.2) selon les cas). La discrimination entre « ouverture permanente » et « arasement » est basée sur la notion d'aspect patrimonial de l'ouvrage et sur la réversibilité du type de gestion.

4.1 Scénario 1 : Conservation de l'ouvrage

Ce scénario est basé sur le principe de la conservation intégrale des ouvrages et de leur mode de gestion (ouverture en période de crue et fermeture en période normale). Il a simplement été apporté des solutions et des propositions quant au respect des contraintes réglementaires sur chacun d'eux, à savoir :

- Le rétablissement de la libre circulation piscicole (Art. L432-6 du Code de l'Environnement),
- Faciliter l'exercice des activités nautiques (Art. L211-1 du Code de l'Environnement).

Ce scénario n'offre aucune modification du mode de gestion actuel et propose uniquement des aménagements complémentaires indispensables au regard de la législation et de l'état des ouvrages.

4.2 Scénario 2 : Ouverture temporaire des vannages

Ce scénario est basé sur le principe de la conservation des ouvrages. Il vise également à s'affranchir de la contrainte liée à l'aménagement de dispositifs de franchissements piscicoles. L'ouverture des vannes serait réalisée entre le 15 Novembre et le 15 Mars.

A noter que l'ouverture temporaire des vannages n'aura pas pour effet de réduire les phénomènes d'expansion des crues dans le lit majeur car dans la gestion actuelle, l'ouverture des vannes est mise en œuvre avant tout débordement, même en zone naturelle et agricole. Cependant cette ouverture temporaire des vannes pourrait avoir un impact, certainement très faible mais négatif, sur la célérité de l'onde de crue. Un tel phénomène, qui peut être difficilement quantifiable précisément, reste toutefois de l'ordre de quelques minutes à quelques dizaines de minutes.

Dans tous les cas, cette ouverture temporaire des vannes a des conséquences sur les fonctionnalités des milieux aquatiques et sur les usages. Des mesures compensatoires doivent donc être mises en place.

Ce scénario offre donc une libre circulation piscicole « temporaire » (en faveur des salmonidés) et une gestion allégée des vannages en période de crue hivernale.

4.3 Scénario 3 : Mise en œuvre de la transparence des ouvrages

Ce scénario est basé sur le rétablissement de la continuité écologique (transparence aux flux biologiques et solides). Ce scénario dispose de deux options :

RPe07187 - A21367 - CPeZ080630	
RGN - JL / FLA / PPL	
06/10/2009	Page : 9

- **Ouverture permanente de vannes (3.1)** : Les parties mobiles des vannages seront enlevées mais les infrastructures (génie civil et bajoyers) seront conservées en l'état. Cette option est justifiée dans le cas où l'ouvrage présente un certain intérêt patrimonial ou lorsqu'il est préférable de conserver une réversibilité de la gestion de l'ouvrage (volonté ultérieure de remise en service de l'ouvrage par le propriétaire).
- **Effacement de l'ouvrage (3.2)** : On entend par là, la démolition complète de l'ouvrage mais en conservant les fondations.

Par ce processus, on vise à s'affranchir des contraintes liées à l'aménagement de dispositifs de franchissements pour les poissons et pour les canoës. L'ouvrage arasé conserve l'avantage de maintenir le profil en long du cours d'eau et de limiter les phénomènes d'incision du lit.

Ce scénario offre donc une libre circulation piscicole, sédimentaire et « touristique » permanente et favorise le retour à un écoulement naturel libre et diversifié.

Le Tableau 2 représente les complexes qui ont fait l'objet d'une analyse quantitative autant sur les aspects techniques (restauration/entretien, franchissabilité piscicole et des canoës, mesures compensatoires) que sur les aspects économiques.

