

# **L'impact de la végétation ligneuse sur la fonctionnalité des hydrosystèmes de la Voire et de la Laines dans un contexte de densification de la populiculture, en milieux forestier et prairial**



Elèves de deuxième année de cursus ingénieur AgroParisTech Nancy  
ARMANGE Tristan, BEDAT Juliette, BIELAKOFF Tom, BONDU Nicolas, CHAMFORT Cléa,  
GERARD Samuel, GIOVINAZZO Esteban, LARRICQ Apolline, LE COEUR Ewen, MONGIN  
Youri, PICHANCOURT Hélène, VIOLIN Elsa.

Encadré par DURAND Philippe et LACOMBE Eric.

Financé par l'Agence de l'Eau de Seine Normandie.

Organismes commanditaires du projet : Parc Naturel Régional de la Forêt d'Orient et  
Syndicat Mixte d'Aménagement du Bassin de la Voire.

L'impact de la végétation ligneuse sur la fonctionnalité des hydrosystèmes de la Voire et de  
la Laines dans un contexte de densification de la populiculture, en milieux forestier et prairial

Avril-mai 2024.

## Sommaire

<b>Préambule :</b>	<b>5</b>
<b>I - Contexte, commande et objectifs</b>	<b>5</b>
1 - Cadre géographique de l'étude	5
2 - Présentation des commanditaires	9
3 - Intérêt de l'étude	9
a - Historique	9
b - Place actuelle du peuplier dans la zone d'étude : estimation par télédétection	10
d - Contexte de renouvellement des grandes orientations du PNR	12
<b>II - Démarche générale mise en oeuvre</b>	<b>13</b>
1 - Ligne conductrice du projet	13
2 - Définition des problématiques et démarche générale	13
3 - Etat de l'art	14
4 - Préparation du terrain	15
a - Critères de fonctionnement du cours d'eau	15
b - Utilisation de ces critères pour construire le protocole et l'échantillonnage	17
5 - Construction du protocole	17
a - Données relevées	18
b - Mise en place du protocole	18
6 - Echantillonnage	18
a - Construction de l'échantillonnage	18
b - Points effectivement réalisés	19
<b>III - Présentation des résultats obtenus</b>	<b>20</b>
1 - Résultats des entretiens menés dans le cadre de l'étude	20
a - Vision des enjeux liés aux ripisylves, au bon état physique et écologique du cours d'eau et au peuplier en zone humide	21
i - Des acteurs pas toujours en contact direct avec les problématiques liées au bon état de la Voire	21
ii - Des visions opposées de la place du peuplier en zone humide	22
b - Vision sur les futures actions possibles avec le PNR et le Syndicat mixte comme la remise en état des fonctionnalités du cours d'eau, les chantiers pilotes ou encore la mise en place d'une populiculture durable avec une attention portée sur les freins existants.	24
i - Quels liens avec le PNR et le syndicat mixte ?	24
ii - Quelles sont les actions envisageables ?	25
iii - Les difficultés des acteurs pour aller plus loin	25
2 - Résultats des relevés effectués sur le terrain	26
a - Sur le cours d'eau et son fonctionnement en lien avec la présence de ligneux	26
i - Description et analyse des données	26
ii - Analyse statistique des données sur R	27
1. Embâcles et zones d'atterrissement	27
2. Composition du lit	29
3. Occupation pied de berge et stabilité	29
4. Hauteur des berges	30
b - Peupleraies cultivées	30

i - Structure en classe de diamètres des peupleraies	30
ii - Dynamique naturelle	31
iii - Pratiques sylvicoles	33
iv - Adaptation à la station	34
c - Forêts de feuillus autres que le peuplier cultivé	36
d - Prospection en bord de Vivoire, étude du lien entre massif forestier et cours d'eau en amont de la Voire.	37
<b>IV - Solutions proposées</b>	<b>40</b>
<b>V - Limites et perspectives de l'étude</b>	<b>41</b>
<b>Bibliographie/Sitographie</b>	<b>43</b>
Liste des figures	44
Liste des schémas	45
Liste des tableaux	45
Liste des annexes	45
<b>ANNEXES</b>	<b>46</b>

## **Préambule :**

Depuis l'après-guerre, de nombreux cours d'eau ont fait l'objet d'aménagements ayant pour but l'assainissement des terres et leur mise en valeur agricole. À l'heure actuelle, ces anciens travaux de drainage se confrontent aux problématiques de changement climatique et d'érosion de la biodiversité. C'est dans ce contexte que le Parc naturel régional de la Forêt d'Orient (PnrFO) et le syndicat mixte d'aménagement du bassin de la Voire (SMABV) se sont associés, avec le financement de l'Agence de l'eau Seine-Normandie, pour tenter de répondre aux enjeux sur l'eau particulièrement importants en Champagne humide. C'est donc dans le cadre de notre formation que nous avons été contactés pour un exercice pédagogique d'un mois visant à diagnostiquer la situation et proposer des actions adaptées.

## **I - Contexte, commande et objectifs**

### **1 - Cadre géographique de l'étude**

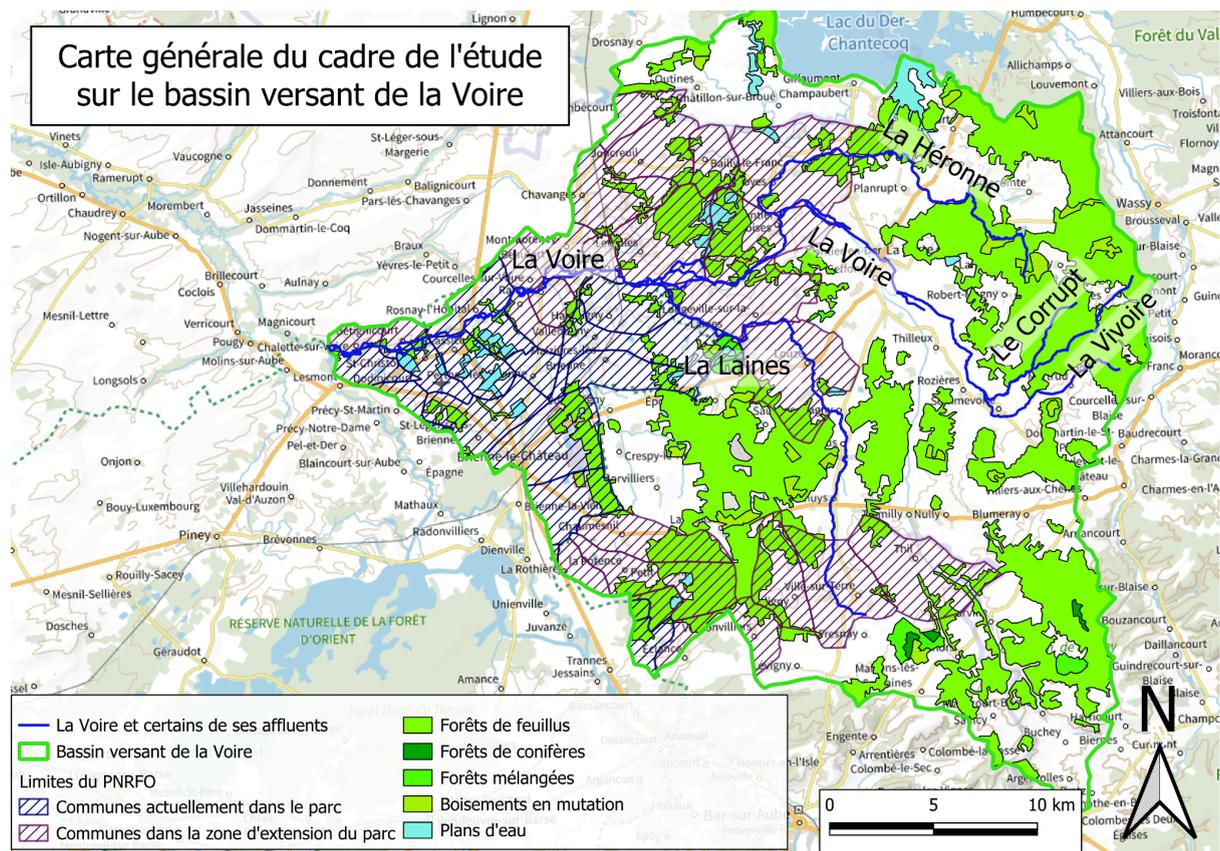
Afin d'avoir une bonne idée de la diversité de situations sur le territoire du SMABV, l'étude est réalisée sur le bassin versant de la Voire entre l'Aube et la Haute-Marne, en particulier sur les lits majeurs de la Voire, de la Laines et de la Vivoire. Le choix des lits majeurs permet d'une part de prendre en compte le cours d'eau en soi, et d'autre part les zones humides associées définies par la flore hygrophile et la nature des sols conformément à l'article R211-108 du code de l'environnement.

Le bassin versant de la zone d'étude est porteur de nombreux sites ayant un statut de protection, ce qui en fait un territoire remarquable pour la protection de l'environnement. Le bassin versant est compris dans le site Ramsar « *Étangs de la Champagne humide* » et possède une Réserve Naturelle Nationale « *Étangs de la Horre* » ainsi que plusieurs zones Natura 2000 « *Prairies de la Voire et de l'Héronne* », « *Herbages et cultures des vallées de la Voire, de l'Héronne et de la Laines* », « *Étangs latéraux du Der* », « *Prairies de la Voire et de l'Héronne* ».

La Voire est la rivière principale gérée par le SMABV et s'étend sur 56 km de long avant de se jeter dans l'Aube ; au total le réseau formé avec ses affluents représente 430 km linéaires. La largeur plein bord de la Voire va de 3 à 4 mètres en amont jusqu'à un peu plus de 10 mètres à la confluence avec l'Aube. La Voire peut être séparée en deux segments distincts de part et d'autre de la confluence avec l'Héronne. La partie amont présente un faciès d'écoulement rapide propice à la truite fario (*Salmo trutta*). En aval, le cours d'eau est plus large et profond avec un écoulement plus lent plus adapté au brochet (*Esox lucius*)(SMABV, 2024). Son potentiel écologique est peu élevé en raison de nombreuses opérations conduites par le passé (recalibrage, curage, rectification ...). L'état des cours d'eau mesuré pour la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) est moyen voire médiocre par endroit(Agences de l'Eau, 2023). Des opérations de restauration sont mises en place par le SMABV pour améliorer cet état.

La Laines est le second cours d'eau à traiter explicitement dans la commande. C'est un affluent de la Voire de 23 km de long pour une largeur moyenne d'environ 5 mètres et dont la confluence se trouve à Lentilles(SMABV, 2024). Son état mesuré en 2022 est moyen, cependant en 2019 l'état écologique était encore bon(Agences de l'Eau, 2023). Il a également subi le même type d'opérations de rectification que la Voire. D'autres affluents de la Voire seront également observés (Héronne, Vivoire, Corrupt) afin de multiplier les situations rencontrées dans ce contexte d'opérations passées de rectification et pour comprendre l'impact de l'amont sur l'aval.

La carte suivante (figure 1) présente la limite du bassin versant, l'emprise du PnrFO sur le bassin, les cours d'eau étudiés et les principaux massifs forestiers du bassin.



**Figure 1 :** carte générale du cadre de l'étude sur le bassin versant de la Voire (données PnrFO et SMABV)

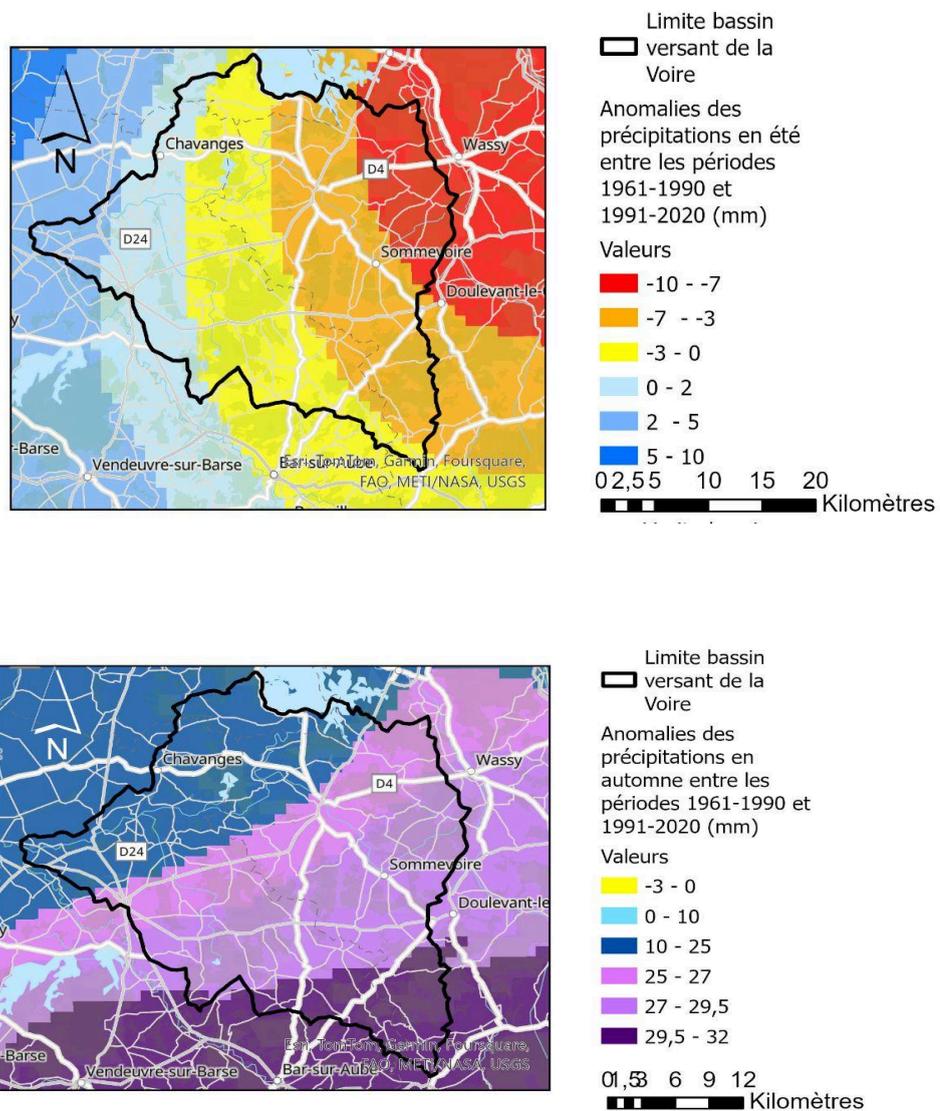
La zone d'étude est comprise dans la sylvoécocorégion (SER) B.51 *Champagne humide* (IGN, 2022), une bande étroite traversée par de nombreuses rivières. Cette omniprésence des cours d'eau se traduit par un engorgement des sols au moins temporaire dans une grande partie de la région (86 % de la surface forestière). Cet engorgement constitue la contrainte majeure dictant la dynamique forestière. En fonction de l'humidité du sol, les forêts sont naturellement constituées de chênes sessiles, de chênes pédonculés, de frênes et d'aulnes glutineux. Sur le territoire de l'étude, la surface couverte par la forêt constitue environ 30 % du territoire et 70 % de la forêt appartient à des propriétaires privés, ce qui complexifie la gestion forestière à l'échelle du territoire. Les cours d'eau sont peu présents en forêt et l'occupation des sols avoisinants est le plus souvent constituée de prairies, de champs labourés ou de peupleraies, témoins d'un enjeu d'accès à l'eau pour l'agriculture très marquée.

Cette région possède un relief peu marqué et un substrat géologique argileux avec des dépôts plus ou moins importants de limons. Dans la zone d'étude, les sols sont plutôt acides mais on ressent au nord-ouest l'influence de la SER B.43 *Champagne crayeuse* avec des sols plus secs et neutres. (IGN, 2022)

Le climat de la région est dicté par des influences océaniques comme continentales. La pluviométrie est d'environ 700 mm par an pour la période 1991-2020. Les précipitations sont bien réparties tout au long de l'année. La température annuelle moyenne est de 10 degrés avec une amplitude thermique d'environ 16 degrés entre le mois le plus froid (janvier) et le mois le plus chaud (juillet ou août). Il y a environ 70 jours de gelées par an. (Météo France, n.d.)

Cependant, les effets du réchauffement climatique se font déjà ressentir sur la zone d'étude. Il a donc été décidé de nous intéresser à deux paramètres qui permettront de raisonner sur l'évolution du régime des crues et de la végétation : la pluviométrie et le déficit

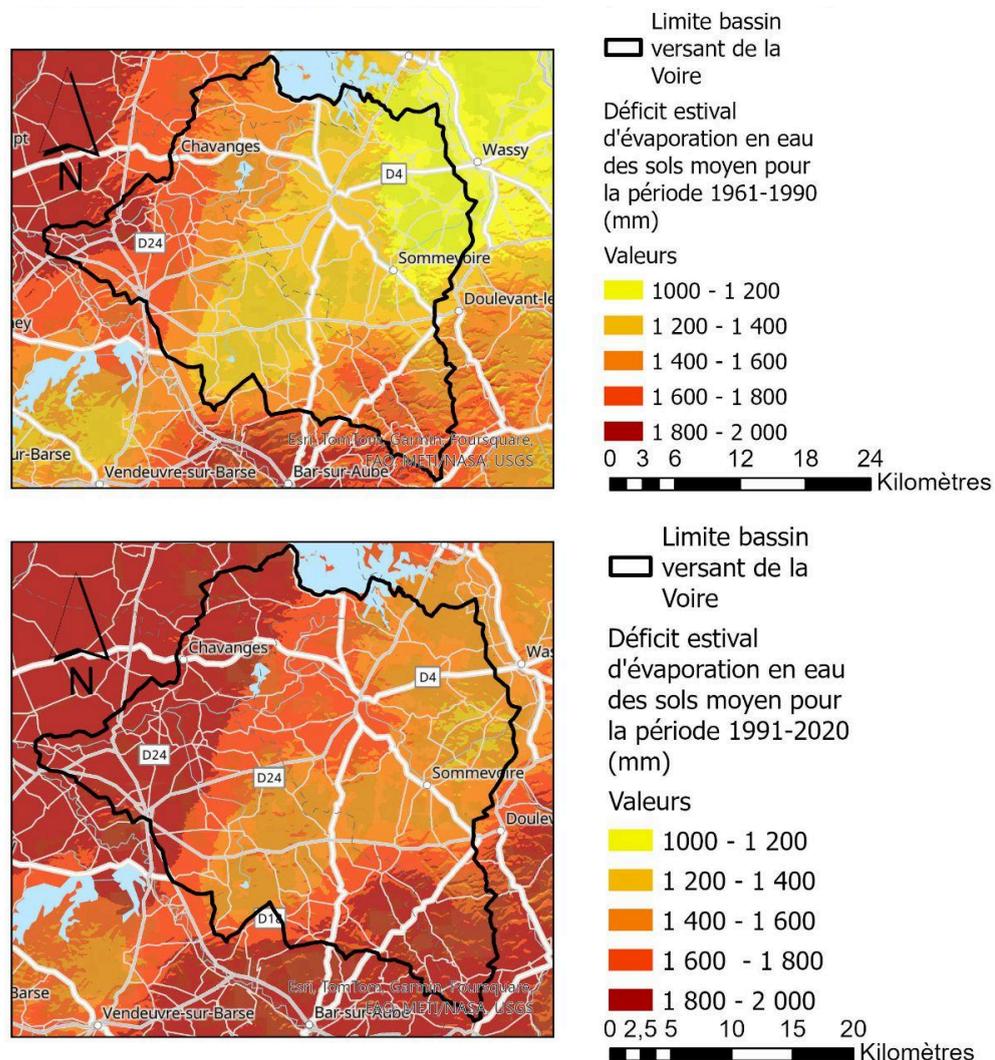
estival d'évaporation en eau des sols. En effet, le changement climatique peut avoir un effet sur la pluviométrie qui elle-même influence le débit des cours d'eau et ainsi les régimes de crues. L'évolution des températures, liée au changement climatique, en interaction avec l'évolution du régime des pluies peut affecter le déficit estival en eau des sols et ainsi la végétation. Les données proviennent de la version 3 de digitalis, produite en 2023, France entière, par le laboratoire SILVA (AgroParisTech, université de Lorraine, INRAE). (*Espace de téléchargement | SILVAE, n.d.*) Une évolution du paramètre pluviométrie peut nous renseigner sur une potentielle évolution des périodes de crues ou d'étiages. Ainsi nous basons notre analyse sur des cartes (figure 2) des anomalies de précipitations entre les périodes 1961-1990 et 1991-2020. Les différences ont été calculées par interpolation des valeurs calculées sur les stations de Météo France à l'aide de séries homogénéisées. Nous avons des cartes pour les quatre saisons (annexe 1) mais nous faisons le choix dans ce rapport de ne présenter que les résultats pour l'été et l'automne où les évolutions sont les plus marquées par rapport au printemps et à l'hiver.



**Figure 2 :** cartes d'anomalies des précipitations en été et en automne entre les périodes 1961-1990 et 1991-2020

Sur les cartes (figure 2) nous observons deux grandes tendances. La pluviométrie est de moins en moins importante sur la grande majorité du bassin versant de la Voire l'été, notamment à l'est du bassin versant (jusqu'à - 10 mm de différence entre les deux périodes). Ainsi les étiages seront peut être plus marqués en été dans le futur. D'autant plus qu'au printemps (annexe 1) les précipitations n'ont quasiment pas évolué entre les deux périodes ce qui ne permet pas de compenser le déficit de précipitations en été. La deuxième tendance est encore plus marquée que la première : la pluviométrie est de plus en plus importante en automne, notamment au sud du bassin versant (jusqu'à + 32 mm de différence entre les deux périodes). Ainsi les crues seront peut-être plus marquées en automne ou en hiver dans le futur. En effet, (annexe 1) , nous observons la même tendance (un peu moins marquée) l'hiver.

Avec le déficit estival d'évaporation en eau des sols nous pouvons également redouter des problématiques de sécheresses affectant directement les végétaux. En effet ce déficit témoigne d'un manque d'eau pour le couvert végétal qui impacte négativement les conditions de croissance des végétaux s' il est trop élevé. Ce déficit est calculé avec la formule de Thornthwaite (évapotranspiration potentielle - évapotranspiration réelle, en millimètres) (figure 3).



**Figure 3 :** cartes du déficit estival d'évaporation en eau des sols moyen pour les périodes 1961-1990 et 1991-2020

Le déficit estival s'est nettement accentué entre les périodes 1961-1990 et

1991-2020. Sur l'ensemble de la carte le déficit a augmenté d'environ 200 millimètres. Les stations sont et seront de plus en plus séchantes. Ces évolutions climatiques devront être soigneusement prises en compte pour les nouvelles orientations de la gestion du territoire. Dans le domaine forestier, ces évolutions obligent à redéfinir le choix des essences suivant les stations forestières. Le monde agricole va également devoir s'adapter avec une gestion encore plus parcimonieuse de l'eau et se questionner sur le rôle de l'arbre vis à vis de l'eau.