Tableau 2 : Définition des complexes concernés pour chaque scénario

Numéros et noms des complexes	Scénario 1	Scénario 2	Scénario3	
			Option 3.1	Option 3.2
1 Verte Vallée				
2 La Petite Vacherie				
3 Saint Denis				
4 Moulin du Pont				
5 Moulin de la Planche				
6 Moulin de Choisy				
7 Moulin de Nevers		*		
8 Crevecoeur				
9 Marais				
10 Communal				
11 Moulin de la Chamoiserie				
12 La Chair aux Gens				
13 Moulin de Montblin				
14 Moulin des Grenouilles				
15 Moulin Janvier				
16 Le Prieuré				
17 Maison Dieu				
18 Moulin Guillard				
19 Moulin de la Fosse				
20 Moulin de Court				
21 Moulin des Hublets				
22 Moulin de Mœurs				
23 Moulin de Val Dieu				
24 Petit Moulin				
25 Centre Lachy				

* Aménagements annexes

5 - Coûts d'investissement

L'analyse quantitative a permis de dresser un estimatif des coûts d'investissements sur chaque complexe. Le Tableau 3 synthétise les coûts de chaque scénario. Il prend également en compte la somme des coûts des complexes complémentaires.

- Le coût d'investissement du scénario 1 s'élève à hauteur de 3 966 430 €.
- La somme des investissements pour les complexes uniquement concernés par le scénario 2 s'élève à 1 641 910 €. Il faut cependant ajouter à cela le montant total des complexes complémentaires appartenant au scénario 1 soit 1 825 420 €. Le total pour tous les complexes est donc de 3 467 330 €.
- Enfin pour le scénario 3 deux possibilités sont envisageables :
 - (1) Les complexes du scénario 3 auxquels s'ajoutent les complexes complémentaires appartenant au scénario 1, soit 863 280 € + 2 604 600 € = 3 467 880 €,
 - (2) Les complexes du scénario 3 auxquels s'ajoutent les complexes du scénario 2 en priorité et les complexes du scénario 1 en seconde priorité soit 863 280 € + 2 476 350 = 3 342 630 €.

Tableau 3 : Synthèse des coûts par scénario

Numéro et nom des complexes	Scénario 1	Scénario 2		Scénario 3		
	Total scénario 1	Total scénario 2	+ complexes complémentaires du scénario 1	Total scénario 3	+ complexes complémentaires du scénario 1	+ o complexes complémentaires des scénarii 2+1
1 Verte Vallée	396 350 €	217 650 €			396 350 €	217 650 €
2 La Petite Vacherie	367 550 €	166 550 €		101 200 €		
3 Saint Denis	197 850 €	76 500 €		84 300 €		
4 Moulin du Pont	165 700 €	113 200 €		159 820 €		
5 Moulin de la Planche	151 580 €	40 580 €			151 580 €	40 580 €
6 Moulin de Choisy	141 000 €	47 500 €			141 000 €	47 500 €
7 Moulin de Nevers	1 500 €	1 500 €			1 500 €	1 500 €
8 Crevecoeur	304 460 €		304 460 €		304 460 €	304 460 €
9 Marais	414 350 €		414 350 €		414 350 €	414 350 €
10 Communal	86 800 €		86 800 €		86 800 €	86 800 €
11 Moulin de la Chamoiserie	108 025 €	230 225 €			108 025 €	230 225 €
12 La Chair aux Gens	187 850 €	134 350 €			187 850 €	134 350 €
13 Moulin de Montblin	171 625 €	314 375 €			171 625 €	314 375 €
14 Moulin des Grenouilles	93 850 €		93 850 €		93 850 €	93 850 €
15 Moulin Janvier	75 950 €		75 950 €		75 950 €	75 950 €
16 Le Prieuré	59 750 €		59 750 €		59 750 €	59 750 €
17 Maison Dieu	256 130 €		256 130 €		256 130 €	256 130 €
18 Moulin Guillard	91 630 €	138 130 €			91 630 €	138 130 €
20 Moulin de Court	275 380 €		275 380 €	207 910 €		
21 Moulin des Hublets	160 350 €	161 350 €		179 100 €		
22 Moulin de Mœurs	61 750 €		61 750 €		61 750 €	61 750 €
23 Moulin de Val Dieu	95 000 €		95 000 €	29 800 €		
24 Petit Moulin	100 000 €		100 000 €	101 150 €		
25 Centre Lachy	2 000 €		2 000 €		2 000 €	2 000 €
TOTAL	3 966 430 €	1 641 910 €	1 825 420 €	863 280 €	2 604 600 €	2 479 350 €
TOTAL GENERAL	3 966 430 €	3 467 330 €		3 467 880 €		3 342 630 €

6 - Schéma d'aménagement proposé

Il apparaît que le choix du scénario optimal doit être fait objectivement au regard du rapport coût d'investissement / bénéfices obtenus et dans une analyse au cas par cas. Il s'avère en effet que les coûts des travaux de restauration des berges sont relativement élevés ; a contrario, ces aménagements de restauration pourraient être bien aidés financièrement.