## **2 - Présentation des commanditaires**

Au sein de ce territoire aux enjeux forts sur la question de l'eau, deux acteurs transversaux sont directement concernés conformément à leurs missions de concertation et d'expertise sur cet enjeu.

Le parc est animé par un organisme public dont le rôle est de concerter les différents partenaires du parc (communes, département, région et autres acteurs transversaux) et d'apporter des conseils. Il est porté par un syndicat mixte constitué des élus locaux et son financement est en grande partie permis par la région et le département (l'Aube). Ensemble, ils rédigent et signent la charte du parc qui donne les grandes orientations et objectifs du territoire. Le parc n'impose aucune contrainte légale mais fixe des recommandations.

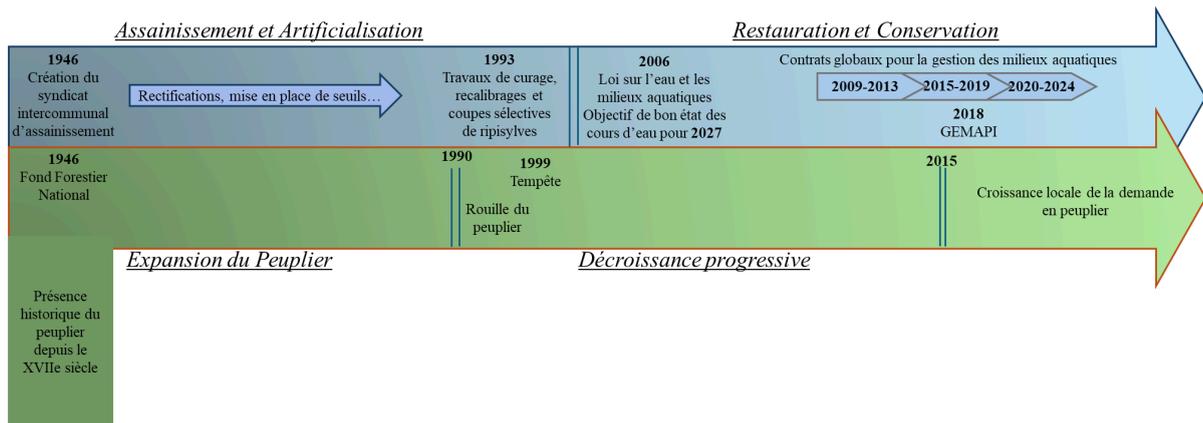
Le SMABV en sa qualité de syndicat mixte est également constitué d'élus locaux mais son territoire et ses missions ne sont pas les mêmes que celles du parc. Il réalise les études de bon fonctionnement du système hydrographique du bassin de la Voire et propose ou réalise les aménagements nécessaires. Ses missions s'inscrivent dans la politique GEMAPI (Gestion des Milieux Aquatiques et Prévention des Inondations). Un autre volet de ses missions comprend la sensibilisation du public autour des enjeux liés aux cours d'eau.

Le territoire de l'étude est celui du SMABV, cependant l'intérêt du parc est justifié par un écoulement partiel de la Voire sur le territoire du parc, mais surtout par sa volonté d'expansion vers le territoire du bassin versant de la Voire.

## **3 - Intérêt de l'étude**

### **a - Historique**

La gestion des cours d'eau a connu deux grandes périodes entre le milieu du XX<sup>e</sup> siècle et aujourd'hui (figure 4). À partir de 1946, le but était d'assainir les terres inondées pour leur mise en valeur agricole. Ainsi des travaux de drainage (rectification, curage, recalibrage) et des poses de seuils pour ajuster le niveau de la nappe aux champs ont été réalisés. Cette forte activité d'artificialisation des cours d'eau a conduit à une déstabilisation de leur bon fonctionnement. En 2000, la DCE est venue fixer des objectifs de bon état des cours d'eau retranscrits en France par la Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques (LEMA) en 2006. Pour s'y conformer et atteindre l'objectif de bon fonctionnement des cours d'eau, le syndicat a entrepris de nombreux travaux de restauration dont des reméandrages. C'est dans ce contexte de fragilité des cours d'eau et de tension sur la ressource eau comme sur l'occupation du sol que cette question sera traitée.



**Figure 4 :** historique de la gestion des cours d'eau et du peuplier

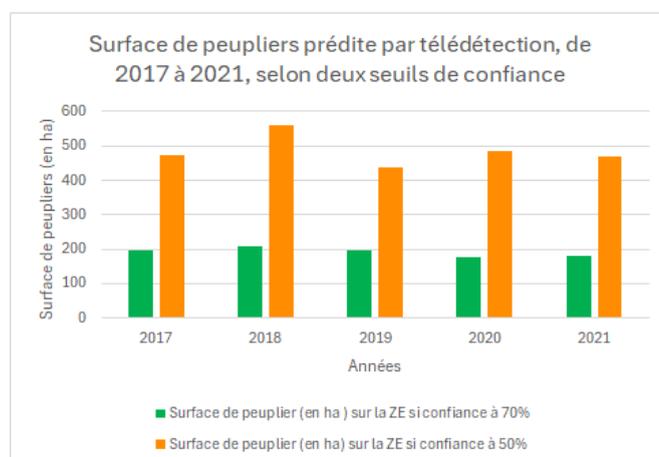
En parallèle des enjeux sur l'eau, une interrogation est portée sur la présence du peuplier souvent associé à l'hydrosystème. Les pratiques assez intensives de la populiculture questionnent sur sa place dans le bassin versant. S'intéresser à la présence du peuplier en France donne une bonne idée de l'historique de la région compte tenu des stations s'y trouvant. Ainsi, depuis le XVII<sup>e</sup> siècle le peuplier se développe constamment avec des variations de rythme au gré des besoins et des disponibilités des terres. En 1946 le fond forestier national (FFN) dynamise à nouveau l'expansion du peuplier jusqu'à un maximum atteint dans les années 90. À partir de là, une diminution assez importante du renouvellement des peupleraies a été observée jusqu'en 2015 à cause de la rouille et de l'effondrement du marché américain, laissant les peupleraies à l'abandon ou retournant à l'état de prairie. Depuis, l'évolution de la surface de peuplier n'a pas été contrôlée mais la demande a fortement augmenté, ce qui explique la crainte d'un retour trop important du peuplier à la place des prairies humides, supports d'habitats d'intérêt communautaire. (Samain & Pauchet, 2015)

**b - Place actuelle du peuplier dans la zone d'étude : estimation par télédétection**

Le bassin versant de la Voire, notre zone d'étude, a une surface de 86 000 hectares. Pour approximer la surface de peupliers installée dans celui-ci, un contact a été établi avec Yousra HAMROUNI, maître de conférence en science des données à l'École Nationales Supérieure Agronomique de Toulouse (ENSAT) et autrice d'une thèse sur l'identification des peupleraies par télédétection (Hamrouni, 2021). La prédiction de la présence du peuplier se base sur des données satellites de Sentinel-2.

Les données de présence du peuplier sont existantes sur les années 2017 à 2021. Pour chaque année, il existe l'information de la présence ou de l'absence de peuplier sur un pixel ainsi que de la confiance que l'on peut accorder à cette prédiction. Les seuils de 50 % et 70 % de confiance sont conservés pour approximer la surface de peupliers, mais entre ces deux seuils, la surface approximée est divisée par 2,6 (figure 5). Cet algorithme comporte donc des limites quant aux valeurs de surface obtenues, très dépendantes du seuil de confiance appliqué.

**Figure 5 :** diagramme présentant les surfaces de peupliers prédites par télédétection sur la période 2017 à 2021, selon deux seuils de confiance



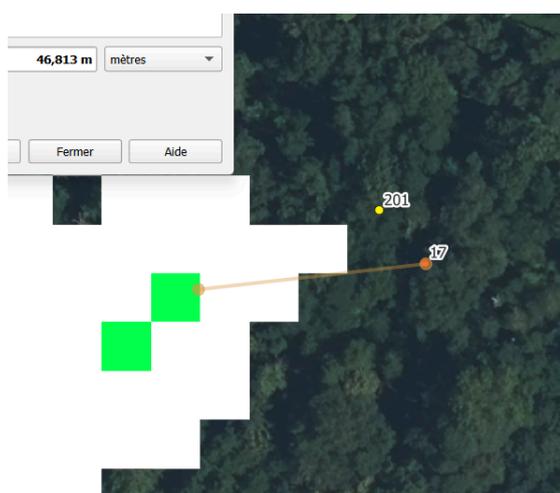


### Légende

- Couche de présence de peupliers avec seuil de confiance à 70%
- Bande 1 (Gray)
- Peupliers détectés avec une confiance supérieure à 70%
- Peupliers détectés avec une confiance inférieure à 70%

**Figure 6 :** exemple de télédétection du peuplier, pour l'année 2021, avec un seuil de confiance à 70 %, dans le Bois de la Chapelle aux Planches, sur la commune de Rivers Dervoises

Les résultats obtenus montrent une constance dans la surface occupée par les peupliers entre 2017 et 2021. La surface de peupliers est actuellement de l'ordre de 450 ha, à un seuil de confiance de 50 %. Cette surface semble tout de même sous-estimée, au vu des photos aériennes et de nos propres relevés qui ne correspondent pas systématiquement aux prédictions par télédétection. En effet, sur certaines photos aériennes, datant de 2022, il est possible de distinguer la présence de peupliers (lignes droites et régulières de feuillus) en dehors des zones de prédiction. Dans la figure 6 par exemple, entre les deux grands ensembles verts, l'espace vide est aussi une peupleraie, non prédite par télédétection. De plus, en comparant les surfaces de peupleraies prédites avec des données collectées sur le terrain, la localisation de quelques-unes des placettes relevées comme peupleraies ne correspond pas à la prédiction par télédétection.

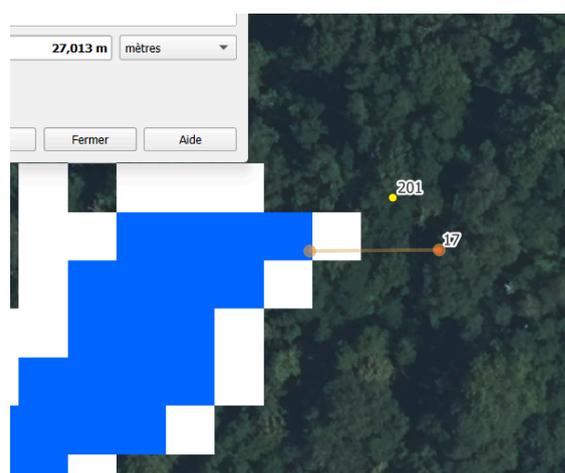


**2021, seuil de confiance de 70%**

*En blanc, peupliers à moins de 70% de confiance.*

*En vert, peupliers à plus de 70% de confiance.*

*Non coloré, autre.*



**2021, seuil de confiance de 50%**

*En blanc, peupliers à moins de 50% de confiance*

*En bleu, peupliers à plus de 50% de confiance*

*Non coloré, autre*

**Figure 7 :** différence entre la prévision par télédétection et les placettes relevées.

La placette 17 est une peupleraie ancienne avec un sous-étage dense constitué de frênes et de noisetiers (40 cm de diamètre en moyenne) et n'est pas située dans une zone de peuplier prédite par télédétection. Elle se situe à 45 mètres de distance des peupliers prédits pour un seuil de confiance de 70 % et à 27 mètres pour un seuil de 50 %. Il est possible que le fait que la placette 17 ne soit pas comprise dans la zone prédite soit causée par un décalage dû à la précision des points GPS.

Cependant, on ne peut pas considérer qu'une placette à une distance donnée des zones prédites soit nécessairement dans une peupleraie. En effet, la placette 201, à la même distance de la peupleraie télédéetectée que la placette 17, est quant à elle relevée comme forêt feuillue mélangée.

Grâce à la télédétection et malgré le niveau d'imprécision, la surface de peupliers peut être approximée dans la zone d'étude mais surtout son évolution peut être quantifiée. En cinq ans, cette surface a gardé le même ordre de grandeur en ne sachant pas la qualité de prédiction des peupleraies très jeunes, nouvellement installées.

Toutefois, l'installation récente d'une nouvelle usine de transformation de peuplier pourrait dynamiser les plantations et donc faire augmenter la surface télédéetectée dans le futur. A noter que la télédétection du peuplier est une technologie encore récente qui va probablement grandement gagner en précision dans le futur.

Une deuxième crainte subsiste sur la possibilité d'expansion du peuplier dans le futur, avec l'effondrement des populations de frênes lié à la chararose. En effet, les stations occupées par les frênes sont souvent propices à la présence du peuplier, ce qui pourrait inciter les propriétaires à en planter à la place des frênaies dépérissantes. Il n'existe actuellement aucune donnée à ce sujet, la question du renouvellement des frênaies reste donc à élucider dans une étude future.

#### **d - Contexte de renouvellement des grandes orientations du PNR**

En plus des contraintes environnementales fortes qui motivent la commande (pression du peuplier, changement climatique, bon état des cours d'eau), le parc est en pleine démarche de renouvellement de sa charte qui nécessite un état des lieux et des avis sur les problématiques actuelles.

La charte est l'outil d'aide à la gestion du parc, elle n'a pas de portée réglementaire mais par sa dimension politique, elle définit les objectifs du parc sur 15 ans. Sa rédaction est réalisée par concertation du plus grand nombre d'acteurs possibles pour trouver un terrain d'entente et mettre en place une dynamique générale cohérente qui prenne en compte de nombreux enjeux, dont ceux précédemment évoqués. Sa révision a commencé en 2020 et devrait se clore en 2026. Notre étude permet donc de compléter l'état des lieux et d'en tirer des orientations à viser.

En plus de la charte du parc, une charte forestière du territoire (CFT) a été rédigée en 2018 (PnrFO, 2018). La dernière CFT a fait ressortir quatre enjeux majeurs : la mise en valeur de la ressource forestière, la dynamisation de la filière trop peu coordonnée, l'harmonisation des modes de gestion pour une ressource plus durable et l'amélioration de l'accueil en forêt. Les questions sur l'eau et la biodiversité y étaient encore peu traitées. Elle définit des fiches actions répondant à des problématiques précises. Lors de sa réécriture, une nouvelle attention sera apportée aux boisements de peupliers avec l'observation d'un certain nombre de prairies transformées en peupleraies et des pratiques sylvicoles associées pas toujours en accord avec les objectifs de la charte. L'enjeu sur l'eau est également une priorité pour atteindre les objectifs de la DCE ; il faudra donc prévoir des recommandations sur les ripisylves et les zones humides boisées.

Enfin le parc a émis un souhait de modification de son périmètre, étudié et validé par le comité scientifique (*Parc Naturel de la Forêt d'Orient - Grands Lacs de Champagne*, n.d.). Il passerait ainsi de 58 à 86 communes en s'étendant au Nord-est jusqu'au Der et engloberait alors une grande partie du bassin versant de la Voire.

## **II - Démarche générale mise en oeuvre**

### **1 - Ligne conductrice du projet**

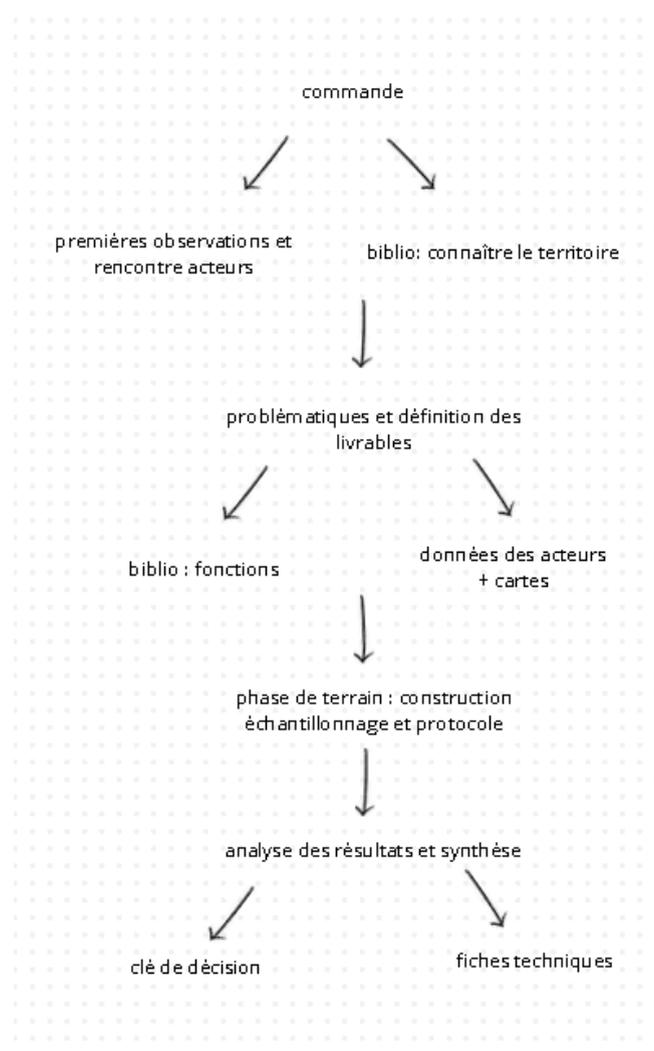
Cette étude s'inscrit donc dans un contexte où les enjeux sont doubles, les commanditaires s'intéressant à la fois au bon fonctionnement des hydrosystèmes (cours d'eau et zones humides) et à la possible intensification de la populiculture. L'objectif général du projet est de s'intéresser aux fonctionnalités des cours d'eau de la Voire et de la Laines dans un contexte de densification de la populiculture.

Cette étude n'aura pas seulement pour objectif d'apporter des éléments de réponses à ce questionnement mais aussi de permettre la discussion entre les différents acteurs du territoire.

### **2 - Définition des problématiques et démarche générale**

À partir de nos premières observations de terrain et d'une bibliographie préparatoire, afin de mieux appréhender les caractéristiques du territoire, nous avons affiné la ligne conductrice du projet. Nous avons donc décidé de nous concentrer sur l'état de fonctionnement du cours d'eau et plus précisément sur le système "cours d'eau-arbre", afin de mettre en évidence l'impact sur le cours d'eau des peuplements situés en bord de cours d'eau ou sur les zones humides du lit majeur des cours d'eau étudiés.

Schéma 1 : présentation de la démarche générale



Finalement, nous avons choisi de traiter les questions suivantes : dans les zones humides, quelles sont les dynamiques des peuplements en place (peupleraies et forêts mélangées) ? Le but est de récolter des informations sur l'état sanitaire des peuplements, la présence et la composition d'une régénération naturelle, la composition du sous-étage s'il existe, afin de réaliser un état des lieux des peuplements existants dans le bassin versant. Une autre question sur les zones humides concerne plutôt les pratiques sylvicoles employées dans ces milieux en se demandant si celles-ci sont adaptées. Dans ces zones humides, une attention particulière sera portée aux peupleraies et à leur dynamique.

Nous nous demanderons aussi : quel est l'état de fonctionnement du cours d'eau et quel est l'impact de la végétation ligneuse sur celui-ci ? Plus précisément, parmi les fonctionnalités des cours d'eau, lesquelles ne sont pas ou plus remplies et pour quelles raisons ? Quelles solutions basées sur l'arbre

pouvons-nous proposer pour améliorer l'état des cours d'eau et des zones humides ?

Dans cette optique, quels conseils donner aux propriétaires concernant le cours d'eau, la ripisylve et les peuplements de zone humide ?

A partir de ces problématiques affinées, nous avons pu définir les livrables en concertation avec les commanditaires. Nous avons récupéré les données des acteurs et les cartes existantes et fait un état de l'art sur les fonctions des cours d'eau et des zones humides. En effet, ce prisme des fonctions nous a paru intéressant car il permet un état des lieux des milieux de notre étude. Cette analyse a mis en évidence des données manquantes pour notre étude et la nécessité d'aller relever des informations sur le terrain. Pour cela nous avons construit notre méthode d'échantillonnage et notre protocole puis effectué le relevé des données. Enfin, nous avons analysé ces résultats et synthétisé nos informations afin d'arriver aux livrables, le rapport mais aussi une clé de décision et des fiches techniques pour aider les propriétaires à gérer les cours d'eau et les zones humides.

Cette reformulation de la question permet en particulier de répondre aux questionnements des commanditaires autour de l'implantation du peuplier et de ses conséquences sur le cours d'eau mais aussi d'envisager des alternatives au peuplier et plus généralement de proposer des conseils basés sur l'arbre pour améliorer l'état du cours d'eau et des zones humides.

### **3 - Etat de l'art**

Les zones humides et les cours d'eau d'un même bassin versant sont liés au niveau de leur fonctionnement et des échanges ont lieu entre ces deux types de milieux : les actions réalisées sur un milieu ont un impact sur l'autre. Cependant, les services rendus par ces deux milieux sont différents et donc les objectifs, les enjeux et les attendus de la commande sont différents vis-à-vis de ces deux objets d'étude.

Les zones humides et les cours d'eau sont des milieux qui remplissent un certain nombre de fonctions auxquelles sont associés des services rendus par les écosystèmes. Une fonction se définit par un ensemble d'activités, de processus, dus à différentes composantes de l'écosystème qui permettent son maintien ou sa dynamique, et contribuent à son fonctionnement global. Un service se définit par les bénéfices que les humains retirent des écosystèmes.

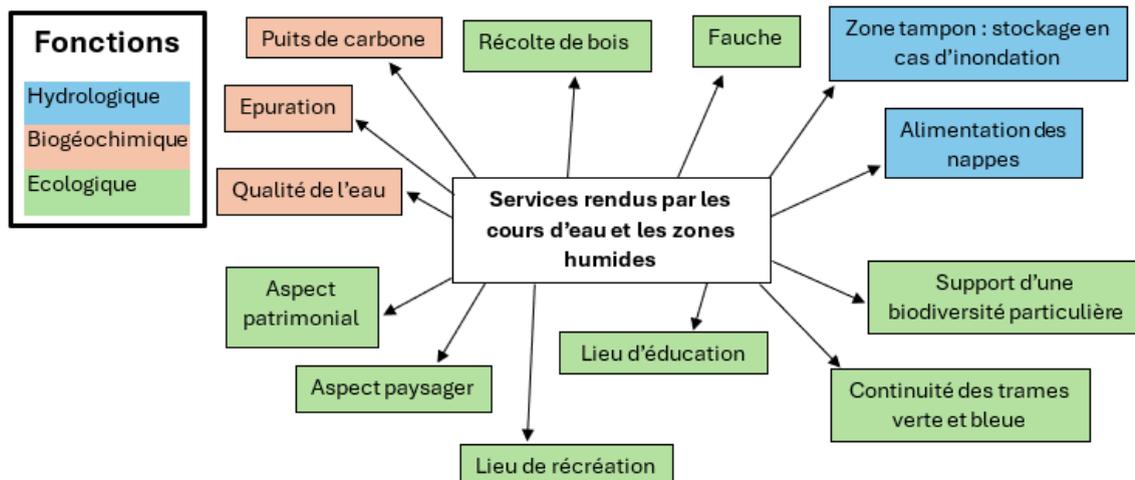
Concernant le fonctionnement d'un hydrosystème (cours d'eau ou zones humides), trois grandes fonctions ont été identifiées et différents types de services leur sont associés.

Tout d'abord, la fonction hydrologique : les milieux humides (cours d'eau ou zones humides) sont des zones tampon dans l'écoulement des eaux de surfaces et procurent donc un service de régulation de l'eau, en alimentant les nappes et en stockant le surplus d'eau en cas d'inondation ou en la restituant au cours d'eau pendant les périodes d'étiage.

Ensuite, les fonctions biogéochimiques concernent la rétention des matières en suspension et la limitation des risques de pollution chimique et procurent donc les services de régulation de la qualité de l'eau, de puits de carbone et d'épuration de l'eau.

Pour les fonctions écologiques, les hydrosystèmes abritent des habitats, une faune et une flore particulières et intéressantes à la fois d'un point de vue biodiversité et richesse spécifique mais aussi d'un point de vue production sylvicole. Ainsi, les hydrosystèmes constituent des réservoirs de biodiversité pouvant appartenir à des trames vertes ou bleues et pouvant être exploités (bois ou fauche). Ces zones sont intéressantes d'un point de vue richesse spécifique et concentrent donc des services culturels d'éducation, de récréation ou même des valeurs patrimoniales importantes. Enfin, la diversité de ces milieux constitue un service paysager à prendre en compte dans les réflexions sur la gestion de ces milieux particuliers (Millennium Ecosystem Assessment, 2005).

Ces différentes fonctions et services sont présentés dans le diagramme ci-dessous :



**Figure 8 :** les services rendus par les zones humides et les cours d'eau

Le bon fonctionnement de l'hydrosystème correspond donc à la capacité de celui-ci à rendre les services qui lui sont associés. L'identification de ces différents services rendus par les cours d'eau et les zones humides va permettre de définir les différents critères de fonctionnement de ces milieux.

#### **4 - Préparation du terrain**

##### **a - Critères de fonctionnement du cours d'eau**

Afin d'étudier le fonctionnement de notre cours d'eau, nous avons choisi d'aller récolter des informations directement sur le terrain et pour cela de réaliser un échantillonnage de notre zone d'étude. Deux problématiques principales émergent alors : quels seront les critères qui nous permettront de qualifier ce fonctionnement (critères qui seront déclinés dans le protocole) ? Comment choisir les endroits où récolter des informations (critères utilisés pour choisir les points d'échantillonnage) ?

Pour répondre à ces deux questions, nous avons cherché à expliquer les dysfonctionnements observés pendant les visites préalables. Nous en avons déduit des paramètres que nous appellerons par la suite « critères de fonctionnement des cours d'eau » qui participent au bon fonctionnement des hydrosystèmes. Ces critères peuvent être retrouvés dans les tableaux suivants, le tableau 1 concerne les fonctions des cours d'eau et le tableau 2 les fonctions des zones humides. En ligne, on retrouve les différentes fonctions et en colonne les critères, classés par catégorie, qui expliquent le fonctionnement ou dysfonctionnement de nos milieux. Les couleurs indiquent des grands thèmes (en vert, les informations sur la ripisylve, en bleu sur le cours d'eau et en rose les autres ou le sol en fonction du tableau).

	Informations sur les différentes strates de la ripisylve											Cours d'eau						Autres						
	Continuité	Largeur	Présence	Essences	Hauteur	Strates	Lieu d'implantation	Age	Etat sanitaire	Ombrage	Végétation filtrante	Entretien	Sinuosité	Incision	Qualité	Pente	Substrat	Profondeur	Embâcles	Diversité spé.	Rémanents	Occupation berges	Tassement	Accessibilité
<b>Fonction écologique</b>																								
Ombrage pour empêcher le réchauffement du cours d'eau et quantité d'oxygène	x	x	x	x		x	x		x									x						
Diversité des habitats avec les embâcles, vitesse du cours d'eau, ripisylve ...	x	x	x			x	x					x	x		x		x	x				x		
Richesse spécifique en herbacées, ligneux, oiseaux, bactéries, insectes ...						x													x					
Lieu de frayère pour les truites									x						x	x	x							
Ressource alimentaire pour l'installation du castor				x		x																		
Continuité de la trame verte et bleue / corridor écologique	x	x	x			x							x									x		
<b>Fonction biogéochimique :</b>																								
Épuration du cours d'eau par les bactéries des embâcles et les systèmes racinaires des végétaux							x			x				x					x					
Capture des pesticides et excédents d'intrants par les bandes enherbées et la ripisylve	x	x	x			x								x					x				x	
Formation de zones d'atterrissement par capture de la matière en suspension						x						x							x					
Enrichissement du cours d'eau en minéraux par la chute des feuilles	x		x			x									x				x		x			
<b>Fonction hydrologique :</b>																								
Zone tampon en cas de crue, évite les débordements en aval en ralentissant le cours d'eau	x	x	x					x				x	x				x		x				x	x
Protection face à l'érosion des berges et enfouissement du cours d'eau	x		x	x	x	x						x	x						x				x	
Alimentation des nappes latérales													x											
Réutilisation possible de l'ancien lit pour augmenter la taille du réseau													x											
<b>Service de production</b>																								
Saules en têtard pour le fourrage				x							x												x	
Exploitation du bois (mineur et à raisonner fortement)											x	x						x						
Pêche									x										x					x
<b>Service culturel</b>																								
Pêche									x															x
Aspect paysager				x	x	x						x							x					x
Navigation / sports nautiques										x														
Ombrage pour les promenades récréatives										x														x
Ouvrages remarquables (moulins, anciennes écluses, ponts, etc...																								

**Tableau 1 :** tableau récapitulatif des critères mis en évidence et de leur participation aux différentes fonctionnalités des cours d'eau.

Les couleurs indiquent des grands thèmes (en vert, les informations sur la ripisylve, en bleu sur le cours d'eau et en rose les autres). Les colonnes ayant une couleur plus foncée indiquent les critères utilisés comme critères d'échantillonnage.

	Peuplement								Sol			Eau					
	Diversité bio	Etat sanitaire	Densité	Végé filtrante	Age	Régé	Essences	Diamètre	Type exploitation	Tassement	Engorgement	Fertilité	Surface ZH	Qualité	Drains	distance ZH-CE	hauteur nappe
<b>Fonction écologique :</b>																	
Richesse spécifique en herbacées, ligneux, oiseaux ...	x	x				x	x	x	x								
Diversité des habitats	x	x			x		x	x	x	x							
<b>Fonction biogéochimique :</b>																	
Puit de carbone			x		x				x								
Épuration de l'eau par les systèmes racinaires des végétaux			x	x					x				x				
<b>Fonction hydrologique :</b>																	
Zone tampon en cas de crue			x						x	x		x		x	x		
Régulation des écoulements d'eau : stockage dans la macro porosité du sol									x	x							
Reservoir face au changement climatique pour les écosystèmes			x						x	x		x		x	x		
Recharge des nappes (souterraines et latérales)			x						x	x					x	x	
<b>Fonction de production</b>																	
Exploitation du bois		x	x			x	x	x	x	x	x						
Fauche sous le peuplier								x									
<b>Fonction patrimoniale :</b>																	
Aspect paysager	x						x	x	x								
Aspect culturel (prairies du Ham, une partie en future ENS)	x						x		x								

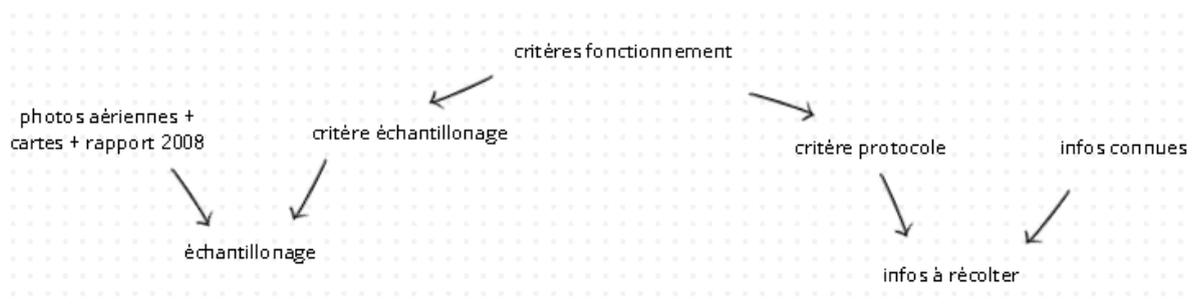
**Tableau 2 :** tableau récapitulatif des critères mis en évidence et de leur participation aux différentes fonctionnalités des zones humides.

Les couleurs indiquent des grands thèmes (en vert, les informations sur la ripisylve, en bleu sur le cours d'eau et en rose le sol). Les colonnes ayant une couleur plus foncée indiquent les critères utilisés comme critères d'échantillonnage.

### **b - Utilisation de ces critères pour construire le protocole et l'échantillonnage**

Ces critères ont ensuite été utilisés pour établir notre protocole et notre échantillonnage. En effet, ces critères répondent aux questions : pourquoi aller sur le terrain et quels sont les éléments à relever ?

Certains de ces critères pouvaient être utilisés pour l'échantillonnage car ils étaient observables directement sur les photos aériennes ou des cartes (de l'Élaboration du Contrat Global du bassin versant de la Voire et du Ravet Etude des milieux aquatiques - État des lieux et diagnostic (ASCONIT Consultants, 2008) ou autre) et ont donc permis de sélectionner des zones intéressantes. Inversement, une partie de ces critères ne pouvait pas être vérifiée sans aller sur le terrain car nous n'avions pas accès à l'information, ce sont ces critères que le protocole va permettre de récolter sur le terrain (schéma 2).



**Schéma 2 :** Démarche générale de construction du protocole et de l'échantillonnage

## **5 - Construction du protocole**

### **a - Données relevées**

Afin d'établir les informations à récolter, il est nécessaire de faire l'inventaire des informations déjà connues.

Le Syndicat nous a fourni L'Élaboration du Contrat Global du bassin versant de la Voire et du Ravet Etude des milieux aquatiques - État des lieux et diagnostic (ASCONIT Consultants, 2008) réalisée par ASCONIT Consultants en 2008 qui étudie l'état des différents cours d'eau du bassin versant et notamment ceux qui nous intéressent. D'après le rapport, les qualités physico-chimiques et hydrologiques de l'eau sont bonnes sur l'ensemble du bassin versant. Le paramètre d'érosion des berges fait aussi partie des paramètres étudiés, celle-ci concerne 42% du linéaire et est accentuée par l'absence de ripisylve et les modifications anthropiques du cours d'eau. Une partie de cette étude concerne aussi la cartographie de la ripisylve et des embâcles. Cette source est riche en informations mais cependant certaines ont pu évoluer et notamment les informations les plus ponctuelles.

### **b - Mise en place du protocole**

La première étape a donc été d'établir une liste des critères que nous souhaitons voir apparaître dans notre protocole. Comme dit précédemment, une partie de ces informations fait déjà partie des données existantes et n'a pas besoin d'être relevée sur le terrain. Certaines informations sont connues mais anciennes et l'objectif est donc d'en actualiser une partie. Les principaux paramètres relevés dans le protocole cours d'eau et berges peuvent donc être retrouvés dans les tableaux 1 et 2 présentés ci-dessus.

D'après nos premières observations sur le terrain, nous avons rencontré une multitude de situations dont les méthodes de description sont différentes et il nous a donc semblé nécessaire de distinguer plusieurs protocoles. Comme nous nous intéressons aux deux objets différents que sont les zones humides et les cours d'eau, nous avons tout d'abord séparé le protocole cours d'eau et le protocole zone humide. Dans la partie sur les cours d'eau, nous avons décidé de distinguer un protocole sur les cours d'eau en eux-mêmes et un protocole sur l'occupation des berges. En effet, ils répondent à deux objectifs distincts : diagnostiquer le fonctionnement des cours d'eau pour le protocole cours d'eau et observer l'impact de l'occupation des berges sur le cours d'eau pour le protocole d'occupation des berges. Dans la partie sur les zones humides, nous avons choisi de distinguer un protocole peupleraie et un protocole forêt car les peuplements sont organisés différemment et les mêmes méthodes d'échantillonnage ne peuvent être appliquées.

Nous avons testé ce protocole une première fois et avons jugé qu'il était intéressant de rajouter un protocole spécifique pour le peuplement linéaire de bord de cours d'eau pour décrire la ripisylve avec les bons outils. En effet, le protocole forêt ne pouvait pas être appliqué pour catégoriser la ripisylve. Par exemple, les ripisylves étant généralement assez étroites, le relevé de la surface terrière aurait été difficile à effectuer, alors que le simple recouvrement nous apporte les informations nécessaires sur l'importance de la ripisylve et son ombrage du cours d'eau ou la protection de berge.

Le protocole finalement retenu pour réaliser les relevés est présenté en annexe 2.

## **6 - Echantillonnage**

### **a - Construction de l'échantillonnage**

Il nous semble nécessaire de rappeler que l'objectif n'est pas de réaliser un échantillonnage systématique mais un échantillonnage à choix raisonné, nous cherchons donc à repérer des zones particulièrement intéressantes et représentatives de la zone d'étude au préalable puis à les échantillonner afin de décrire les plus intéressantes. Ces zones dites intéressantes étaient principalement de deux espèces : des "situations types"

qui sont des situations récurrentes rencontrées sur ce cours d'eau afin de proposer des conseils de gestion adaptés à ces situations, et des situations plus rares qui sont visitées afin d'étudier la dynamique naturelle des milieux. Les objectifs d'étude de ces deux catégories de situations sont donc distincts.

Les critères de fonctionnement (tableaux 1 et 2) nous ont permis de mettre en évidence ces "situations types". Les premières informations récoltées dans l'étude de 2008 (ASCONIT Consultants, 2008) ainsi que l'analyse des photos aériennes nous ont permis de trouver des situations correspondantes sur notre zone d'étude. Ces situations types dépendent principalement de l'occupation des berges mais aussi du type de peuplement et de la ripisylve.

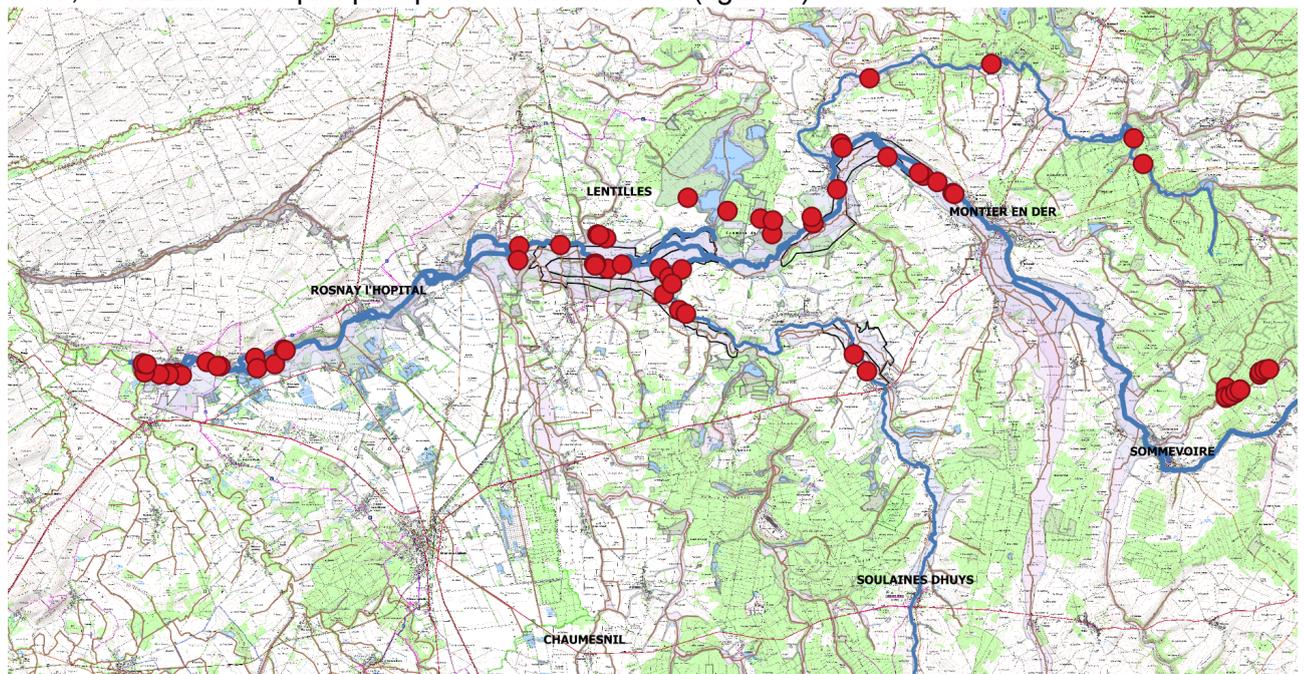
Les situations de dynamique naturelle ont été déterminées grâce aux conseils des acteurs et aux photos aériennes.

Nous avons ensuite détaillé la gamme de ces situations en utilisant les critères d'échantillonnage présents dans les tableaux 1 et 2. Les critères utilisés comme critères d'échantillonnage sont ceux de couleur foncée. Nous avons cherché à identifier des zones nous permettant d'explorer au mieux les gradients de ces critères. En pratique, nous avons utilisé les photos aériennes, les cartographies des cours d'eau, l'outil Remonter le temps de Géoportail ainsi que la base de données Corine Land Cover d'occupation des sols. Nous avons aussi utilisé l'Élaboration du Contrat Global du bassin versant de la Voire et du Ravet Etude des milieux aquatiques - État des lieux et diagnostic (ASCONIT Consultants, 2008) pour chercher des tronçons qui présentaient un intérêt en fonction de nos critères d'échantillonnage. Dans ces tronçons, le point d'échantillonnage a été choisi en fonction de l'accessibilité.

Nous avons aussi choisi d'échantillonner les anciens lits des cours d'eau et les anciens méandres car ils représentent en général des "états de référence". De plus, nous avons choisi d'étudier l'amont de la Voire et la Vivoire ainsi que l'Heronne, un des affluents de la Voire en rive droite. Cela nous a permis de comparer les enjeux en amont et en aval et de tenir compte des types de végétation en tête de bassin versant différents des situations observées à l'aval.

## **b - Points effectivement réalisés**

Nous avons donc réalisé 68 points d'échantillonnage répartis le long du cours de la Voire, de la Laines et quelques points sur l'Heronne. (figure 9)

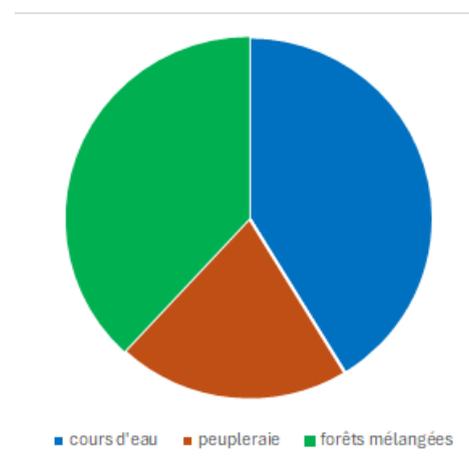


**Figure 9 :** carte des points échantillonnés pendant notre projet

Une catégorisation de ces points a permis de vérifier que la grande majorité des situations avait été observée. En effet, notre travail n'a absolument pas d'ambition quantitative mais nous souhaitons avoir des informations sur les situations caractéristiques de notre zone d'étude.

Nous pouvons voir que notre échantillonnage est relativement équilibré entre les différentes situations que nous souhaitons observer. (tableau 3)

catégorie	nbr de situations
prairie labourée	2
prairie	3
ripisylve large	9
ripisylve large non incisée	1
ripisylve étroite de haut de berge	5
ripisylve étroite mi berge	6
ripisylve étroite de pied de berge	4
jeune peupleraie	6
vielle peupleraie gérée	3
vielle peupleraie abandonnée	3
peupleraie avec sous étage	1
peupleraie récemment exploité	1
aulnaie	1
forêt mélangée à base de peuplier	1
forêt mélangée sans peuplier	22
<b>total</b>	<b>68</b>



*Tableau 3* : tableau présentant le nombre de chaque situation échantillonnée (gauche) et la proportion de chaque milieu échantillonné (droite).

### **III - Présentation des résultats obtenus**

#### **1 - Résultats des entretiens menés dans le cadre de l'étude**

Afin d'établir des propositions d'actions au plus proche des besoins du terrain, il a été fait le choix de rencontrer des acteurs du territoire du bassin versant de la Voire.

Cela a été aussi l'occasion de recueillir d'autres informations sur le site d'étude, de récolter des documents. Ainsi, de par la forme des questionnaires utilisés, ainsi que le nombre limité de personnes rencontrées, ces entretiens ne doivent pas être pris comme une véritable enquête exhaustive des attentes des acteurs du bassin versant. L'objectif est plutôt de fournir les positions succinctes de quelques acteurs majeurs du territoire en lien avec les problématiques de ce rapport.

Nous avons rencontré des gestionnaires : un ingénieur forestier de la coopérative "Forêt d'ici", un technicien forestier territorial de l'ONF dont la zone de triage est située en amont de la Voire et un agriculteur pratiquant l'agroforesterie. Nous avons aussi vu un industriel : un responsable de l'usine de transformation du peuplier "Garnica". Nous avons pu nous entretenir également avec des organismes d'appui : un responsable du CNPF Grand Est chargé des questions en lien avec le peuplier et un responsable de la Chambre d'Agriculture de l'Aube. Enfin nous avons recueilli les témoignages de deux acteurs politiques : deux maires de communes attenantes à la Voire.

Dans un premier temps, les visions des enjeux par rapport aux ripisylves, au bon état physique et écologique du cours d'eau et au peuplier en zones humides seront traitées. Ensuite, les actions possibles dans le futur avec le PNR comme la remise en état des fonctionnalités du cours d'eau, les chantiers pilotes ou encore la mise en place d'une populiculture durable seront analysées, avec une attention portée sur les freins existants.

### **a - Vision des enjeux liés aux ripisylves, au bon état physique et écologique du cours d'eau et au peuplier en zone humide**

#### **i - Des acteurs pas toujours en contact direct avec les problématiques liées au bon état de la Voire**

Le premier constat ressortant de ces entretiens est le rapport hétérogène des acteurs à la Voire. Ainsi, si certains sont en prise directe avec l'ensemble des questions relatives au bon état de la rivière, comme les maires, d'autres n'ont que des rapports assez éloignés avec celle-ci, comme les représentants de la filière bois.