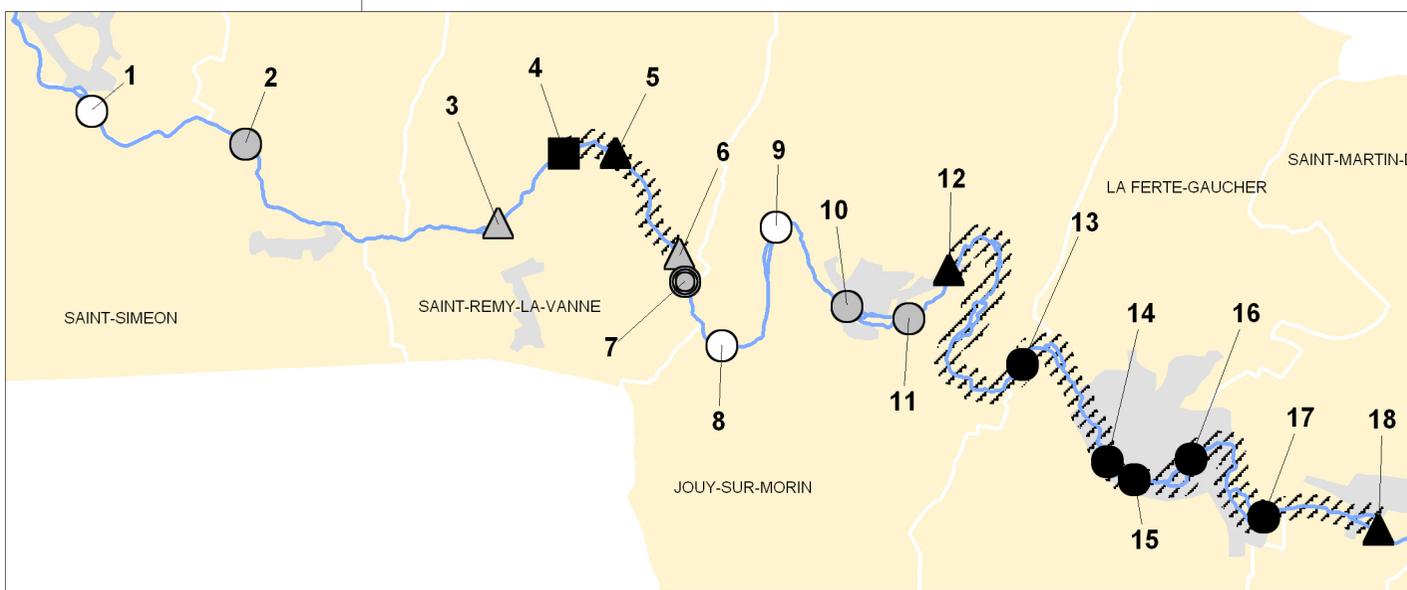
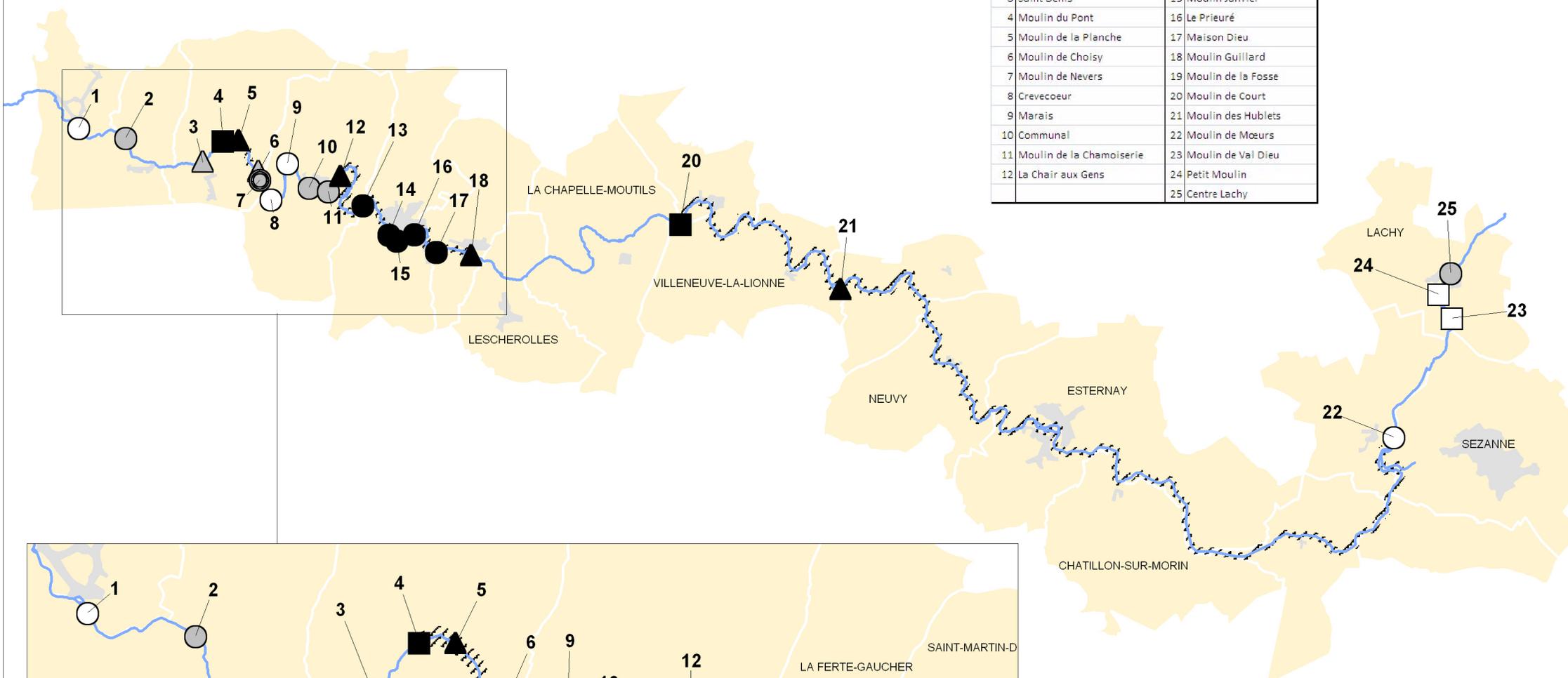
Le Tableau 4 synthétise et propose les scénarii qui nous semblent techniquement les plus appropriés pour chaque complexe. Il prend en compte plusieurs contraintes :