Les maires des communes émergent comme les acteurs les plus en prise avec la problématique du bon état des cours d'eau. Ils sont conscients du mauvais état du cours d'eau, de son incision trop importante, par exemple. Ces derniers sont en recherche de l'obtention de résultats mesurables concernant l'évolution du cours d'eau. Cette recherche est à mettre en lien avec les relations directes qu'ils portent avec leurs administrés et leur adhésion au syndicat mixte de gestion des rivières, porteur de la compétence GEMAPI (gestion des milieux aquatiques et des inondations).

Outre cette raison politique, il est ressorti de ces entretiens que les communes sont souvent propriétaires de seuils et de passes à poissons et sont donc directement concernées quand il s'agit de retirer ces dispositifs. Les deux maires rencontrés sont ouverts à un large panel de solutions à proposer pour remettre en état les cours d'eau, y compris des méthodes plus "douces" telles que l'installation d'embâcles, la gestion complète de berges par le syndicat de cours d'eau pour permettre l'installation d'une ripisylve ou encore la stabilisation des atterrissements. En revanche, tous soulignent les difficultés de faire accepter ces méthodes aux propriétaires des terrains le long du cours d'eau. Par exemple, un maire a attiré notre attention sur la nécessité d'un changement de mentalité vis-à-vis des embâcles, qui sont encore largement perçus comme des obstacles systématiques au libre écoulement de l'eau. Le rapport à la ripisylve semble plus contrasté, certains agriculteurs ayant l'habitude de rogner cet espace au profit de leur zone cultivée tandis que d'autres perçoivent l'intérêt de son maintien pour préserver l'intégrité des berges. Outre les embâcles, les reméandrages susciteraient la colère de certains agriculteurs de par le grignotage de terres qu'ils impliquent. Un maire évoque ainsi l'exemple d'un reméandrage ayant suscité une opposition si forte chez un agriculteur que celui-ci aurait rasé l'intégralité de la ripisylve présente sur sa parcelle en signe de protestation. Dans l'ensemble, les maires rencontrés tiennent à souligner par ces exemples que la concertation est cruciale avant toute opération sur le cours d'eau, et que cette concertation doit passer par un travail de vulgarisation intense sur les différentes techniques utilisées. Outre les agriculteurs, les pêcheurs semblent aussi largement méconnaître le but et le principe de la plupart des aménagements sur les cours d'eau et gagneraient à être inclus dans ces concertations.

En revanche, le seul agriculteur rencontré ne semble pas suivre la tendance observée et ne s'est pas montré particulièrement hostile au reméandrage. Par contre, il a

évoqué que l'acceptation de cette opération sur ses parcelles n'est actuellement pas en son pouvoir, car ses parcelles sont en fermage avec un propriétaire dont il a peu de contacts. Ce dernier aspect souligne là une difficulté supplémentaire de ces opérations face à la complexité du foncier des bords de cours d'eau.

Les autres acteurs rencontrés ont un rapport plus éloigné vis-à-vis des rivières. Ainsi, de par leur qualité de conseillers, gestionnaires forestiers ou encore de transformateur, la préservation de l'état des cours d'eau ne fait pas partie de leur préoccupation principale.

Malgré tout, ils ont connaissance des critères de bon fonctionnement de cours d'eau et sont tous conscients de la nécessité de leur remise en état. Ainsi, un ingénieur forestier de la coopérative Forêt d'ici nous a indiqué qu'il conseillait aux propriétaires de maintenir la ripisylve le long des berges dans un souci de préservation du cours d'eau. Il lui arrive aussi de réaliser des opérations de plantations de ripisylve.

Le technicien de l'ONF rencontré explique lui que la stratégie adoptée par l'ONF au bord des cours d'eau est plutôt la libre-évolution de la ripisylve et la non gestion des embâcles. Beaucoup d'îlots de vieillissement se trouvent en bord de cours d'eau. L'entretien mené a pu mettre en évidence une certaine méconnaissance des problématiques liées aux cours d'eau, notamment le rôle des embâcles, montrant que des actions à mettre en oeuvre avec l'ONF dans les zones les plus boisées du bassin versant sont souhaitables de part le manque d'action existant à l'heure actuelle et le peu de lien existant avec le syndicat de rivière.

Le conseiller de la chambre d'agriculture souligne quant à lui, à l'image des maires rencontrés, les difficultés des réalisations des opérations de reméandrage des cours d'eau quand les agriculteurs sont propriétaires des rives.

Les acteurs forestiers se montrent à l'inverse plus ouverts aux opérations de reméandrages. Un responsable de Garnica a ainsi indiqué qu'il ne voit pas d'inconvénient à ce que les parcelles de peupliers soient réduites par des opérations de reméandrages. En revanche, il a bien précisé que le paiement de ces opérations ne doit pas revenir aux transformateurs des peupliers puisque que selon lui l'état des cours d'eau doit davantage être incombé aux travaux agricoles passés qu'à la culture du peuplier.

## **ii - Des visions opposées de la place du peuplier en zone humide**

Comme le regain d'intérêt associé au peuplier est susceptible d'avoir des conséquences sur les hydrosystèmes, et plus particulièrement vis à vis des zones humides, la perception des acteurs rencontrés vis-à-vis de celui-ci a été recueillie.

Le rapport au peuplier est apparu comme très contrasté.

Certains acteurs ne sont pas particulièrement préoccupés par le peuplier, tandis que d'autres s'opposent complètement à son développement.

Un maire pense ainsi que le peuplier est peu intéressant d'un point de vue patrimonial et pour la biodiversité et a exprimé son hostilité à l'installation de peupliers sur sa commune. Un autre maire a indiqué ne pas souhaiter planter de nouveaux peupliers pour des raisons de rentabilités.

Le technicien de l'ONF a lui souligné que le peuplier n'est pas une essence objectif pour l'ONF et donc qu'aucune plantation n'est prévue dans le futur.

Le conseiller de la chambre d'agriculture a de son côté indiqué que la chambre a relativement peu de contact avec les popuiculteurs de par le faible revenu généré par le

peuplier en comparaison avec les grandes cultures. Selon lui, les agriculteurs s'intéressent généralement plus facilement au peuplier après la fin de leur activité professionnelle agricole. Des peupliers sont alors plantés dans leur parcelle et leur servent de complément de revenu pendant leur retraite. Cette information semble partagée par la plupart des acteurs interrogés. L'ingénieur de Forêt d'ici indique ainsi que le peuplier est avant tout vu comme un complément de revenus par les agriculteurs plus que comme une réelle manne financière. Le responsable de Garnica s'est dit quant à lui sceptique vis-à-vis de l'installation de peupliers sur les terres agricoles, non seulement à cause des revenus générés mais aussi pour des aspects purement stationnels, les cultures étant généralement présentes sur des sols trop séchants pour les peupliers. Effectivement le seul agriculteur interrogé s'est lui en revanche montré potentiellement intéressé par le peuplier en agroforesterie de par la croissance rapide de celui-ci, bien qu'il n'en cultive pas actuellement. Un entretien avec la chambre d'agriculture de l'Aube a souligné en revanche que la chambre est peu sollicitée pour des projets agroforestiers impliquant des peupliers, le paulownia monopolisant l'attention des agriculteurs intéressés par l'agroforesterie en tant qu'autre arbre à croissance rapide.

Certains acteurs cherchent davantage à favoriser le développement du peuplier et ne partagent pas la vision négative que certains peuvent avoir.

C'est notamment le cas des acteurs de la forêt privée et de l'industrie de la transformation du peuplier. L'historique des peupleraies au sein de la Champagne humide est au cœur de leur défense de ligniculture. Ils énoncent ainsi que le peuplier est aujourd'hui plutôt dans une phase de rebond que dans une phase de conquête effrénée et donc que les craintes d'un développement trop fort du peuplier sur le territoire ne sont pas justifiées.

De plus, ils soulignent le fait que la propagation du peuplier est limitée par le faible nombre d'unités stationnelles favorables à son implantation. En revanche, si l'acteur du CNPF estime peu probable l'installation du peuplier dans des forêts alluviales anciennement riches en frênes, ce point de vue ne semble pas être partagé par le représentant de Forêt d'ici. Si celui-ci ne conseille pas de planter systématiquement du peuplier dans les anciennes frênaies chalarosées, il reconnaît que c'est une solution que bon nombre de propriétaires choisissent pour reboiser de par la bonne rentabilité du peuplier en comparaison avec les autres essences adaptées aux stations les plus humides. Les acteurs interrogés ne se montrent pas inquiets vis-à-vis de l'installation de peupliers sur les zones les plus humides (stations marécageuses du *Guide des stations alluviales (Les milieux alluviaux - Guide pour l'identification des stations et choix des essences, 2010)*), ne serait-ce qu'à cause de la faible rentabilité attendue dans ces zones qui, selon eux, devrait décourager les propriétaires à planter. D'après l'ingénieur de Forêt d'ici, le souci se situe plus au niveau des stations les plus sèches (stations mésophiles du *Guide des stations alluviales*) qui sont plus susceptibles d'être plantées que les zones marécageuses. La crainte d'assèchement des zones humides par les peupliers est en outre perçue comme non fondée scientifiquement.

En revanche, d'autres problématiques environnementales émergent quand on interroge ces acteurs. Ainsi, la problématique des manchons de protection des plants de peuplier est perçue comme une grande menace pour les hydrosystèmes, de part notamment la pollution en microplastiques. Des propositions de protections nouvelles générations à base, par exemple, de laine de mouton existent ; toutefois, cela représente un surcoût pour les propriétaires. Le représentant de Forêt d'ici interrogé a indiqué qu'une coopération avec

le PNR ou d'autres partenaires publics pour subventionner ces protections serait un levier utile pour lever ce blocage.

Ces acteurs, que l'on peut qualifier de plutôt favorables à certaines formes de popucultures, perçoivent en revanche d'une manière légèrement différente les positions des autres acteurs vis-à-vis du peuplier. L'ingénieur de Forêt d'ici nous a confié que le peuplier suscite aujourd'hui une méfiance voire une hostilité chez bon nombre de parties prenantes. Le projet initial de création de la réserve naturelle nationale (RNN) de Seine Champenoise, visant au départ l'exclusion du peuplier, est pour lui un bon exemple de l'hostilité que suscite cet arbre. En revanche, les représentants du CNPF et de Garnica se sont montrés plus optimistes à ce sujet. La RNN de Seine Champenoise, qui dans son projet final a intégré le peuplier, est citée par le CNPF comme un exemple de réussite de concertation territoriale et de compromis environnemental. Ce dernier cite aussi les règles de subvention de l'opération "Merci le peuplier" qui peuvent être durcies à l'avenir en rendant obligatoire le diagnostic stationnel ou le recensement des habitats remarquables. Quant au représentant de Garnica, le volte face du PNR du marais Poitevin, passant d'une politique d'exclusion du peuplier à une politique d'encouragement, est pour lui signe d'une embellie à venir pour le peuplier et témoin là aussi des réussites potentielles des démarches de concertations territoriales.

En outre, peuplier et préservation de l'environnement sont loin d'être opposés d'après ces acteurs. Le responsable de Garnica cite ainsi les études montrant que des habitats de type mégaphorbiaies peuvent être plus facilement conservés en peupleraie que des milieux plus ouverts. Ce dernier signale se montrer ouvert à une pratique plus extensive du sous-étage de la peupleraie, tout comme les pratiques agroforestières.

L'ensemble de ces acteurs semble d'une manière générale ouvert à des pratiques de popucultures alternatives et se montrent dans une certaine mesure attentifs à établir une popuculture respectueuse de l'environnement.

## **b - Vision sur les futures actions possibles avec le PNR et le Syndicat mixte comme la remise en état des fonctionnalités du cours d'eau, les chantiers pilotes ou encore la mise en place d'une popuculture durable avec une attention portée sur les freins existants.**

### **i - Quels liens avec le PNR et le syndicat mixte ?**

Les relations avec le Parc Naturel Régional (PNR) et le syndicat mixte chargé de la gestion de la Voire semblent soumises à une grande variabilité selon les différents acteurs impliqués. Cependant, une majorité semble disposée à collaborer davantage avec le PNR. Celui-ci est largement perçu comme un élément favorable à l'intégration territoriale et comme un catalyseur de dialogue.

Prenons l'exemple de Garnica et du CNPF qui se montrent enclins à renforcer leur collaboration avec le PNR. Garnica ne voit pas le PNR comme un adversaire des peupliers et envisage plutôt de bénéficier de sa présence pour garantir une gestion environnementale adéquate et pérenniser ses activités sur le parc.

En revanche, au niveau des communes, la volonté de collaborer avec le PNR semble plus contrastée. En effet, sûrement du fait d'un manque de communication, un bon nombre d'habitants voient le parc comme une menace pour leurs droits ou activités économiques. L'amalgame est souvent fait entre Parc National (notamment depuis la

création du parc national de forêt) et PNR. Un maire a néanmoins exprimé sa grande motivation à intégrer le PNR dans ses projets.

Les communes, en leur qualité de membres du syndicat mixte, sont habituées à travailler avec celui-ci. Cependant, il en va tout autrement pour bon nombre d'autres acteurs. Par exemple, l'Office National des Forêts (ONF) semble entretenir peu de liens avec le syndicat mixte. Cette situation peut s'expliquer par la volonté de l'ONF de maintenir le statu quo concernant les cours d'eau, accentuée par le fait que le syndicat mixte considère que les cours d'eau en amont se portent mieux et donc qui ne considère pas d'actions prioritaires à réaliser à cet endroit.

## **ii - Quelles sont les actions envisageables ?**

Par rapport au cours d'eau, la totalité des acteurs est sensible à son bon fonctionnement et donc à la préservation des ripisylves. Les actions envisagées par les mairies sont la mise en place de paiements environnementaux pour la restauration des ripisylves. Forêt d'Ici encourage et accompagne déjà les propriétaires dans la gestion et le bon état de la ripisylve. Les acteurs sont également en faveur d'une valorisation économique de cette ripisylve. Il y a plusieurs pistes à explorer : valorisation fourragère pour la chambre d'agriculture et le PNR ? Commercialisation de bois d'œuvre issus des ripisylves pour l'ONF et les communes ? Le représentant de Garnica est ouvert à des tests de déroulage d'essences autres que le peuplier comme le bouleau. Il est aussi envisageable d'élargir la bande tampon autour de la ripisylve, avec par exemple pour les peupleraies une gestion plus extensive au niveau des rangs les plus proches du cours d'eau. Enfin des chantiers plus lourds comme les reméandrages sont aussi envisageables à condition de trouver des accords et des financements. C'est néanmoins une action qui semble capter toute l'attention du syndicat mixte ou des mairies.

Concernant le peuplier, la totalité des acteurs est en faveur de la mise en place d'une charte de populiculture durable. Il y a plusieurs axes de réflexions à envisager : où implanter le peuplier, quelles stations adaptées ? Comment limiter le nombre de passages ? Comment limiter les impacts sur le paysage ? L'agroforesterie est aussi une piste à explorer pour bon nombre d'acteurs et serait potentiellement encouragée par le PNR. L'agroforesterie est encore très peu développée dans la région même s'il y a quelques exemples d'agriculteurs qui fauchent ou laissent paître des animaux sous les peupliers. À noter que l'agroforesterie est subventionnée par la chambre d'agriculture.

Enfin, suite à la rencontre avec l'ONF, un projet de reboisement d'une parcelle communale en chêne pédonculé avec du peuplier en accompagnement a été mentionnée. Après présentation de cette initiative au maire, de nombreuses idées ont été abordées et notamment celle d'y réaliser une parcelle pilote. Selon lui, cette parcelle pilote serait un bon outil pour expérimenter un itinéraire sylvicole novateur et ainsi servir de vitrine en termes de gestion de cours d'eau, ripisylve, populiculture et gestion de forêts alluviales. Ces deux acteurs que sont la mairie et l'ONF sont motivés à réaliser ce projet et souhaitent recevoir l'appui du PNR dans sa réalisation. Les grands principes de ce projet, se situant à Droyes, sont décrits dans la fiche de description du projet de parcelle pilote en annexe 4.

### **iii - Les difficultés des acteurs pour aller plus loin**

Lors de notre tour des acteurs, nous avons constaté tout un nombre de difficultés qui limitent les possibilités de restauration du bon état écologique du bassin versant de la Voire. Une difficulté principale est la divergence des intérêts des acteurs. Prenons l'exemple de l'incision du cours d'eau : l'intérêt du PNR et du SMABV est de restaurer le bon état du cours d'eau en refavorisant l'écoulement en surface, mais cela n'est pas dans l'intérêt (du moins direct) des agriculteurs qui verraient leurs champs ou prairies inondées beaucoup plus souvent qu'actuellement. Ces problèmes d'intérêts différents peuvent être accentués par un manque de communication. En effet, le rôle des ripisylves n'est pas forcément bien connu des agriculteurs, et peut-être que des actions seraient plus facilement mises en place si un travail de sensibilisation au bon fonctionnement du cours d'eau et à la préservation de la ripisylve était mis en place. Les missions du PNR et l'accompagnement qui peut être apporté, parfois même pour valoriser des pratiques déjà existantes, ne sont pas non plus bien comprises pour un certain nombre d'acteurs, notamment les agriculteurs. Pour les forestiers, il y a aussi un manque d'informations important concernant le peuplier et un nombre important de préjugés sur la culture de cette essence. Un autre problème majeur est l'absence de marché pour la valorisation des essences locales comme l'aulne, même si un maire nous a dit qu'il arrive à vendre son aulne à bon prix. Par ailleurs, il semble y avoir un manque d'expertise : par exemple, peu de personnes savent quoi faire après un dépérissement de frêne et mettent du peuplier derrière par défaut. Ce manque d'expertise est également visible au niveau du cours d'eau. Par exemple, des seuils ont été enlevés sans grande concertation ou étude d'impact préalable. Enfin, et c'est encore plus vrai en bord de cours d'eau, de nombreuses difficultés sont rencontrées, pour la mise en place de projets à grande échelle ou de gestion cohérente sur tout le cours d'eau, à cause du parcellaire très morcelé. Pour mettre en place de nouvelles pratiques il faut réussir à convaincre une multitude de petits acteurs privés, et cela peut prendre beaucoup de temps ...

Nos différents entretiens nous ont permis de mieux cerner les préoccupations des acteurs et d'identifier les différents points de blocage. Nous avons été étonnés par le manque de connaissances d'un certain nombre d'acteurs concernant la populiculture ou les ripisylves. Nous nous sommes aussi rendus compte à travers les différents entretiens que les acteurs échangent peu ou quasiment pas sur notre thématique d'étude, et que ce manque de communication ne permet pas actuellement d'avancer efficacement notre thématique d'étude.

## **2 - Résultats des relevés effectués sur le terrain**

### **a - Sur le cours d'eau et son fonctionnement en lien avec la présence de ligneux**

#### **i - Description et analyse des données**

La campagne de terrain a permis la mise en place d'une base de données rassemblant les caractéristiques relevées sur le cours d'eau. Les caractéristiques relevées concernent la nature du cours d'eau, l'état des berges, la présence et la caractérisation des ligneux présents en bord de cours d'eau, les embâcles et les modifications apportées par

l'humain sur le cours d'eau (annexe 2). Toutes ces données permettent de dégager des grandes tendances sur le fonctionnement des cours d'eau en lien avec le ligneux.

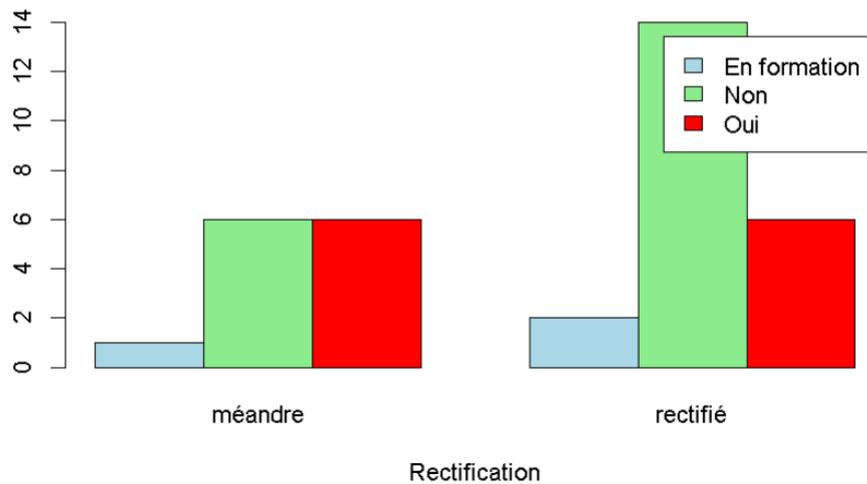
## **ii - Analyse statistique des données sur R**

Avant tout, il est important de signaler que notre échantillon, de par sa taille, ne permet pas une analyse statistique précise mais que l'ensemble des observations met en évidence certains constats ou certaines tendances. L'objectif est donc surtout d'illustrer des situations que nous avons régulièrement observées. Nous présentons par la suite les tendances générales ainsi que les quelques résultats statistiquement significatifs. L'analyse statistique de notre échantillon corrobore les informations de la littérature sur les thématiques présentées par la suite.

Les tronçons échantillonnés montrent une grande diversité de conditions le long des cours d'eau étudiés, avec des variations significatives en termes de stabilité, végétation et érosion. La restauration ou la protection de la ripisylve, ainsi que le contrôle des embâcles, sont essentiels pour maintenir ou améliorer la stabilité et la santé écologique des berges. Les efforts de gestion devraient se concentrer sur les zones instables et érodées, particulièrement celles avec des incisions importantes.

### 1. Embâcles et zones d'atterrissement

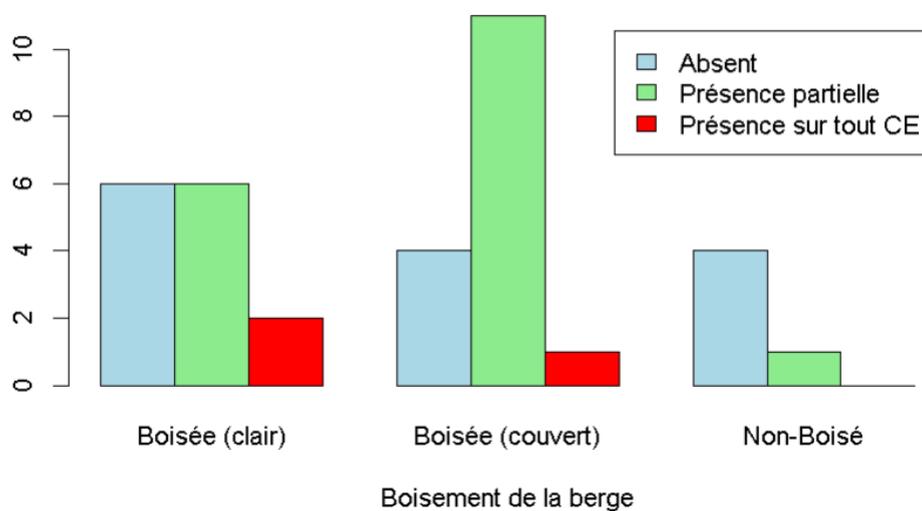
Les embâcles partiels et les zones d'atterrissement sont présents dans plusieurs placettes, mais n'affectent jusqu'ici que très partiellement la dynamique du cours d'eau. En effet, aucune modification notable de la morphologie n'a été observée pour l'instant mais certains arrachements annoncent que ces modifications arriveront bien dans les décennies futures. En proportion, le nombre de zones d'atterrissement est moins important pour un cours d'eau rectifié que pour un cours d'eau avec des méandres (figure 10). Cela s'explique par le fait que dans un cours d'eau non rectifié, les méandres et la faible vitesse de l'eau favorisent le dépôt des sédiments sur les berges, la genèse des zones d'atterrissement est donc moins importante dans un cours d'eau rectifié.



**Figure 10 :** graphique représentant le nombre de zones atterrissements en fonction de la rectification du cours d'eau.

Concernant les arrivées d'eau latérales présentes dans quelques placettes, celles-ci influencent localement l'hydrologie. Quand l'embâcle est disposé de manière totale sur toute la longueur du cours, l'incision récente est moins importante voire nulle, ce phénomène est accentué lorsqu'il y a présence d'embâcles avec végétation vivante en bord de berges. De plus, les embâcles favorisent l'installation de la végétation sur les berges.

La figure 11 montre le lien entre la présence d'embâcles et le boisement des berges.



**Figure 11 :** graphique représentant le nombre de situations observées pour chaque type de boisement de berge en fonction de la présence ou absence d'embâcles.

Ainsi, lorsque les berges sont à nues on ne retrouve aucun embâcle total, la vitesse des cours d'eau n'est donc freinée par d'aucune manière. A l'inverse lorsque les berges ont un couvert végétal, en particulier lorsqu'il s'agit de gros bois, on retrouve plus d'embâcles qui

obstruent partiellement le cours d'eau, permettant ainsi de ralentir la vitesse d'écoulement de l'eau et donc, de diminuer l'incision du lit des cours d'eau. Ceci est très souvent lié à la linéarité des cours d'eau. En effet, les cours d'eau rectifiés ont souvent des berges qui n'ont pas été boisés après les travaux de rectifications : les berges sont donc à nues. Il y a alors un double effet qui se combine. D'une part, la rectification du cours d'eau accélère la vitesse d'écoulement de l'eau des ruisseaux, et d'autre part, le manque d'embâcles naturels dû au manque de végétation sur les berges ne permet pas de ralentir la vitesse d'écoulement de l'eau et donc accentue l'incision du fond du lit des cours d'eau.

Il est donc important de considérer les embâcles comme un levier d'action pour retrouver un bon état du cours d'eau. Souvent considérés comme des obstacles indésirables, les embâcles ont en réalité bien des atouts. Ils permettent notamment de freiner la vitesse d'écoulement, avec les effets favorables que nous avons déjà détaillés comme ralentir l'incision du lit. Les embâcles ont aussi une action filtrante des éléments grossiers qui sont ainsi stoppés. Enfin, les embâcles n'étant jamais totalement imperméables, les branches permettent à la faune marine de remonter les cours d'eau sans soucis. Les embâcles naturels constituent donc des refuges pour les poissons. Au niveau d'embâcles naturels, il se développe un écosystème fluvial important et essentiel pour avoir un cours d'eau en bon état.

## 2. Composition du lit

La majorité des fonds de lits ont une granulométrie limoneuse mais, on retrouve tout de même de temps en temps des lits composés de petits graviers. La présence de ces petits graviers se retrouvent le plus souvent en aval des zones d'habitation ou zones d'exploitation agricole (champs cultivées).

Lorsque les cours d'eau traversent des zones forestières ou des prairies humides, souvent des zones agricoles de pâturages, le fond des lits est alors systématiquement composé d'une granulométrie limoneuse.

## 3. Occupation pied de berge et stabilité

La végétation est principalement boisée mais de manière parsemée avec de nombreux tronçons où il y a des berges nues. La ripisylve varie beaucoup en largeur, elle se compose très généralement d'une simple bande linéaire de 1 à 2 m. Peu d'échantillons ont une ripisylve importante. Une forte corrélation entre la présence de ripisylve en pied de berge et la stabilité des berges est observée. Il est indéniable que les zones sans ripisylve ou avec une faible bande de végétation sont bien plus instables. Les zones très incisées sont d'autant plus touchées par ces problèmes d'instabilités. Néanmoins, certaines zones très incisées retrouvent une stabilité partielle grâce à l'installation d'une ripisylve en pied de berge. En effet, nous avons montré que plus le pourcentage de recouvrement de ligneux est important en pied de berge plus la berge est stable. Si ce recouvrement est supérieur à 75% alors la stabilité de la berge est observée de manière systématique. Avec un recouvrement des ligneux supérieur à 50% en pied de berge couplé avec une large bande boisée en haut de berge alors la berge est également stable systématiquement. A l'inverse avec un pourcentage de recouvrement de ligneux de la berge inférieure à 25% la berge est systématiquement instable.

#### 4. Hauteur des berges

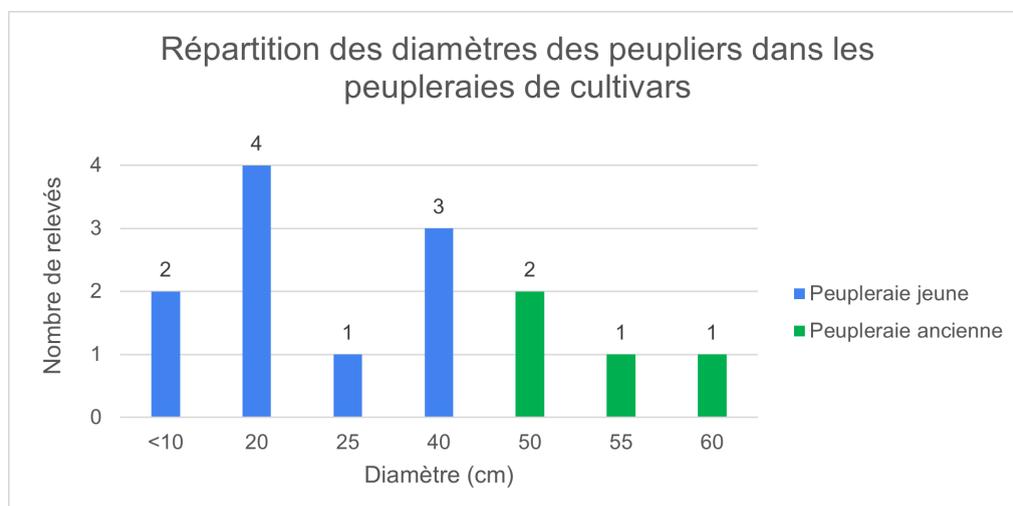
La hauteur des berges varie considérablement, allant de quelques centimètres à plus de 2 m. Les incisions récentes sont présentes dans plusieurs placettes, avec des hauteurs d'incision allant jusqu'à 2,10 mètres. Elle accentue les problèmes de stabilité sur les berges puisqu'on montre une corrélation claire entre incision récente et stabilité de la berge.

### **b - Peupleraies cultivées**

L'étude des peupleraies doit permettre de comprendre les pratiques sylvicoles concrètement usitées dans la région, la prise en compte effective de la station pour l'installation des peupliers et la dynamique naturelle de la végétation sous les peupliers dans une optique de biodiversité et de relai du couvert arboré. Nous avons effectué des relevés sur 14 peupleraies dans le bassin versant de la Voire.

#### **i - Structure en classe de diamètres des peupleraies**

Les peupleraies étudiées ont des hauteurs dominantes allant de 4 mètres à 40 mètres. Une distinction est effectuée pour l'étude de la dynamique naturelle entre peupleraies jeunes et peupleraies anciennes abandonnées (diamètre des peupliers supérieur au diamètre d'exploitabilité de 45 cm). Nous obtenons ainsi 9 peupleraies jeunes et 5 peupleraies anciennes.



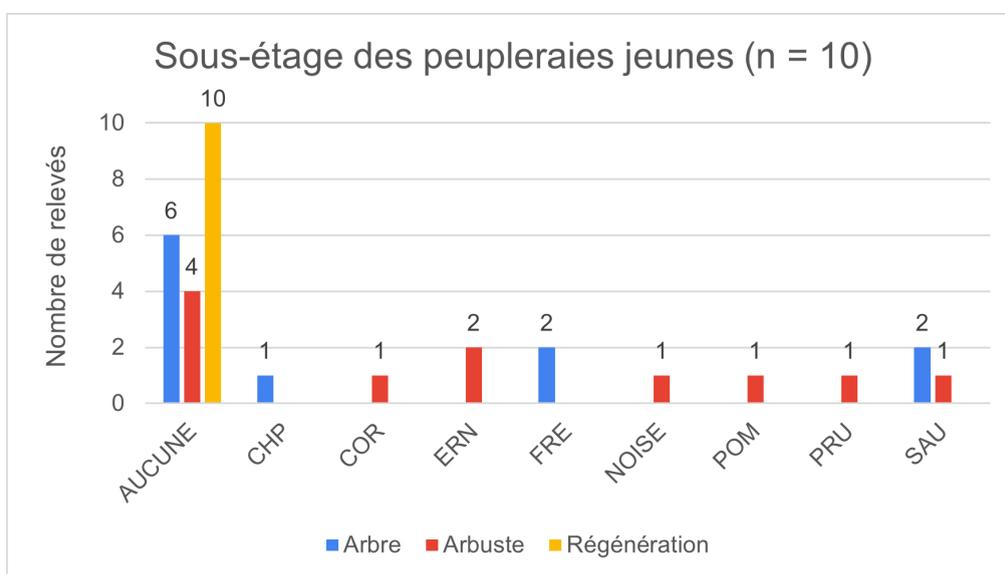
**Figure 12 :** diagramme représentant la répartition des diamètres moyens des peupliers au sein des peupleraies étudiées.

Les lignes et interlignes les plus fréquents observés sont de 6 x 6 mètres et de 6 x 7 mètres, au contraire des recommandations de 6 x 8 mètres de la Chambre d'Agriculture. La distance entre les peupliers dans la ligne augmente de façon générale avec celle dans l'interligne, aboutissant soit à des peupleraies plantées très denses soit très peu denses.

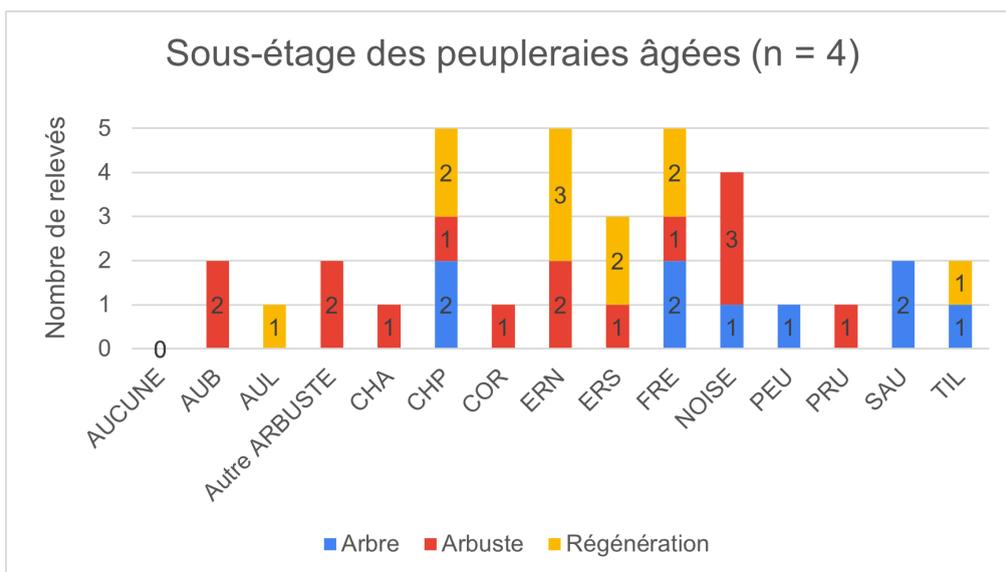
## ii - Dynamique naturelle

Une grande diversité d'essences arborées et arbustives peuvent s'installer sous les peupleraies, mais elles s'expriment préférentiellement dans des peupleraies âgées où les traitements sylvicoles sont moins fréquents et l'ambiance forestière a eu plus le temps de s'installer. Cette diversité dépend donc des modalités d'intervention sylvicole.

La différence de diversité entre les peupleraies jeunes et âgées est frappante : malgré un échantillon bien plus faible, une plus grande quantité et diversité d'essences a été relevée dans les peupleraies âgées. La diversité d'essences à potentialités sylvicoles s'installant est satisfaisante, avec une présence intéressante du chêne pédonculé et de l'érable sycomore. Le frêne est également très dynamique mais son avenir est plus compromis de part l'épidémie de chalarose dont il est victime. Il semble ici important de rappeler que la diversité des essences ligneuses participe également à la biodiversité par la fourniture de nombreux habitats.

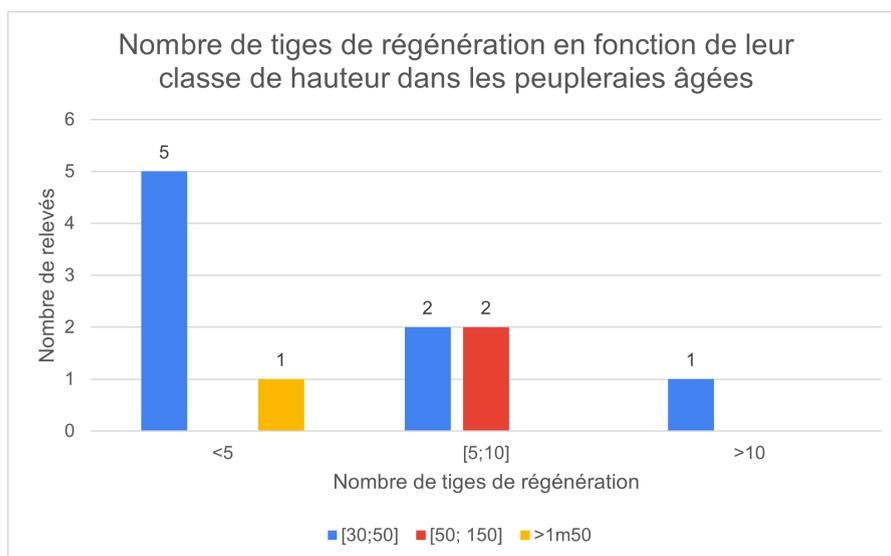


**Figure 13 :** diagramme représentant l'incidence des différentes situations de sous étage dans les relevés des peupleraies jeunes.



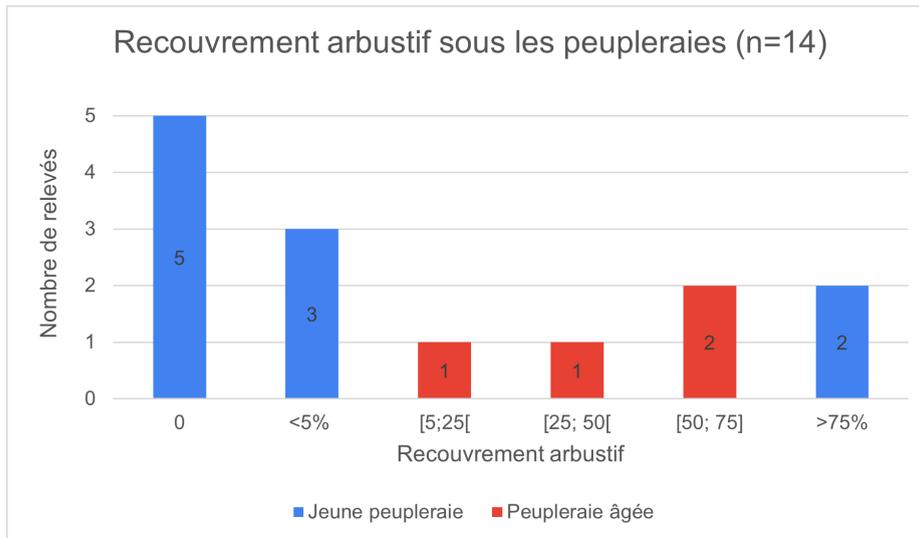
**Figure 14 :** diagramme représentant l'incidence des différentes situations de sous étage dans les relevés des peupleraies âgées.

Dans la régénération, la plupart des tiges étaient toutefois de petite taille. Peu de tiges de grande taille ont été constatées. Cela suscite des interrogations sur la quantité de régénération présente en peupleraie âgée.



**Figure 15 :** diagramme de l'incidence parmi les relevés de peupleraies âgées des tiges de régénération par taille et par effectif.

Le recouvrement arbustif sous les peupleraies jeunes est inférieur à 5 % dans 80 % des cas. Cela est dû au broyage et au manque de temps pour la végétation arbustive de d'installer après une plantation de peupliers. Dans la plupart des peupleraies âgées et pour deux peupleraies jeunes abandonnées, le recouvrement arbustif est au moins supérieur à 50 %, ce qui peut causer à terme un problème pour l'installation de la régénération, dans le cas où un reboisement en feuillus diversifiés serait envisagé. Cela signifie que le passage d'une peupleraie à un peuplement feuillu ne peut que difficilement se faire sans enrichissement de la parcelle.

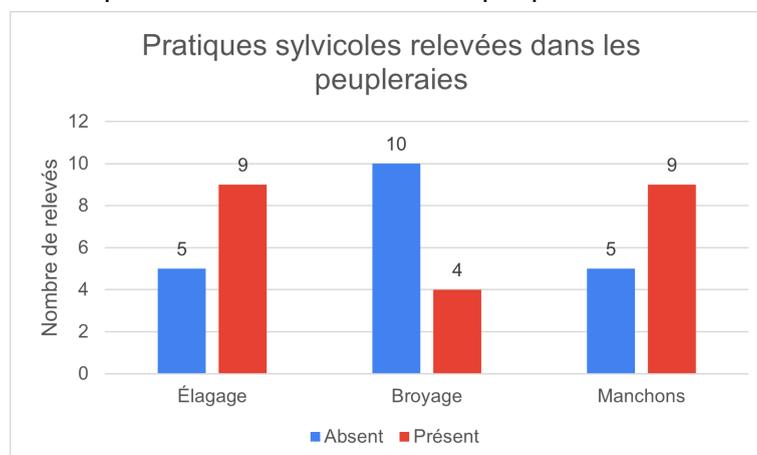


**Figure 16 :** diagramme représentant l'incidence de recouvrement arbustif parmi les relevés de peupleraies.

La strate basse est d'intérêt en peupleraie en termes d'essences et de diversité mais s'installe assez tardivement dans la dynamique naturelle, ce qui vient en opposition avec les courtes rotations préconisées dans les itinéraires actuels du peuplier. Elle présente également un souci de quantité et se heurte aux arbustes s'installant plus vite, ce qui peut entraîner en gestion la nécessité d'un enrichissement par placeaux en essences-objectifs ou une coupe progressive de la peupleraie.

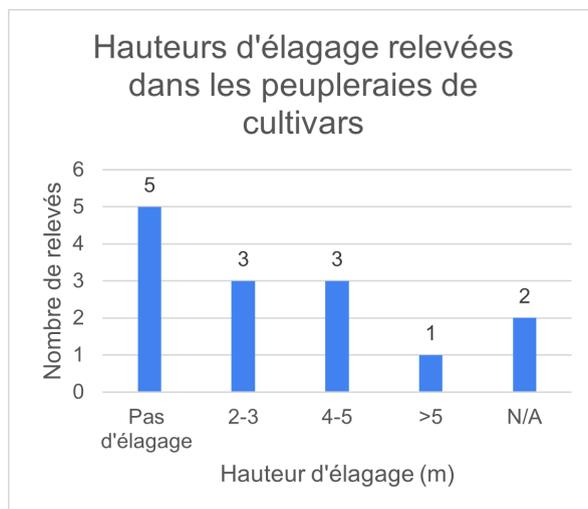
### **iii - Pratiques sylvicoles**

L'utilisations de manchons est une pratique présente dans plus de 60 % des cas, et l'élagage est également effectué dans plus de 60 % des cas, mais ces pratiques ne sont pas systématiques. La pratique du broyage n'a été relevée que dans moins de 30 % des peupleraies. En retirant les points situés dans les peupleraies abandonnées, la pratique du broyage n'est présente que dans moins de 50 % des peupleraies entretenues.



**Figure 17 :** diagramme représentant l'incidence des différentes pratiques sylvicoles usuelles (élagage, broyage et pose de manchons) parmi les relevés de peupleraie.

L'élagage conseillé dans les guides sylvicoles se situe autour de 6 à 7 mètres de hauteur. Cependant, nous n'avons que rarement observé sur le terrain, dans les peupleraies matures, un respect de cette hauteur d'élagage.



**Figure 18 :** diagramme représentant l'incidence des hauteurs d'élagage parmi les peupleraies relevées.

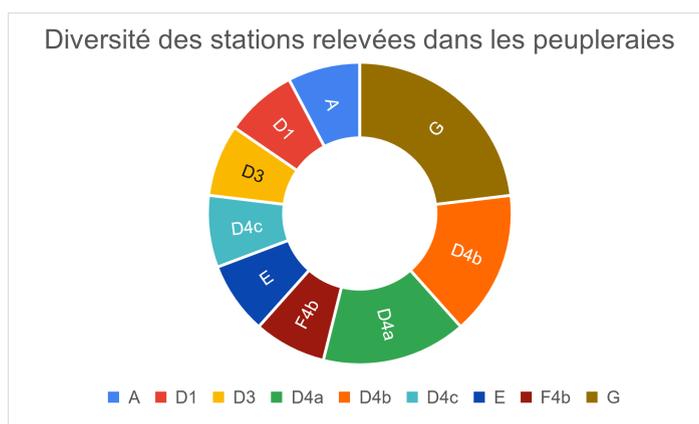
En conclusion, les itinéraires sylvicoles du peuplier, bien que détaillées et précis dans la documentation existante, ne sont que rarement poussés jusqu'au bout. Cela peut être dû à un manque de moyen, de temps, par oubli ou car les propriétaires qui plantent du peuplier ne réalisent pas que, plus encore que les autres arbres, le peuplier doit être entretenu régulièrement. Il peut en résulter des peupliers de moins bonne qualité que celle attendue avec un tarif de cubage moins élevé qui aboutit in fine à un investissement pas rentabilisé pour le propriétaire.