- Contraintes économiques (usage direct sur l'ouvrage),
- Contraintes environnementales (gain écologique, diversification des écoulements, zone de reproduction),
- Contraintes techniques (fonctionnalité des dispositifs de franchissement, difficulté technique lié à la modification de la gestion actuelle du vannage),
- Contraintes sociales (modification de l'aspect paysager et patrimoniale).

Le schéma ainsi proposé n'est pas figé mais donne une orientation dans le programme d'aménagement qui devra être finalisé au cas par cas au vu des enjeux technico-politiques.

Avant de s'orienter définitivement dans des investigations financièrement et techniquement lourdes, il serait judicieux de mettre en place des actions pilotes sur les secteurs les plus réalistes afin de suivre les gains obtenus ou déterminer la résilience du cours d'eau dans ce type de restauration. Ces actions pourraient alors être réalisées sur des secteurs à enjeux relativement faibles (moulin de la Planche par exemple, où est prévue une ouverture temporaire des vannes), avant de les reproduire sur des zones à enjeux plus marqués.

Numéros et noms des complexes	
1	Verte Vallée
2	La Petite Vacherie
3	Saint Denis
4	Moulin du Pont
5	Moulin de la Planche
6	Moulin de Choisy
7	Moulin de Nevers
8	Crevecoeur
9	Marais
10	Communal
11	Moulin de la Chamoiserie
12	La Chair aux Gens
13	Moulin de Montblin
14	Moulin des Grenouilles
15	Moulin Janvier
16	Le Prieuré
17	Maison Dieu
18	Moulin Guillard
19	Moulin de la Fosse
20	Moulin de Court
21	Moulin des Hublets
22	Moulin de Mœurs
23	Moulin de Val Dieu
24	Petit Moulin
25	Centre Lachy



Scénario le plus approprié

- Scénario 1
- △ Scénario 2
- Scénario 3
- Aménagements annexes

Priorité d'intervention

- Priorité 1
- Priorité 2
- Priorité 3
- ▨ Complexes faisant partie d'une même priorité d'intervention cohérente