Par ailleurs, à travaux sylvicoles égaux, les peupleraies « poussées » au-delà du diamètre d'exploitabilité n'ont pas présenté de dégradation de qualité par rapport aux peupleraies en dessous de l'âge d'exploitation.

#### **iv - Adaptation à la station**

Les stations relevées correspondent au *Guide des stations alluviales (Les milieux alluviaux - Guide pour l'identification des stations et choix des essences, 2010)*.

9 stations différentes ont été relevées dans les peupleraies pour seulement 14 relevés.



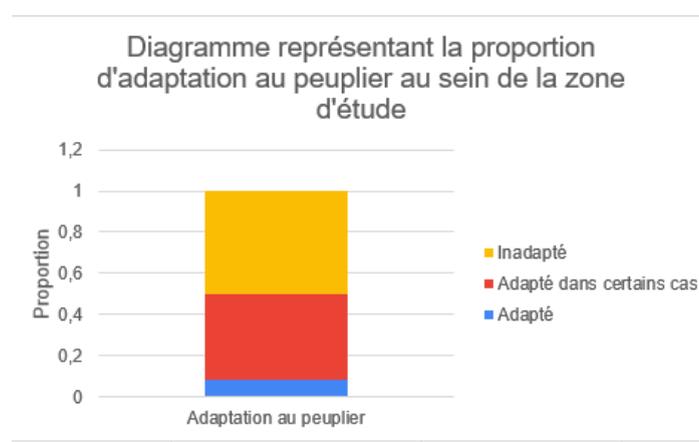
**Figure 19 :** diagramme circulaire représentant la diversité des stations relevés d’après le guide des stations alluviales.

**Toutes ces stations ne sont pas adaptées pour le peuplier cultivé.** La vigilance du PNRFO et des propriétaires sur l’adaptation de la station lors de la plantation du peuplier est d’une importance capitale. Le PNRFO pourrait ainsi envisager des compromis sur l’implantation du peuplier lorsque la station est en effet optimale.

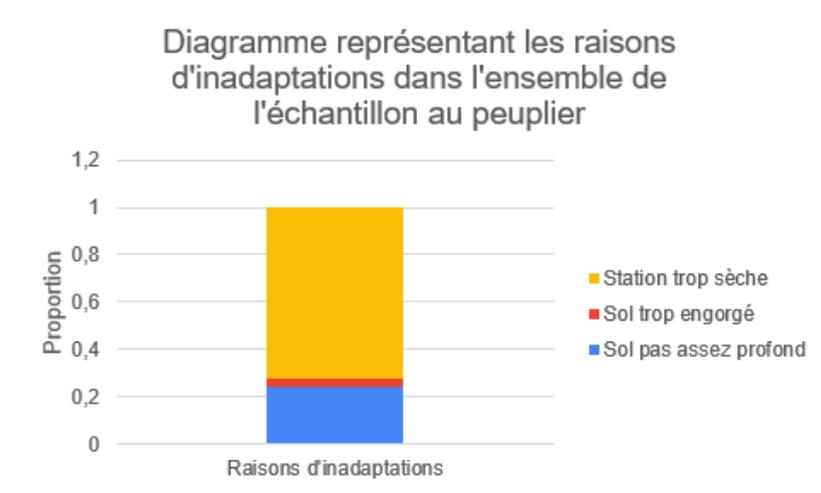
À partir du Guide des stations alluviales, nous avons pu classer les stations en fonction de leur fertilité pour le peuplier en trois catégories : adapté / adapté dans certains cas / inadapté.

La catégorie « Inadapté » indique que le peuplier n’a pas sa place dans la station, soit parce qu’il risque de dépérir, soit parce que ses conditions de croissance rendent son exploitation peu ou pas rentable pour le propriétaire. La catégorie « Adapté dans certains cas » signifie que certains cultivars sont inadaptés à la station et que l’installation du peuplier est sous condition d’un choix minutieux de cultivar adapté aux conditions stationnelles et la catégorie « Adapté » signifie que le peuplier a de bonnes conditions de croissance qui garantissent une bonne rentabilité pour le propriétaire.

Voici les résultats d’adaptation pour le peuplier :



**Figure 20 :** diagramme représentant les proportions d’adaptations stationnelles du peuplier dans la zone d’étude.



**Figure 21 :** diagramme représentant les raisons d'inadaptations stationnelles du peuplier dans la zone d'étude.

La condition limitante de fertilité du peuplier est la sécheresse de la station. Notre zone d'étude étant riche en zone humide et le peuplier étant parfois connu pour être installé très souvent à tort dans ces zones, ce résultat peut sembler de prime abord surprenant. Cependant, sur l'ensemble des points prospectés, y compris hors peupleraie, ces stations trop sèches (station G mésophile du guide des stations alluviales) sont le type de station le plus courant.

Ceci est à mettre en lien avec l'incision du cours d'eau qui a tendance à abaisser par la même occasion le niveau de la nappe et à donc assécher les stations. Le mauvais état des cours d'eau peut donc être une menace pour la populiculture en restreignant le nombre de stations favorables.

### **c - Forêts de feuillus autres que le peuplier cultivé**

Nous avons également effectué en aval 13 relevés dans des peuplements en zone humide non situés à proximité directe d'un cours d'eau. Ces peuplements correspondent aux « forêts mélangées » hors amont et à certaines « ripisylves larges ». La diversité des peuplements que nous avons relevés est remarquable (tableau 4).

Peuplement	Nombre
Chênaie-charmaie	2
Peupleraie indigène	3
Aulnaie (pure ou mixte)	3
Robiniaie	2
Frênaie-ébraleie riche	3

**Tableau 4 :** types de peuplements observés dans les zones humides du bassin versant.

Il est intéressant de noter qu'il y a une certaine dichotomie entre l'amont et l'aval du cours d'eau. En effet, les chênaies sont plutôt situées en amont, avec des peuplements typiques de la sylvoécocorégion de la Champagne humide. A l'inverse, les érable-frênaies sont plutôt situées à l'aval, et leur composition est plus typique des zones calcaires.

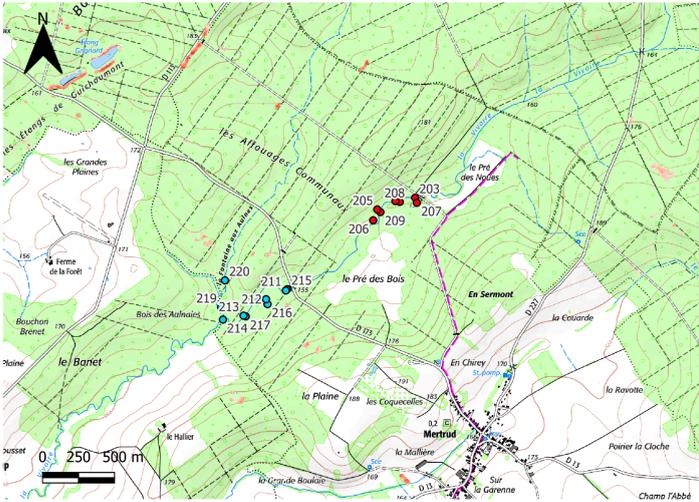
Ces peuplements sont naturels ou plantés, gérés ou abandonnés. Dans tous les cas, ils participent à maintenir la diversité des habitats et présentent souvent des potentialités sylvicoles intéressantes pour peu qu'une gestion sylvicole, au moins extensive, leur soit appliquée. La présence d'essences à bonne valorisation possible (chêne, érable, aulne, peuplier, robinier) rend ces peuplements intéressants sur le plan économique. Leur gestion sylvicole est à prendre au cas par cas, et nous vous invitons pour cela à vous tourner vers l'ONF, le CRPF et les experts forestiers.

À l'exception des robiniaies exotiques, il faut toutefois noter qu'il faut viser à conserver, maintenir et développer ces peuplements car leur valeur écologique est très forte parce qu'ils abritent une grande diversité d'habitats adaptés aux espèces indigènes du territoire, issus d'une coévolution millénaire.

En particulier, nous avons pu remarquer en aval de notre zone d'étude la présence d'aulnes de francs pieds particulièrement bien conformés et d'hauteur supérieur à 30 mètres. Une analyse stationnelle a révélée que ces zones sont des stations de type E dans le guide des stations alluviales (*Les milieux alluviaux - Guide pour l'identification des stations et choix des essences*, 2010) ("Station à frêne et à érable des petits cours d'eau des plateaux calcaires"). Ce type de station correspond à la station type d'aulnaie-frênaie de fond de vallons" selon la classification de Sylvain Gaudin du CNPF (*L'Aulne glutineux en Champagne-Ardenne*, Gaudin et al., 1999) qui est la meilleure station pour les aulnes en termes de fertilité. Ces peuplements sont donc d'un grand intérêt non seulement écologique mais aussi sylvicole.

Nous remarquons également que des peupleraies indigènes de peuplier tremble et de peuplier grisard existent, avec l'observation une fois d'un début de régénération de peuplier blanc. La présence de tels peuplements indigènes montre la possibilité d'une alternative aux clones exotiques tout en maintenant la production de bois de peuplier, avec l'avantage écologique de maintenir un peuplement indigène et adapté au territoire.

## d - Prospection en bord de Vivoire, étude du lien entre massif forestier et cours d'eau en amont de la Voire.



**Figure 22 :** cartes des placettes sur la Vivoire et le Corrupt.

Pour comprendre le fonctionnement d'un cours d'eau comme la Voire, il est nécessaire de s'intéresser aux cours d'eau à son amont et à son aval qui influencent fortement sa dynamique, par leur charriage de sédiments, leur vitesse d'écoulement et les ouvrages qui les modulent. Une prospection a donc été effectuée sur la Vivoire, un affluent de la Voire, et le Corrupt, un affluent de la Vivoire. Ces deux cours d'eau sont bordés par la forêt communale de Mertrud, et sont donc inclus dans un massif forestier. Cette situation est différente de celles observées sur la Voire et un lien massif forestier - cours d'eau peut ainsi être étudié. Une version simplifiée du protocole a été utilisée (annexe 2), en conservant uniquement les parties *Forêt* et *Cours d'eau*. Les relevés sur le cours d'eau

sont effectués sur des tronçons de 150 m.

Il a été constaté que la Vivoire est un cours d'eau sinueux ou rectifié selon les tronçons, jamais méandré. Il est large de 3 m à 6 m et est très incisé (40 cm d'incision en moyenne), avec des hauteurs de berges importantes (jusqu'à 1,5 m). Les berges sont en pente verticale et instables par zones. Les embâcles sont relativement fréquents, et de nature variable (branches mortes, troncs...), mais ils ne sont pas tous en contact direct avec l'eau, car ceux qui reposent de part et d'autres de la berge sont trop hauts (le cours d'eau est profond à cause de l'incision). Le Corrupt n'a été étudié que sur un tronçon. Il est beaucoup moins large donc moins influent en termes d'humidité de la zone, mais il est moins incisé, moins profond et non rectifié, donc plus fonctionnel et moins déconnecté des abords de la berge.



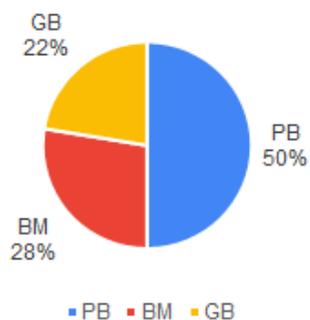
@ Etudiants AgroParisTech  
Photo de la Vivoire, incisée et rectifiée

6 relevés stationnels ont été effectués et 4 d'entre eux indiquent que les parcelles de part et d'autre du cours d'eau sont peu humides (*Les milieux alluviaux - Guide pour l'identification des stations et choix des essences*, 2010). Cela s'explique par la profondeur du cours d'eau et son pouvoir drainant. La nappe est alors en profondeur et les arbres de la zone humide aux abords du cours d'eau n'y ont pas ou peu accès. Les deux stations hydromorphes relevées se situent entre le cours d'eau actuel et son ancien lit. Les surfaces concernées sont donc entourées de réservoirs d'eau, et de ce fait beaucoup plus humides. En conclusion sur les observations du cours d'eau, la Vivoire est peu connectée à ses berges et à la zone autour, identifiée tout de même comme une zone humide, est peu fonctionnelle. La partie la plus en aval de la Voire (avant qu'elle ne se jette dans l'Aube) a aussi été explorée, et ce mauvais état du cours d'eau se prolonge à cause de l'érosion régressive qui provoque l'incision. Aucun cours d'eau en bon état n'a donc été observé, pour servir d'état de "référence". Les annexes hydrauliques, souvent d'anciens lits, avant intervention humaine servent donc d'état de "référence".

Pour ce qui est du peuplement, deux ensembles homogènes ont été définis, le premier contient les placettes 203 à 209 et le second les placettes 211 à 220 (figure 22). Les essences relevées, à proportions variables, sont l'aulne glutineux, le frêne commun, le peuplier tremble, l'érable champêtre, le charme et le chêne pédonculé. La surface terrière moyenne du premier ensemble est de 16,6 m<sup>2</sup> / ha, avec une structure déficitaire en Gros Bois (proportion mesurée avec la surface terrière)

Les perches sont d'essences variées, mais le charme (en taillis) est majoritaire. Des perches d'aulnes et de chêne pédonculé ont aussi été relevées (figure 23).

Structure moyenne du peuplement dans les placettes 203 à 209



Proportion de perches par essence sur les placettes 203 à 209

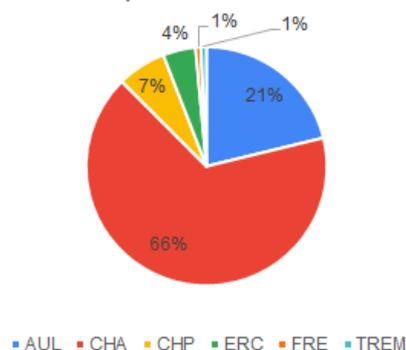


Figure 23 : données de peuplement sur les placettes 203 à 209.

Dans le second ensemble (placettes 211 à 220), les mêmes essences sont relevées, mais la structure est très différente puisque cette fois ce sont les petits bois qui sont déficitaires (proportion mesurée avec la surface terrière). Les Gros bois sont quant à eux très présents.

Les perches relevées sont de principalement trois essences, dont une large majorité de charmes en taillis, comme dans le premier ensemble (figure 24).

Structure moyenne du peuplement dans les placettes 211 à 220

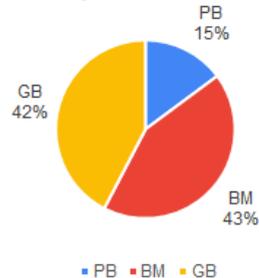
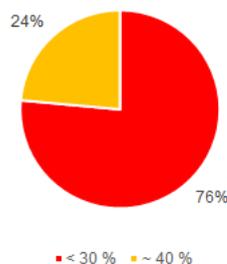


Figure 24 : données de peuplement sur les placettes 211 à 220

Dans les deux ensembles, la majorité des essences sont en bon état sanitaire à l'exception des frênes, tous dépérissants, et des aulnes, en partie dépérissants. La taille du houppier des aulnes par rapport à la taille totale de l'arbre a été évaluée, et nous considérons que lorsque le houppier occupe moins de 30% de la taille totale, l'arbre subit une compétition forte, et il n'est pas possible de réorienter significativement l'avenir sylvicole de ces peuplements (figure 25). Dans les placettes, relevées, de nombreux aulnes ont un houppier trop étriqué, surtout dans le premier ensemble. Ainsi, sans intervention humaine, le peuplement se densifie et les aulnes, qui supportent mal la compétition, dépérissent alors même qu'ils sont dans des stations adaptées.

Taille du houppier des aulnes par rapport à la tailles des aulnes (placettes 203 à 209)



Taille du houppier des aulnes par rapport à la tailles des aulnes (placettes 211 à 220)

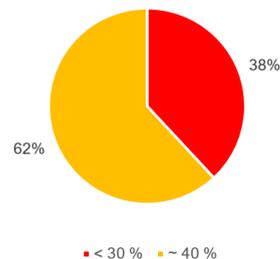


Figure 25: Etat sanitaire des aulnes dans les deux ensembles

Pour conclure sur les observations de ce massif forestier en bord de cours d'eau, il a été constaté que par son incision et sa profondeur, le cours d'eau est déconnecté du peuplement. Les arbres qui y poussent n'ont donc que peu accès à la nappe. De plus, comme la zone ne subit aucun traitement sylvicole, les arbres sont en forte compétition, contexte peu favorable à la sylviculture de l'aulne. Il serait donc intéressant ici d'utiliser cet espace comme un atout de sylviculture, en améliorant la fonction hydrologique (meilleure connexion entre les berges et le cours d'eau), pour rétablir sa fonction de zone tampon et redonner un accès à l'eau aux arbres. Il serait alors possible de viser une sylviculture d'arbres à haute valeur ajoutée, en ne sélectionnant que quelques belles tiges dans le

peuplement, et en travaillant pour elles, pour enfin les exploiter et les sortir avec précaution de cette zone humide.

#### IV - Solutions proposées

Au cours de l'étude, nous avons observé des cours d'eau fortement incisés qui ne rendent pas les services attendus et des zones humides beaucoup moins fonctionnelles du fait de cette forte incision sur les cours d'eau. Même si le végétal ligneux ne peut pas apporter toutes les solutions, les arbres et arbustes peuvent contribuer au meilleur fonctionnement des hydrosystèmes. Ainsi, à la lumière des résultats obtenus et des rencontres avec les acteurs, nous proposons un ensemble de 11 fiches techniques pouvant chacune répondre à une problématique, selon la volonté des acteurs concernés. Il en découle une clé (figure 26) ayant vocation à guider l'utilisateur d'un contexte vers la fiche la plus proche de sa volonté.

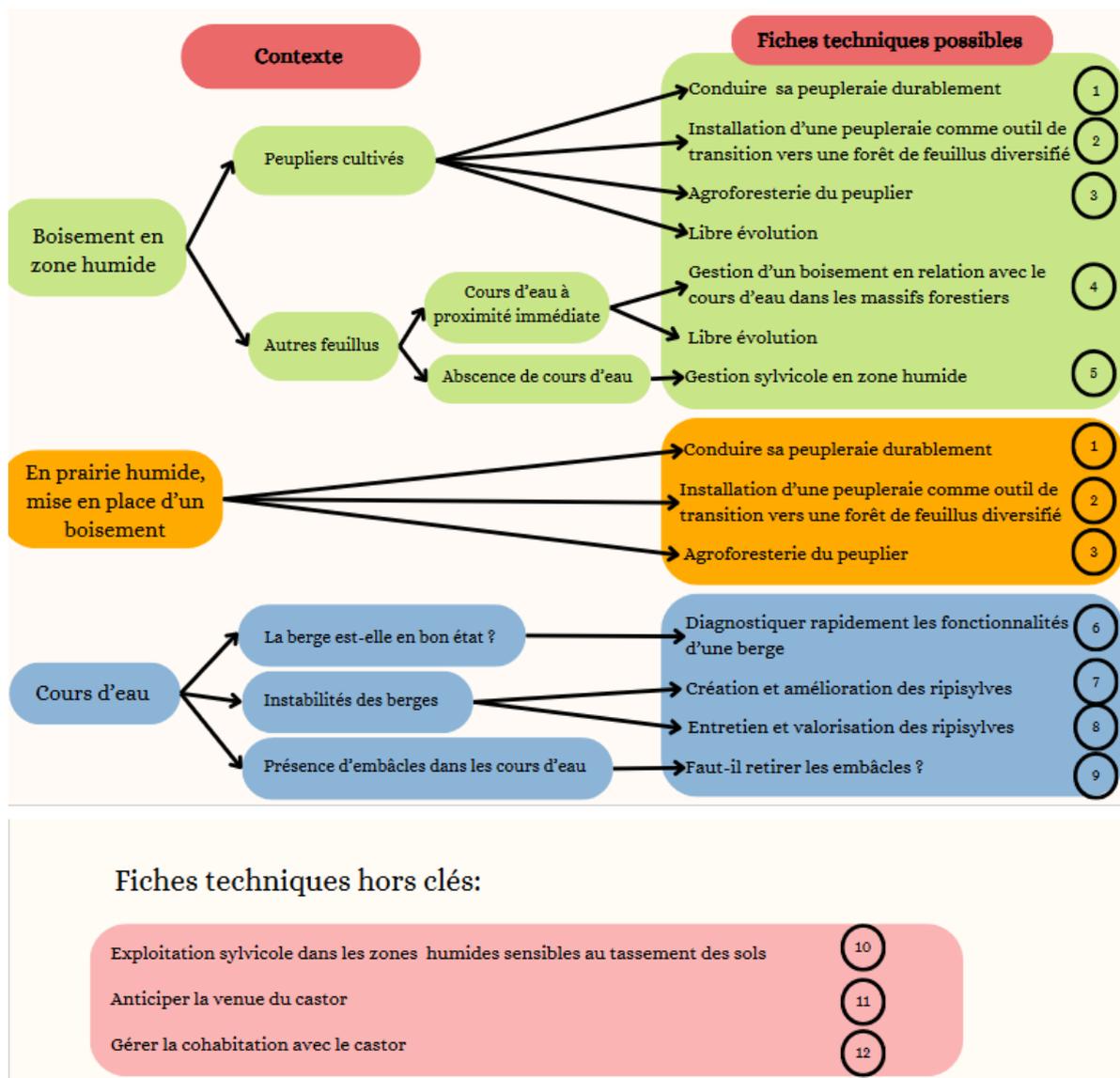


Figure 26 : clé d'aide au choix des fiches techniques selon le contexte et les volontés du propriétaire.

Ces fiches techniques sont conçues pour orienter un propriétaire de zone humide ou de cours d'eau vers une gestion durable de celles-ci. Elles peuvent servir d'outil de dialogue ou de recherche d'un compromis entre production ligneuse et services rendus par ces milieux humides. En revanche, elles n'ont pas la prétention de remplacer les nombreux documents sylvicoles déjà existants. Elles prennent en compte à la fois des critères économiques et écologiques et permettent aux propriétaires de choisir un mode de gestion adapté à leurs enjeux. Selon la bibliographie existante, les fiches proposent des itinéraires techniques détaillés ou renvoient vers d'autres documents. Ainsi, l'éventail de fiches fournies a pour objectif de montrer la diversité des aménagements possibles. Les gestionnaires sont encouragés à considérer de nouvelles options afin d'allier les intérêts économiques et écologiques du propriétaire.

Ces fiches techniques abordent différentes utilisations et aménagements des parcelles en zone humide et bord de cours d'eau dans un objectif d'améliorer l'état et le fonctionnement des cours d'eau et des zones humides. Elles ont comme levier d'action principal l'utilisation des arbres pour atténuer les dysfonctionnements agrémentée de conseils de gestion sur les ripisylves et les peuplements boisés de zone humide. Les travaux modifiant le lit mineur du cours d'eau - de type reméandrage - et les problématiques autour de la gestion des prairies humides ne sont pas traités dans ces fiches.