Tableau 4 : Proposition d'un schéma d'aménagement des complexes

Numéro et nom de complexe		Propriétaire	Hauteur (m)	Gain écologique**	PRIORITE *** D'INTERVENTION	Scénario le plus adapté	Justification
1	Verte Vallée	M. BABIN	2.33*	1,7 km ; faible diversité	3	1 Conservation du mode de gestion actuel	L'usage actuel sur le site (hébergement, restauration et réception) ne permet pas un abaissement du plan d'eau en saison estivale en raison de l'aspect paysager qui risque d'être réduit. Le coût du scénario 1 est le plus élevé mais il offre une circulation piscicole et "touristique" permanente. La passe à poissons et la glissière à canoës peuvent éventuellement être combinées afin de diminuer les coûts d'investissement.
2	La Petite Vacherie	COMMUNE DE SAINT SIMEON	1.81	2,8 km ; diversité moyenne	2	1 Conservation du mode de gestion actuel	Cet ouvrage a fait l'objet d'une restauration complète et d'investissements importants. Son aspect patrimonial justifie la conservation intégrale de l'ouvrage. La production d'électricité qu'envisage le propriétaire dans un avenir proche, laisse peu de choix. Le scénario 1 semble donc le plus adapté.
3	Saint Denis	M. PARADIS	2.29*	1 km ; bon, si Moulin du Pont aménagé ; moyen sinon	2	2 Ouverture temporaire des vannes	L'ouverture permanente ou l'arasement de l'ouvrage est difficile à réaliser au regard de l'intérêt paysager du site (propriété privée, réceptions). Le gain écologique y serait également très faible. Le scénario 2 semble donc le plus approprié car il favorise une circulation piscicole saisonnière à moindre coût (simple aménagement complémentaire de la chute du radier du vannage) et conserve la connexion avec la zone humide en saison estivale. La fonctionnalité d'une passe à poissons complète (2 parties) sur une telle hauteur de chute ne serait pas certaine dans le cadre du scénario 1.
4	Moulin du Pont	M. ZELTY	1.59	0,5 km ; très bonne diversité	1b	3.2 Rétablissement de la continuité écologique : arasement de l'ouvrage	Cet ouvrage n'a plus d'usage économique et a un intérêt patrimonial faible. Il existe des usages indirects (irrigation domestique) et une occupation du sol sensible (jardins, bâtiments) mais des mesures compensatoires relativement simples de mise en œuvre sont possibles (restauration des berges, systèmes de pompage). L'arasement de celui-ci peut donc se justifier. De plus, l'arasement conduirait à des bénéfices écologiques certains : diversification des habitats, zones de reproductions potentielles, circulation permanente.
5	Moulin de la Planche	M. GUTTIEREZ	1.88	1 km ; bonne diversité	1b	2 Ouverture temporaire des vannes	L'ouvrage présente peu d'intérêt patrimonial et les enjeux amont sont très faibles. Il ne peut cependant pas faire l'objet d'une ouverture permanente ou d'un arasement qui risquerait d'assécher le boisement humide situé en amont. L'ouverture temporaire permet alors de réduire ces risques et de diminuer considérablement les coûts d'investissements liés à la construction d'une passe à poissons.
6	Moulin de Choisy	M. TAVERNIER	1.80	0,9 km ; diversité moyenne	2	2 Ouverture temporaire des vannes	L'ouverture saisonnière de la vanne de décharge semble la meilleure solution pour rétablir le transit biologique et sédimentaire (envasement) à moindre coût. L'aménagement complémentaire de deux bassins (passe à poissons simplifiée) s'avère toutefois nécessaire pour assurer la connexion aval – amont.
7	Moulin de Nevers	ARJO WIGGINS	0.20	Bon si Moulin de Nevers aménagé	2	Aménagements annexes	La réalisation d'une échancrure dans le radier de l'ancien vannage permettra d'améliorer les conditions de franchissements piscicoles en période d'étiage (dans la mesure où l'ouvrage du moulin de Choisy est franchissable).