Chaque fiche propose ensuite une ou plusieurs propositions adaptées au contexte, leur logique de construction, et mesure leur impact sur les services rendus aux fonctions hydrologiques, biogéochimiques et écologiques. Ces fiches présentent aussi des ressources additionnelles et des contacts pour la mise en œuvre des itinéraires.

Additionnellement, les entretiens ont mis en lumière la nécessité de communication entre les acteurs. Nos fiches pourront servir de point de départ à cette discussion, tout en utilisant la force de communication du PNRFO et la large gamme d'actions envisageables par le SMABV.

## **V - Limites et perspectives de l'étude**

### *Limites*

L'ensemble des résultats, pistes et solutions présentés dans ce rapport sont à prendre en connaissance de cause. Tout d'abord, la durée du projet n'était que de 4 semaines seulement, ce qui est assez court. Le travail qui en résulte est donc partiel et mériterait un approfondissement. En effet, beaucoup de temps a été consacré à redéfinir les objectifs de la commande en cernant du mieux possible les attentes des commanditaires et en essayant d'y répondre de la façon la plus adaptée. De ce fait, l'ensemble des résultats issus du terrain mais aussi des entretiens sont statistiquement non représentatifs. Cependant, l'échantillonnage a été choisi de façon à être un maximum exhaustif dans l'ensemble des cas étudiés. Ainsi ces différents cas permettent quand même de tirer certaines conclusions intéressantes. Ces dernières permettent d'avoir une vision assez correcte de l'hydrosystème, du tissu économique et social qui gravitent autour, dégageant ainsi les grandes tendances, les grands enjeux de ce système.

### *Conclusion et mise en perspective*

Cette analyse globale de l'hydrosystème a permis de mettre en lumière le mauvais état de celui-ci. Cependant, les acteurs présents sur le territoire sont pour la plupart conscients de ce problème et prêts à chercher une amélioration du fonctionnement de

l'hydrosystème. Malgré tout, certains acteurs, notamment dans le monde agricole, restent réticents à des travaux directement sur le cours d'eau du fait d'une mauvaise communication sur les actions réalisées par le passé. Sur le terrain, deux structures peuvent participer activement à la remise en bon état de l'hydrosystème si elles sont accompagnées par les élus : le SMBV de par son expérience technique sur les hydrosystèmes et le PNR par ces moyens de discussion et de vulgarisation. La synergie des différents acteurs est indispensable pour essayer de mettre en place les solutions proposées dans cette étude. Des conseils et propositions ont pu être apportés afin de répondre spécifiquement aux différents enjeux observés. Sous formes de fiches techniques, ces conseils sont le fruit d'un travail bibliographique conséquent mais parfois non exhaustif. L'objectif dans ces fiches n'est pas d'apporter des solutions précises et définitives mais plutôt d'informer des pistes et démarches à adopter pour répondre aux différents enjeux. Un travail d'approfondissement des solutions est donc à effectuer au cas par cas suivant les problèmes rencontrés.

Il est important de noter que le travail fourni ici n'a de valeur que s'il est réutilisé et prolongé par la suite. Il s'agit d'une trame sur laquelle peuvent s'appuyer de nombreuses réflexions futures beaucoup plus approfondies. Cette trame peut d'ailleurs mener à la réalisation de projets tels que la parcelle pilote sur la commune de Droyes expérimentant la conversion d'une peupleraie en forêt de feuillues (annexe 4).

Toutes ces solutions, toutes ces propositions, tous ces projets sont réalisables uniquement si l'ensemble des acteurs sont mobilisés. Nombreuses sont les motivations des différents acteurs à travailler ensemble, et nombreux sont aussi les défauts de communications au sein de ce réseau. Il est donc important de favoriser et maintenir cette communication afin de créer une synergie au sein du territoire. Le PNRFO et le SMABV ont leurs rôles à jouer en tant que catalyseurs, notamment dans l'animation et la communication.

## **Bibliographie/Sitographie**

Hamrouni, Y. (2021). Développement d'une approche opérationnelle pour l'identification automatique des peupleraies à large échelle par télédétection hypertemporelle.: De l'adaptation de domaine à la création d'un indice spectral dédié [PhD Thesis]. <http://www.theses.fr/2021INPT0092/document>

Les milieux alluviaux—Guide pour l'identification des stations et choix des essences. (2010). <https://www.foret-pro-bos.eu/fr/publications/publication/45:les-milieux-alluviaux-guide-pour-l-identification-des-stations-et-choix-des-essences>

Millennium Ecosystem Assessment (Program) (Ed.). (2005). *Ecosystems and human well-being: Wetlands and water synthesis: a report of the Millennium Ecosystem Assessment*. World Resources Institute.

ASCONIT Consultants. (2008, Septembre). Élaboration du Contrat Global du bassin versant de la Voire et du Ravet Etude des milieux aquatiques—Etat des lieux et diagnostic.

*Remonter Le Temps - IGN*, (n.d.), Retrieved May 24, 2024, from <https://remonterletemps.ign.fr/#!>

*CORINE Land Cover | Données et Études Statistiques*, (n.d.), Retrieved May 24, 2024, from <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/corine-land-cover-0>

Gaudin, S., Labbé, S., & Lebleu, G. (1999). *L'Aulne glutineux en Champagne-Ardenne*. <https://doi.org/10.13140/2.1.3417.4729>

Samain, P. V., & Pauchet, C. (2015). *Le développement de la peupleraie en France*.

| *Météo France*. (n.d.). Retrieved May 23, 2024, from

<https://meteofrance.com/climat/relevés/france>

Agences de l'Eau. (2023). *Qualité Rivière*. <https://qualite-riviere.lesagencesdeleau.fr/#/>

*Espace de téléchargement | SILVAE*. (n.d.). Retrieved May 23, 2024, from

[https://silvae.agroparistech.fr/home/?page\\_id=2683](https://silvae.agroparistech.fr/home/?page_id=2683)

IGN. (2022). *Fiches descriptives des grandes régions écologiques (GRECO) et des sylvoécorégions (SER)—INVENTAIRE FORESTIER*.

<https://inventaire-forestier.ign.fr/spip/spip.php?article773>

*Parc Naturel de la Forêt d'Orient—Grands Lacs de Champagne*. (n.d.). PNR Forêt d'Orient.

Retrieved May 15, 2024, from <https://www.pnr-foret-orient.fr/>

PnrFO. (2018). *Cft Pnrfo 2021 2023*. calameo.com.

SMABV. (2024). *SMABV – Syndicat Mixte d'Aménagement du Bassin de la Voire*.

<http://smabv.fr/>

## Liste des figures

Figure 1 : carte générale du cadre de l'étude sur le bassin versant de la Voire.

Figure 2 : cartes d'anomalies des précipitations en été et en automne entre les périodes 1961-1990 et 1991-2020.

Figure 3 : cartes du déficit estival d'évaporation en eau des sols moyen pour les périodes 1961-1990 et 1991-2020.

Figure 4 : historique de la gestion des cours d'eau et du peuplier.

Figure 5 : diagramme présentant les surfaces de peupliers prédites par télédétection sur la période 2017 à 2021, selon deux seuils de confiance.

Figure 6 : exemple de télédétection du peuplier, pour l'année 2021, avec un seuil de confiance à 70 %, dans le Bois de la Chapelle aux Planches, sur la commune de Rivers Dervoises.

Figure 7 : différence entre la prévision par télédétection et les placettes relevées.

Figure 8 : les services rendus par les zones humides et les cours d'eau.

Figure 9 : carte des points échantillonnés pendant notre projet.

Figure 10 : graphique représentant le nombre de zones atterrissements en fonction de la rectification du cours d'eau.

Figure 11 : graphique représentant le nombre de situations observées pour chaque type de boisement de berge en fonction de la présence ou absence d'embâcles.

Figure 12 : diagramme représentant la répartition des diamètres moyens des peupliers au sein des peupleraies étudiées.

Figure 13 : diagramme représentant l'incidence des différentes situations de sous étage dans les relevés des peupleraies jeunes.

Figure 14 : diagramme représentant l'incidence des différentes situations de sous étage dans les relevés des peupleraies âgées.

Figure 15 : Diagramme de l'incidence parmi les relevés de peupleraies des tiges de régénération par taille et par effectif.

Figure 16 : diagramme représentant l'incidence de recouvrement arbustif parmi les relevés de peupleraies.

Figure 17 : diagramme représentant l'incidence des différentes pratiques sylvicoles usuelles (élagage, broyage et pose de manchons) parmi les relevés de peupleraie.

Figure 18 : diagramme représentant l'incidence des hauteurs d'élagage parmi les peupleraies relevées.

Figure 19 : diagramme circulaire représentant la diversité des stations relevés d'après le guide des stations alluviales.

Figure 20 : diagramme représentant les proportions d'adaptations stationnelles du peuplier dans la zone d'étude.

Figure 21 : Diagramme représentant les raisons d'inadaptations stationnelles du peuplier dans la zone d'étude.

Figure 22 : cartes des placettes sur la Vivoire et le Corrupt.

Figure 23: données de peuplement sur les placettes 203 à 209.

Figure 24 : données de peuplement sur les placettes 211 à 220.

Figure 25 : état sanitaire des aulnes dans les deux ensembles.

Figure 26 : clé d'aide au choix des fiches techniques selon le contexte et les volontés du propriétaire.

#### Liste des schémas

Schéma 1 : présentation de la démarche générale.

Schéma 2 : démarche générale de construction du protocole et de l'échantillonnage.

#### Liste des tableaux

Tableau 1 : tableau récapitulatif des critères mis en évidence et de leur participation aux différentes fonctionnalités des cours d'eau.

Tableau 2 : tableau récapitulatif des critères mis en évidence et de leur participation aux différentes fonctionnalités des zones humides.

Tableau 3 : tableau présentant le nombre de chaque situation échantillonnée (gauche) et la proportion de chaque milieu échantillonné (droite).

Tableau 4 : types de peuplements observés dans les zones humides du bassin versant.

#### Liste des annexes

Annexe 1 : Cartes d'anomalies des précipitations en hiver et au printemps entre les périodes 1961-1990 et 1991-2020 (mm)

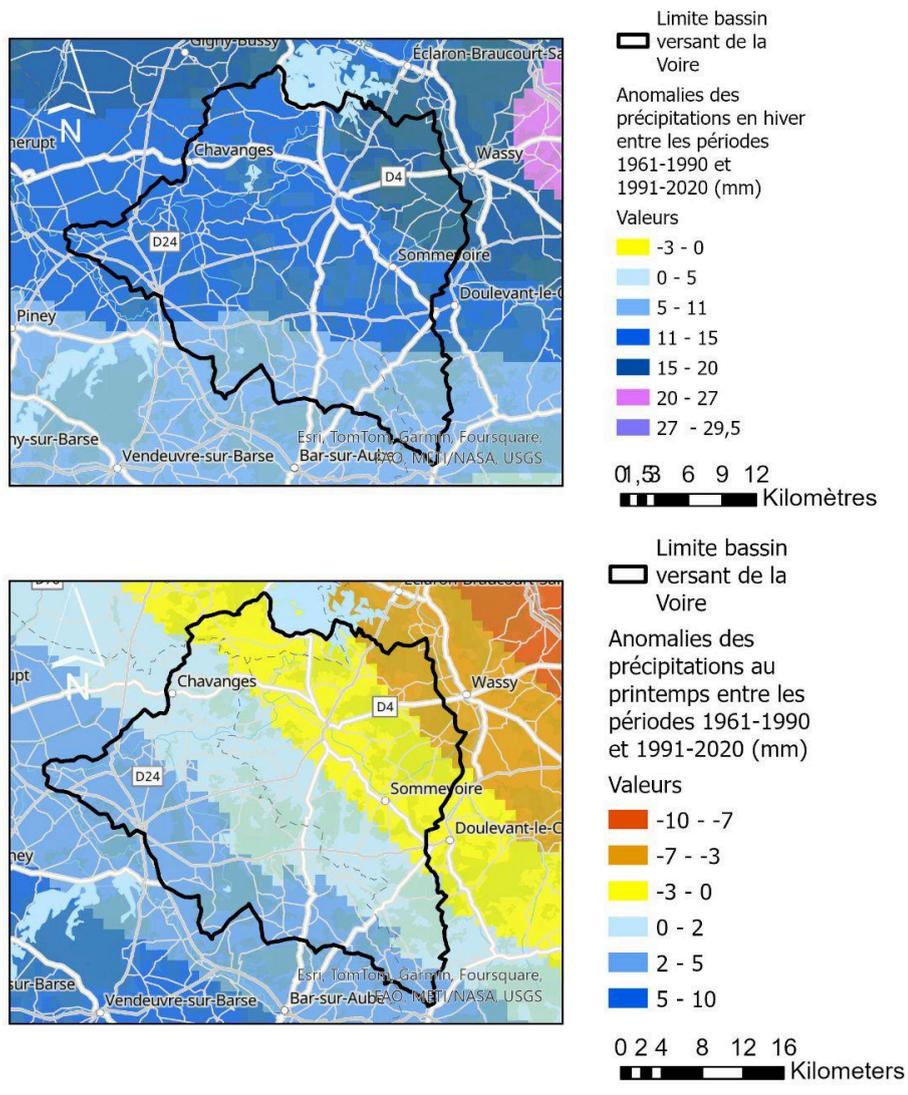
Annexe 2 : Protocole d'étude des cours d'eau et/ou des zones humides dans le lit majeur de la Voire et de la Laines.

Annexe 3 : Méthodologie de comparaison économique des différents itinéraires de peupleraies.

Annexe 4 : Fiche de description du chantier pilote de Droyes.

## ANNEXES

**Annexe 1 :** cartes d'anomalies des précipitations en hiver et au printemps entre les périodes 1961-1990 et 1991-2020 (mm).



Annexe 2 : protocole d'étude des cours d'eau et/ou des zones humides dans le lit majeur de la Voire et de la Laines.

## **Protocole : étude des cours d'eau et/ou des zones humides dans le lit majeur de la Voire et de la Laines**

**Objectifs** : Récolter des données qualitatives et quantitatives décrivant l'état des cours d'eau et du milieu dans lequel ils s'écoulent. Le but est de récolter des données sur le plus de situations différentes possibles afin d'avoir une idée des situations présentes dans le bassin versant. Sont étudiés par ce protocole, les cours d'eau, l'occupation de leurs berges, les ripisylves, les forêts mélangées, les prairies et les peupleraies, présents dans le lit majeur de la Voire et de la Laines. Outre la détermination du bon fonctionnement du cours d'eau, ce sont les dynamiques naturelles et anthropiques des zones humides, notamment des peuplements ligneux, qui sont évaluées dans ce protocole.

### **I) Matériel**

- tablette
- vertex
- perche graduée
- décamètre (pour étalonner le vertex)
- clisimètre
- boussole suunto
- relascope à chaînette + tête de relascope + tournevis
- compas
- tarière
- acide HCl
- couteau de pédologie
- lutin avec documents (clef de détermination des stations et protocole)
- planche en bois

### **II) Déplacement sur la placette :**

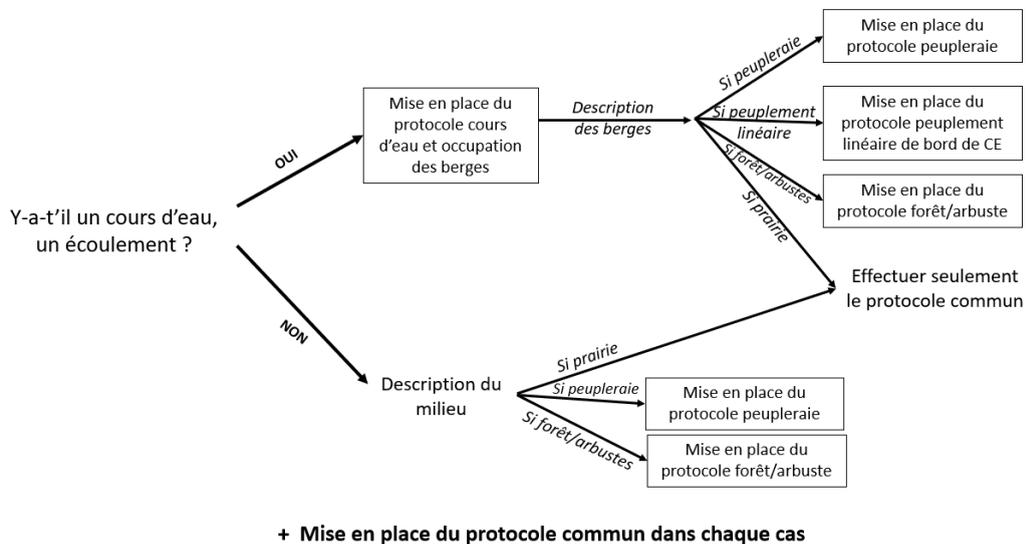
Se déplacer sur le point GPS à l'aide d'Iphigénie. Chaque point GPS comporte une rapide description réalisée durant la phase de pré-terrain qui décrit les attendus du point, c'est-à-dire ce qu'il est censé y avoir sur ce point. Si la description ne correspond pas à la réalité du terrain, essayer de trouver une zone qui ressemble à la description. Se déplacer vers une zone représentative du milieu prospecté.

Si un point remarquable est observé et non répertorié initialement, créer un point GPS et réaliser le protocole sur ce point.

Si le point n'est pas accessible, ne pas réaliser la placette et ne rien noter dans l'Excel.

### **III) Quel protocole utiliser : utilisation de la clef d'entrée**

L'étude portant sur des milieux assez hétérogènes, des protocoles différents sont appliqués en fonction de ces milieux. Les différents protocoles sont décrits ci-dessous. Le choix du protocole à réaliser est déterminé grâce à la clef ci-contre. Les données seront répertoriées dans l'excel prévu à cet effet.



Clef d'entrée déterminant les conditions d'utilisation des différents protocoles

Dans tous les cas, une photo géoréférencée est prise pour chaque placette / tronçon de cours d'eau prospecté(e).

#### IV) Récolte des données

### A. Protocole cours d'eau et occupation des berges

#### a. Cours d'eau :

→ Remplir la feuille *Cours d'eau* (feuille 1) de l'Excel, la colonne de l'Excel à remplir est indiquée en bleu.

Ce protocole s'applique uniquement lorsqu'un cours d'eau est présent dans la placette.

Le protocole est à réaliser sur un tronçon de cours d'eau de 25 m, en réalisant une moyenne des données de l'ensemble du tronçon. Le protocole est à réaliser sur une seule des deux rives (en général celle indiquée préalablement grâce au point GPS) lorsque le largeur du cours d'eau est supérieur à 5 m, sinon les deux rives sont à prendre en compte dans la moyenne des données.

Si le tronçon n'est pas homogène, se déplacer vers un tronçon homogène et représentatif de la zone.

Les données à répertorier sont les suivantes :

- Nature du cours d'eau :

- **Écoulement** : préciser si le cours d'eau fait partie du lit actuel (il y a actuellement un écoulement dans le lit) ou bien s'il s'agit d'un bras mort (il n'y a pas d'écoulement, l'eau est stagnante ou il n'y a pas d'eau). [colonne B]
- **Rive** : indiquer si le relevé est effectué sur la rive droite ou la rive gauche dans le sens de l'écoulement. [colonne C]
- **Sinuosité du cours d'eau** : indiquer si le cours d'eau est rectifié (le lit du cours d'eau est droit) ou comporte des méandres. [colonne D]

- **Composition du lit :**

Indiquer la composition du lit (limon / gravier), rapidement identifiable grâce à la couleur et l'aspect du fond et des berges. [colonne E]

- **Merlon :**

Le merlon correspond à un petit talus d'origine anthropique formé en bord de cours d'eau à partir de la matière retirée lors du curage et des différents travaux effectués sur ce dernier.

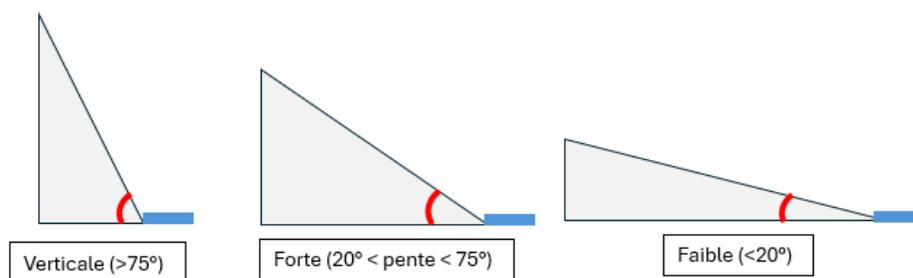
Préciser la hauteur du merlon par classe (en cm), s'il existe. (classe : aucun / [0;30] / [30; 70] / > 70). [colonne F]

- **Ombrage :**

Déterminer l'**occupation** ligneuse de la berge : non boisée (aucun arbre n'est présent sur la berge), boisée clair (des arbres sont présents mais la surface de leurs houppiers ne couvre pas plus de 50% de la surface du cours d'eau), boisée couvert (la surface des houppiers couvre plus de 50% de la surface du cours d'eau) [colonne G] et l'**orientation** du cours d'eau (N-S / NE-SO / NO-SE / O-E) [colonne H]. Ce critère permettra de déterminer si le cours d'eau est ombragé.

- **Etat de la berge :**

Estimer la **pente** (verticale / faible / forte) [colonne I] de la berge en fonction des critères suivants :



Mesurer la **hauteur** entre le haut de la berge (hauteur pleins bords) et l'eau, au décimètre près [colonne J]. Ne pas prendre en compte le merlon si celui-ci est présent.

**Stabilité :**

Estimer la stabilité de la berge sur le tronçon de 25 m [colonne K] :

- Si quelques zones du tronçon sont instables mais que le reste du tronçon reste stable, indiquer *instable par zone*.
- Si tout le tronçon est stable, indiquer *stable*.
- Si tout le tronçon est instable, indiquer *instable*.

**Incision récente** : préciser s'il y a eu une incision récente (oui / non) [colonne L] qui se caractérise par la présence de racines apparentes, estimer la hauteur de l'incision récente [colonne M] si celle-ci est présente (au décimètre près).