8	Crèveœur	ARJO WIGGINS	1.68	1,8 km ; diversité moyenne	3	1 Conservation du mode de gestion actuel	Le remous de l'ouvrage joue un rôle important vis-à-vis de la sécurité du site de la papèterie Arjo Wiggins (fabrication de billets de banques). Ces très forts enjeux justifient donc le maintien du mode de gestion actuel. Le choix forcé de ce scénario engendre néanmoins des coûts d'aménagement élevés (passe à poissons et glissière à canoës).
9	Marais	ARJO WIGGINS	2.91*	1,1 km ; diversité moyenne	3	1 Conservation du mode de gestion actuel	Les enjeux situés en amont (jardins, bâtiments, usages) ne sont pas compatibles avec une ouverture temporaire ou permanente des vannes : les coûts de restauration et de confortement des bâtiments ainsi que les mesures compensatoires aux usages affectés (canoë, pêche et agrément) seraient trop élevés. Le seul scénario financièrement acceptable consiste donc en le maintien du mode de gestion actuel et de la création d'un dispositif de franchissement piscicole. La fonctionnalité d'une passe à poissons sur un ouvrage d'une telle hauteur (2,91 m) nécessite cependant une conception très rigoureuse. Le confortement du mur de soutènement du bâtiment est une opération techniquement et financièrement lourde mais qui s'avère indispensable et urgente vis-à-vis de la sécurité des usagers (canoës).
10	Communal	COMMUNE DE JOUY SUR MORIN	1.00	1,2 km ; diversité moyenne ; nécessité d'équiper les 2 ouvrages simultanément	2	1 Conservation du mode de gestion actuel	Les forts enjeux situés en amont (jardins, bâtiments, usages, aspect paysager) ne sont pas compatibles avec une ouverture temporaire ou permanente des vannes (coût de restauration et de confortement trop élevé). Le scénario 1 semble donc le plus approprié. La construction d'une passe à poissons combinée à une passe à canoës serait une bonne solution.
11	Moulin de la Chamoiserie	M. PASQUIER	< 1.20			1 Conservation du mode de gestion actuel	S'affranchir de la construction d'une passe à poissons au droit du seuil par l'ouverture temporaire ou permanente des vannes ne serait pas judicieux. L'abaissement du niveau du plan d'eau laisse en effet apparaître un obstacle infranchissable (radier du pont de la Chair aux Gens qui serait alors à équiper). Le scénario 1 est d'autant plus justifié que l'ouvrage présente un certain intérêt patrimonial (présence de la roue à aubes) et que les propriétaires souhaitent, à plus ou moins long terme, remettre en marche la roue du moulin pour produire de l'électricité.
12	La Chair aux Gens	SIVHM	2.30*	2,8 km ; bonne diversité (frayères)	1a	2 Ouverture temporaire des vannes	La présence du boisement humide en amont de l'ouvrage exclue l'ouverture permanente ou l'arasement. L'ouverture saisonnière permet de s'affranchir de la création d'une passe à poissons et rend un linéaire de près de 2,6 km de cours d'eau accessible en amont. De plus, elle permet une diversification des écoulements et l'apparition de zones de reproductions potentielles. La création d'une échancrure dans l'ancien seuil des Gailles permettrait d'accroître la diversité des faciès en période hivernale. Les mesures compensatoires nécessaires pour assurer le confortement des berges (bâtiments en infrastructure légère) sont acceptables.
13	Moulin de Montblin	COMMUNE DE LA FERTE GAUCHER	1.95*	1,8 km (3 km aval) ; bonne diversité	1a	1 Conservation du mode de gestion actuel	Les forts enjeux du linéaire (jardins, bâtiments, usages) bien que situés très en amont de l'ouvrage, ne sont pas compatibles avec une ouverture temporaire ou permanente des vannes (coût de restauration et de confortement trop élevé). Le seul scénario acceptable consiste donc en le maintien du mode de gestion actuel et de la création d'un dispositif de franchissement piscicole et des canoës. De plus, le moulin de Montblin est l'un des rares ouvrages qui, par une gestion affinée des vannes, pourrait permettre d'écrêter les crues par expansion dans des zones avec peu d'enjeux (bois, prairies).

Numéro et nom de complexe		Propriétaire	Hauteur (m)	Gain écologique**	PRIORITE *** D'INTERVENTION	Scénario le plus adapté	Justification
14	Moulin des Grenouilles	COMMUNE DE LA FERTE GAUCHER	0.89	0,3 km ; faible diversité	1a	1 Conservation du mode de gestion actuel	Les très forts enjeux situés en amont (bâtiments, aspect paysager) ne sont pas compatibles avec une ouverture temporaire ou permanente des vannes (coût de restauration et de confortement trop élevé). Le seul scénario acceptable consiste donc en le maintien du mode de gestion actuel et de la création d'un dispositif de franchissement piscicole et des canoës qui devrait s'avérer efficace (faible hauteur de chute).
15	Moulin Janvier	COMMUNE DE LA FERTE GAUCHER	0.65	0,8 km ; diversité moyenne	1a	1 Conservation du mode de gestion actuel	Les très forts enjeux situés en amont (bâtiments, aspect paysager) ne sont pas compatibles avec une ouverture temporaire ou permanente des vannes (coût de restauration et de confortement trop élevé). Le seul scénario acceptable consiste donc en le maintien du mode de gestion actuel et de la création d'un dispositif de franchissement piscicole et des canoës qui devrait s'avérer efficace (faible hauteur de chute).
16	Le Prieuré	COMMUNE DE LA FERTE GAUCHER	< 1.50	1,5 km ; bonne diversité	1a	1 Conservation du mode de gestion actuel	Les très forts enjeux situés en amont (bâtiments, aspect paysager) ne sont pas compatibles avec une ouverture temporaire ou permanente des vannes (coût de restauration et de confortement trop élevé). Le seul scénario acceptable consiste donc en le maintien du mode de gestion actuel et de la création d'un dispositif de franchissement au droit du seuil (ouvrage du camping). La configuration du complexe (deux bras alimentés en eau) risque en revanche de rendre la fonctionnalité de l'ouvrage aléatoire. Il serait alors conseillé d'établir une répartition des débits en faveur du bras situé en rive gauche (proportion approximative 80 – 20 %). Ceci dans le but de favoriser l'attractivité piscicole dans ce bras jusqu'à l'ouvrage du camping et d'éviter les risques de blocage au niveau du vannage.
17	Maison Dieu	M. DUCHAUCHOY	1.30 (Vannage 17.2)	1,1 km ; bonne diversité	1a	1 Conservation du mode de gestion actuel	Cet ouvrage est utilisé pour la production d'hydro-électricité. Les scénarii 2 et 3 ne sont donc pas acceptables par le propriétaire.
18	Moulin Guillard	M. DUDOIS	< 1.50	17,7 km (Moulin Court) ; bonne diversité	1a	2 Ouverture temporaire des vannes	Les usages à proximité de l'ouvrage (camping) sont peu compatibles avec l'absence d'eau en période estivale (aspect esthétique faible). Une ouverture saisonnière permettrait alors de rendre le complexe franchissable à moindre coût. Ce mode de gestion permet de plus une diversification des écoulements intéressante en amont de l'ouvrage. L'alimentation du cours naturel du Grand Morin serait assurée par une conduite située sous le seuil (ouvrage 18.1).
20	Moulin de Court	COMMUNES DE VILLENEUVE LA LIONNE ET MEILLERAY	0.75	8,6 km (Moulin des Hublets) ; bonne diversité	1c	3.1 Rétablissement de la continuité écologique : Ouverture permanente	En l'état actuel, l'ouvrage est franchissable. Sa restauration et son équipement (scénario 1) ne seraient donc pas financièrement judicieux hormis pour l'ancien propriétaire qui souhaite utiliser son droit d'eau. Il serait alors préférable de supprimer les vannes (transparence migratoire définitive). Les conséquences engendrées par l'abaissement du plan d'eau (affouillement du pont de Meilleray et érosions de berges) sont soit mineurs, soit facilement compensables par des techniques de restauration préventives telles qu'elles ont été proposées dans les zones de plus fortes contraintes hydrauliques. Ce scénario 3.1 semble donc justifié. Il reste cependant à définir les modalités de compensation envers le propriétaire du moulin qui ne pourra plus soutenir son projet de production hydroélectrique (dédommagement ?).
21	Moulin des Hublets	M. ALAME	< 1.50	30,1 km ; bonne diversité	1c	2 Ouverture temporaire des vannes	La configuration du complexe rend la construction d'une passe à poissons très difficile (problème d'implantation et de conception). L'ouverture temporaire des vannes au niveau du moulin (ouvrage 21.1) semble alors une bonne solution. L'ouverture permanente est difficile à proposer en raison du rôle paysager que procure la retenue.
22	Moulin de Mœurs	COMMUNE DE VERDEY	< 1.80	4,1 km ; bonne diversité	3	1 Conservation du mode de gestion actuel	Cet ouvrage est utilisé comme prise d'eau pour l'alimentation d'une dérivation (Les Auges) pour la ville de Cézanne. Elle sert également d'abreuvement pour le bétail. Le scénario 2 ne peut être proposé car il s'agit d'un seuil sans vannes et l'arasement n'est pas justifié. Le scénario 1 est alors le plus approprié pour ce complexe.
23	Moulin de Val Dieu	M. KOUIDER	≈ 2.00*	1,1 km ; diversité moyenne	3	3.2 Rétablissement de la continuité écologique : arasement de l'ouvrage	Cet ouvrage (seuil) n'a plus aucune utilité économique. Il offre peu d'intérêt paysager car la retenue est située majoritairement en zone de prairie. L'aménagement d'un dispositif de franchissement est ici peu justifié (coût élevé pour une efficacité incertaine). La solution la plus appropriée serait alors de l'araser et de restaurer les berges en amont.
24	Petit Moulin	M. PETIT	< 1.80	0,8 km ; diversité moyenne	3	3.2 Rétablissement de la continuité écologique : arasement de l'ouvrage	Les mêmes remarques que le complexe précédent, peuvent être évoquées : plus d'usage, passe à poissons à l'efficacité incertaine. La compensation des usages indirects (alimentation des plans d'eau des riverains) peut néanmoins être un frein à l'acceptation du projet (mise en place d'une conduite de dérivation).
25	Centre Lachy	-	0.20	0,6 km ; bonne diversité	2	1 Conservation du mode de gestion actuel	La très faible hauteur de chute de cet ouvrage (seuil) facilite la conception d'un pré barrage pour le rendre franchissable en permanence. L'arasement ne s'avèrerait pas possible en raison d'une prise d'eau toujours utilisée.

* ouvrage susceptible d'être classé comme intéressant la sécurité publique au titre du décret du 11 décembre 2007

** le gain écologique est analysé de façon synthétique par la longueur et l'intérêt du linéaire amont (et/ou aval) qui devient accessible

*** la priorité d'intervention est issue d'un croisement entre gain écologique, faisabilité et efficacité du scénario proposé. Les séries 1a, 1b et 1c sont cohérentes entre elles d'un point de vue géographique, et devraient, idéalement, être réalisées dans le même phasage.