- **Embâcles** :

Tout ce qui peut gêner l'écoulement du cours d'eau est considéré comme un embâcle. Celui-ci est caractérisé par :

- Sa présence (sur la longueur) (absence / présence partielle / présence sur l'ensemble de la longueur du cours d'eau) [colonne N]
- La nature de l'embâcle : végétation vivante / branche / tronc / les deux [colonne O]
- La disposition (sur la largeur) de l'embâcle : partielle (sur une partie de la largeur) ou complète (sur toute la largeur) [colonne P]
- L'impact de l'embâcle sur la berge (changement de forme de la berge) : faible / fort / arrachement de la berge [colonne Q]
- La présence de zones d'atterrissement : une zone d'atterrissement est caractérisée par un dépôt de phase solide, indiquer si celle-ci est présente selon les critères suivants : absence / présence / en formation [colonne R]
- Les arrivées d'eau latérales : indiquer leur nature si celles-ci sont présentes (absence / fossé / affluents / bras mort) [colonne S]

- **Remarques** :

Indiquer toutes les remarques sur le cours d'eau qui ne rentrent pas dans les catégories précédentes. [colonne T]

## **b. Occupation des berges :**

→ **Remplir la feuille *Occupation des berges* (feuille 2) de l'Excel, la colonne de l'Excel à remplir est indiquée en bleu.**

Ce protocole s'applique uniquement lorsqu'un cours d'eau est présent dans la placette. Le protocole est à appliquer sur une bande de 20 m de large perpendiculaire au cours d'eau, et d'une longueur de 25 m selon le cours d'eau.

Indiquer les milieux présents (milieu ouvert, peuplier, arboré, arbustif, autre) [colonne C] successivement à partir de la berge. Chaque milieu doit être homogène au niveau des hauteurs et des essences (un peuplement de frênes et un peuplement mélangé sont considérés comme deux milieux homogènes différents). On relève l'ordre de succession à partir de la berge [colonne B], ainsi que la longueur d'occupation perpendiculaire au cours d'eau au mètre près [colonne D].

Si le milieu ne correspond pas aux termes proposés dans le menu déroulant (milieu ouvert, peuplier, arboré, arbustif), sélectionner *autre* et ne pas appliquer la suite du protocole. Indiquer dans les remarques [colonne E] une description rapide du milieu rencontré si celui-ci ne correspond à aucun des termes proposés.

Pour chaque milieu rencontré dans les 20 m, réaliser le protocole commun et le/les protocoles associés (peupleraie, forêt ou peuplement linéaire de bord de cours d'eau).

## B. Protocole commun

→ Remplir la feuille *Protocole commun* (feuille 3) de l'Excel, la colonne de l'Excel à remplir est indiquée en bleu.

Ce protocole doit être réalisé au niveau du point GPS d'arrivée pour toutes les occupations du sol possibles (bord de cours d'eau / prairie / peupleraie / forêt).

A chaque fois, sont relevés :

- Le milieu sur lequel se situe la placette (bord de cours d'eau / prairie / peupleraie / forêt). [colonne B]
- La station (à déterminer hors zone de perturbation, comme merlon, labour) : à l'aide d'une tarière, sur le point GPS si il n'y a pas de cours d'eau et à 10 m du cours d'eau sinon. La station est déterminée suivant la clef de détermination en annexe 1. [colonne C]
- La présence de drains : noter la présence de drain et le type de drains présent. [colonne D]
  - FDE : Gros fossé collecteur qui récolte les drains enterrés (qui sont difficiles à repérer)
  - FDA : Gros fossé collecteur qui récolte les drains aériens
  - FB : Fossé bordier (sur le bord de la parcelle)
  - A : Ados (billons surélevés)
  - Autre : préciser leur nature dans Remarques [colonne E]

## C. Protocole peupleraie

***NB : avoir au préalable appliqué le protocole commun***

→ Remplir la feuille *Peupleraie* (feuille 4) de l'Excel, la colonne de l'Excel à remplir est indiquée en bleu.

Ce protocole est à appliquer sur les peupleraies.

Se positionner sur un point jugé représentatif, à proximité du point GPS et relever les caractéristiques suivantes :

- Sur les peupliers :
  - Densité : mesurer l'écart entre les peupliers en mètre dans les 2 directions (à 0,5 m près) (intrarang et interrang) [colonne B et C]
  - Diamètre moyen : mesurer au compas le diamètre des 6 arbres les plus proches du centre de la placette, et indiquer la classe de diamètre des arbres en moyenne [colonne D]

- Hauteur : mesurer au vertex la hauteur des deux plus gros arbres parmi les 6 mesurés au préalable et indiquer la moyenne des deux [colonne E]
- Hauteur d'élagage : indiquer la hauteur d'élagage (c'est-à-dire la hauteur de la première branche) en mètre, en moyenne sur les six arbres observés. S'il y a des branches en dessous de 5 m, indiquer qu'il n'y a pas d'élagage en mentionnant *non* [colonne F]
- Broyage : indiquer s'il y a eu un broyage du peuplement précédent avant la mise en place de la peupleraie. Ce broyage peut être : *complet*, *non complet* (1 bande / 2), *non broyé* [colonne G]
- Etat sanitaire : déterminer l'état sanitaire du peuplement qualitativement (*bon* / *mauvais*) en se basant sur la quantité de bois mort sur pied. À partir d'une proportion supérieure à 10% des tiges, le peuplement est considéré en mauvais état. [colonne H]
- Présence de protection : préciser si des protections sont présentes par *absent*, *manchon* ou *clôture* [colonne I]
- Rectitude : annoter si les arbres sont plutôt droits ou un peu courbés. [colonne J]

- **Strate arborée autre que peuplier :**

Repérer les arbres autres que les peupliers présents dans la peupleraie et mentionner pour chaque essence :

- le diamètre par classe en moyenne [colonne L]
- la hauteur en moyenne [colonne M]
- le statut des arbres (*dominé* ou *co-dominant*), un arbre co-dominant a la même hauteur que les peupliers présents sur la parcelle [colonne N]
- Etat sanitaire par essence : [colonne O]
  - pour le frêne et l'aulne, sur deux carrés délimités par les peupliers (deux intrabandes et deux interbandes), indiquer la proportion (<30%, < 60%, et plus) de bois mort sur pied et de bois très dépérissant (moitié du houppier manquante ou constitué de branches mortes)
  - pour les autres essences, indiquer l'état, *bon* ou *mauvais*, du peuplement.

- **Strate arbustive** : (entre 2 et 7 m de haut) sur une surface de quatre peupliers par trois peupliers (trois interbandes et trois intrabandes), estimer les paramètres suivants sur les 5 essences majoritaires (les autres ne sont pas prises en compte)
  - Recouvrement total, toutes essences confondues, selon les proportions suivantes : 0, <5%, [5;25], [25; 50], [50; 75] ou >75%. [colonne P]
  - Proportion des essences dans le recouvrement total (*recouvrement par essence* : <5%, [5;25], [25; 50], [50; 75] ou >75%) [colonne Q et R]

- **Régénération (essences arborées, non arbustives) :**

Observer la présence de semis (essences arborées, non arbustives) sur deux carrés délimités par les peupliers (deux intrabandes et deux interbandes) et relever le nombre de semis (0, moins de 5, moins de 10, plus de 10) par classe de hauteur ([30;50], [50; 150], plus de 1m50) et par essence. [colonne S, T et U]

- **Strate basse** : observer la végétation au sol sur deux carrés délimités par les peupliers (deux intrabandes et deux interbandes) et mentionner :
  - le type de strate basse (*herbacée, ronce, caricée, mégaphorbiae, roselière, autre*) [colonne V]
  - son recouvrement total par type : 0, <5%, [5;25], [25; 50], [50; 75] ou >75%. [colonne W]
- **Exploitation récente** : indiquer si des traces d'exploitation récente sont présentes (*oui ou non*) [colonne X]. Ces traces peuvent être des traces de passage d'engins ou des ornières. Étudier la présence de ces traces sur l'ensemble de la parcelle, ou sur une zone suffisamment large pour être représentative de la parcelle.  
Indiquer si les traces d'exploitation sont des traces de passages d'engins (*oui / non / pas d'exploitation récente*) [colonne Y]  
Indiquer si des rémanents (branches mortes ou trons) sont présents au sol (*oui / non / pas d'exploitation récente*) [colonne Z]
- **Bois mort** : déterminer, sur deux carrés délimités par les peupliers (deux intrabandes et deux interbandes), la quantité de bois morts au sol de diamètre supérieur à 30 cm (*absent, [1;2], [3;5] et plus*) [colonne AA]

Indiquer dans les **remarques** : [colonne AB]

- Si l'occupation des sols n'est pas celle attendue sur le point
- Si il y a du dessouchage
- Si les gaines sont au sol
- Si la peupleraie n'est pas homogène

## D. Protocole forêt

**NB : avoir au préalable appliqué le protocole commun**

→ Remplir la feuille *Forêt* (feuille 5) de l'Excel, la colonne de l'Excel à remplir est indiquée en bleu.

En bord de cours d'eau, ce protocole est à appliquer lorsque la séquence de forêt (peuplement arboré) présente directement le long du cours d'eau est supérieure à 20 m de large. Si celle-ci est inférieure, se référer au protocole *Peuplement en bord de cours d'eau*.

Si le peuplement arboré n'est pas homogène, notamment en bord de cours d'eau par rapport au reste du peuplement, effectuer le protocole *Peuplement en bord de cours d'eau*, puis le protocole *Forêt* sur une bande homogène.

Se positionner sur un point jugé représentatif, à proximité du point GPS et relever les caractéristiques suivantes :

- La **surface terrière**, déterminée par tour d'horizon relascopique (THR) par essence [colonne B] et catégorie de bois [colonne C] (en m<sup>2</sup>/ha). Un facteur 2 est utilisé pour le THR. Si avec un facteur 2 le nombre d'arbres comptabilisés est inférieur à 12 alors utiliser un facteur 1.  
Le diamètre de précomptage est de 17,5 cm (les arbres de diamètre plus faible ne sont pas pris en compte dans le THR). [colonne D]
- **Etat sanitaire** par essence : [colonne E]
  - pour le frêne et l'aune, sur un rayon de 15 m, indiquer la proportion (<30%, < 60%, et plus) de bois mort sur pied et de bois très dépérissant (moitié du houppier manquante ou constitué de branches mortes)
  - pour les autres essences, indiquer l'état, *bon* ou *mauvais*, du peuplement.
- La **hauteur** du peuplement : relever la hauteur au vertex des deux plus gros arbres les plus proches du centre de la placette dans un rayon de 10 m. Cette hauteur est à indiquer dans la ligne correspondant à l'essence mesurée. [colonne F]
- Le **nombre de perches** entre 7,5 et 17,5 cm de diamètre, à relever par essence [colonne G et H] sur un rayon de 10 m à partir du centre de la placette.
- **Strate arbustive** (entre 2 et 7 m de haut) sur un rayon de 10m. Déterminer les critères suivant :
  - Recouvrement total (toutes essences confondues) selon les proportions 0, <5%, [5;25], [25; 50], [50; 75] ou >75%. [colonne I]
  - Proportion des essences dans le recouvrement total (*recouvrement par essence* : <5%, [5;25], [25; 50], [50; 75] ou >75%) [colonne J et K]
- **Régénération arborée** : observer la présence de semis (essences arborées, non arbustives) sur un rayon de 5m et relever le nombre de semis (0, moins de 5, moins de 10, plus de 10) par classe de hauteur ([30;50], [50; 150], plus de 1m50) et par essence. [colonne L, M et N]
- **Strate basse** : observer la végétation au sol sur un rayon de 10 m et mentionner :
  - le type de strate basse (*herbacée, ronce, caricée, mégaphorbiae, roselière, autre*) [colonne O]
  - son recouvrement total par classe : 0, <5%, [5;25], [25; 50], [50; 75] ou >75%. [colonne P]
- **Bois mort** : déterminer, sur un rayon de 10 m, la quantité de bois morts au sol de diamètre supérieur à 30 cm (*absent, [1;2], [3;5] et plus*) [colonne Q]
- **Exploitation récente** : indiquer si des traces d'exploitation récente sont présentes (*oui ou non*) [colonne R]. Ces traces peuvent être des traces de passage d'engins ou des ornières. Étudier la présence de ces traces sur l'ensemble de la parcelle, ou sur une zone suffisamment large pour être représentative de la parcelle.

Indiquer dans les remarques : [colonne S]

- Si l'occupation des sols n'est pas celle attendue sur le point
- Si il y a du dessouchage
- Si les perches sont en cépée ou de franc pied

## E. Protocole pour peuplement linéaire en bord de cours d'eau

**NB : avoir au préalable appliqué le protocole commun**

→ Remplir la feuille *Peuplement linéaire en bord de cours d'eau* (feuille 6) de l'Excel, la colonne de l'Excel à remplir est indiquée en bleu.

Ce protocole est à appliquer lorsque la séquence de forêt présente directement le long du cours d'eau est d'une largeur trop faible pour réaliser un tour d'horizon relascopique (moins de 20 m de large).

Le protocole s'applique si au delà de la bande de forêt une peupleraie ou une prairie est présente ET est valable si ensuite une forêt dont les essences sont différentes du bord de cours d'eau est présente.

Sur cette bande de moins de 20 m, sont à relever :

- **Position du peuplement sur la berge** : indiquer où se situe le peuplement sur la berge (en *pied de berge*, c'est-à-dire dans l'eau, ou en *haut de berge*) [colonne B]  
Si il y a un peuplement en pied de berge et un en haut de la berge : renseigner les informations sur deux lignes.

Appliquer toute la suite du protocole dans les deux cas mais sur des lignes différentes.

- **Strate arborée** : sur la totalité de la bande pour les tiges de plus de 7 m de haut.  
Sont à relever :
  - Recouvrement total, toutes essences confondues, selon les proportions suivantes : 0, <5%, [5;25], [25; 50], [50; 75] ou >75%. [colonne C]
  - Proportion des essences dans le recouvrement total (*recouvrement par essence* : <5%, [5;25], [25; 50], [50; 75] ou >75%) [colonne D et E]
  - Etat sanitaire par essence : [colonne F]
    - pour le frêne et l'aulne, indiquer la proportion (<30%, < 60%, et plus) de bois mort sur pied et de bois très dépérissant (moitié du houppier manquante ou constitué de branches mortes)
    - pour les autres essences, indiquer l'état, *bon* ou *mauvais*, du peuplement.
  - Hauteur des deux arbres de plus grands diamètres [colonne G]
- **Strate arbustive** : végétation ligneuse entre 2 et 7 m de haut sur la totalité de la bande. Sont à relever :

- Recouvrement total, toutes essences confondues, selon les proportions suivantes : 0, <5%, [5;25], [25; 50], [50; 75] ou >75%. [colonne H]
  - Proportion des essences dans le recouvrement total (*recouvrement par essence* : <5%, [5;25], [25; 50], [50; 75] ou >75%) [colonne I et J]
- **Régénération arborée** : observer la présence de semis (essences arborées, non arbustives) sur la totalité de la bande et relever le nombre de semis (0, moins de 5, moins de 10, plus de 10) par classe de hauteur ([30;50], [50; 150], plus de 1m50) et par essence. [colonne K, L et M]
  - **Strate basse** : observer la végétation au sol sur la totalité de la bande et mentionner :
    - le type de strate basse (*herbacée, ronce, caricée, mégaphorbiae, roselière, autre*) [colonne N]
    - son recouvrement total par classe : 0, <5%, [5;25], [25; 50], [50; 75] ou >75%. [colonne O]
  - **Bois mort** : sur la totalité de la bande, estimer la quantité de bois morts au sol de diamètre supérieur à 17,5 cm selon les classes suivantes : *absent, [1;5], [5;10], [10;15] et plus* [colonne P]
  - **Exploitation récente** : indiquer si des traces d'exploitation récente sont présentes (*oui ou non*) [colonne Q]. Ces traces peuvent être des traces de passage d'engins ou des ornières. Étudier la présence de ces traces sur la totalité de la bande.

Indiquer dans les remarques : [colonne R]

- Si l'occupation des sols n'est pas celle attendue sur le point
- Si il y a du dessouchage
- Si les perches sont en cépée ou de franc pied

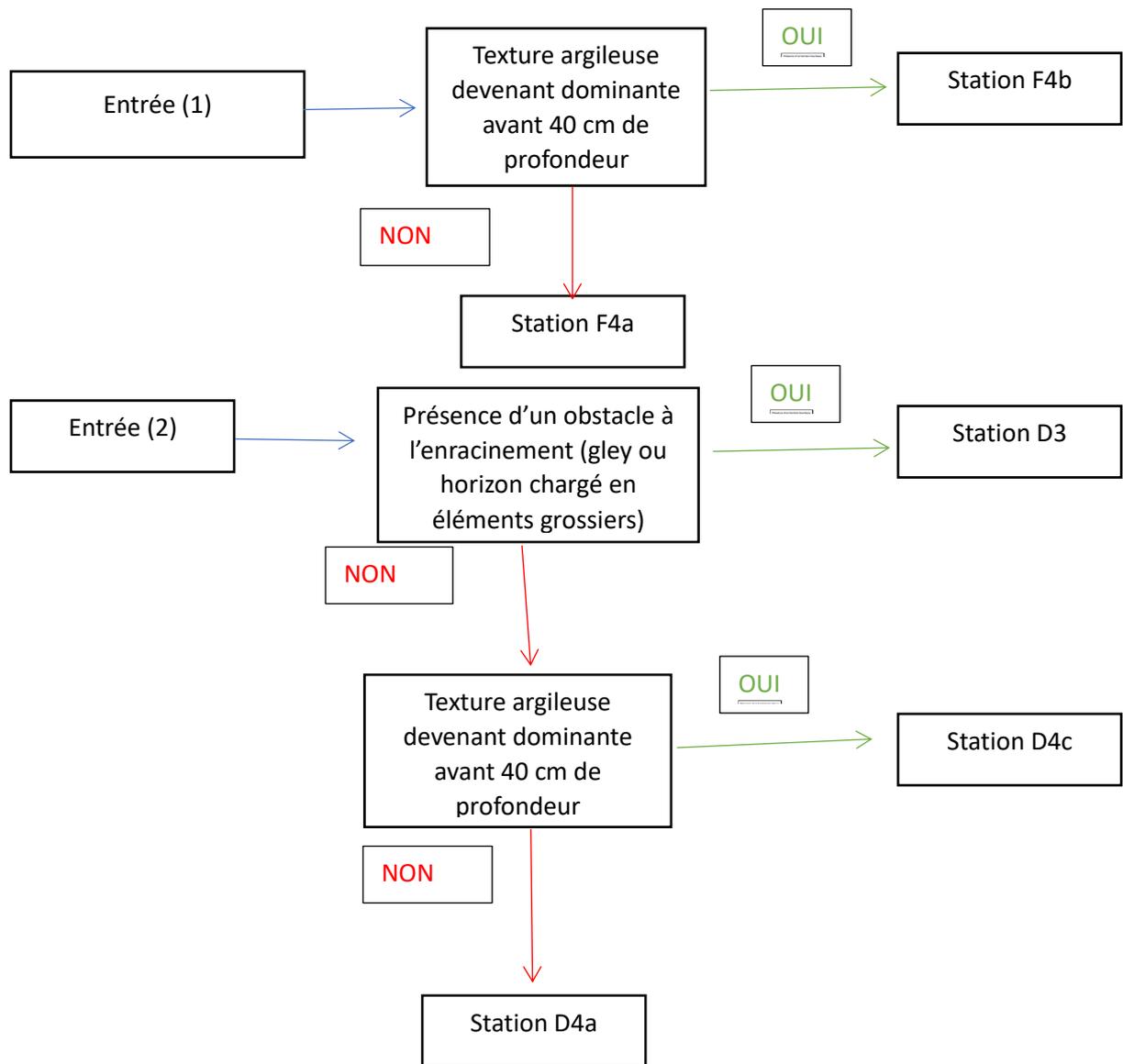
## **BIBLIOGRAPHIE**

Guide pour l'identification des stations et le choix des essences sur les milieux alluviaux,  
2010, Laurence CARNNOT-MILARD

## **ANNEXES**

Annexe 1 : clé de détermination des stations alluviales







### Annexe 3 : Méthodologie de comparaison économique des différents itinéraires de peupleraies

Pour chaque itinéraire, on dispose des coûts et bénéfices ainsi que de l'année de réalisation de chaque opération. On ne prend pas en compte les éventuels aides ou avantages fiscaux, car ils ne modifient pas dans l'absolu la rentabilité d'un itinéraire. On a ainsi une approche sur les coûts complets et sur les recettes.

Comme les itinéraires sont de durée variable, on doit prendre en compte la durée d'occupation de la parcelle dans la rentabilité de l'itinéraire.

On utilise donc le BASI : bénéfice actualisé en séquence infinie. Il s'agit d'un type de calcul économique qui prend en compte les recettes et les dépenses, mais aussi leur actualisation en fonction de la date des dépenses et qui permet aussi de comparer des itinéraires de durée variable.

Le calcul du BA (Bénéfice Actualisé) est réalisé avec la formule suivante :

$$BA = \text{Cumul éclaircie actualisé} + (Bi - Ci) \text{ coupe actualisé} - \text{Travaux actualisés cumulés}$$

Le calcul du BASI est réalisé avec la formule suivante :

$$BASI = BA * (1 + r)^n - 1 \text{ avec } r \text{ le taux d'actualisation et } n \text{ l'année}$$

On considère une densité de plants par hectare de 204, et on estime 3% de mortalité.

On estime le volume de bois sur la parcelle avec  $V = f * G * h$ , avec f le coefficient de forme (environ 0,42 pour le peuplier), G la surface terrière, et h la hauteur moyenne du peuplement.

Avec la décomposition des qualités exposée dans la fiche n°1, on calcule le volume de chaque qualité, puis on calcule la valeur de la parcelle.

Pour la bille de pied, on calcule le volume avec la formule suivante :

$$V_{\text{qualité}} = \frac{\pi}{4} * (D - (\frac{1}{2L} - 1,3) * \delta)^2 * L, \text{ avec } \delta \text{ la décroissance métrique moyenne, soit environ } 1,5 \text{ cm/m pour le peuplier.}$$

Une fois la valeur du bois estimée, on réalise les calculs de BASI pour différents taux d'actualisation. Le taux d'actualisation reflète l'impatience économique face au présent que nous avons tous : un propriétaire qui a une attente patrimoniale est plutôt à 2%, un financier à 4% et pour comparaison l'Etat dans ses investissements à long terme est autour de 2,8%. On réalise donc les calculs à des taux compris entre 1,5 et 5% pour couvrir toute la diversité des cas.

Les résultats pour le cas des peupleraies durables sont présentés dans la fiche n°1.

## Annexe 4 : fiche de description du chantier pilote de Droyes traitant du reboisement d'une parcelle en forêt feuillue diversifiée par l'intermédiaire d'une peupleraie

### **Introduction**

Dans un contexte de reboisement d'une ancienne peupleraie communale exploitée, les propriétaires (Maire) et gestionnaires (ONF) souhaitent développer la sylviculture de l'aulne et de chêne pédonculé, afin de favoriser le développement de bois d'œuvre de qualité et d'essences locales. Pour s'assurer un revenu et permettre le développement rapide d'un couvert végétal, une plantation de peupliers est envisagée comme transition et accompagnement au reboisement.

### **Contexte :**

Après avoir récolté les peupliers présents sur la parcelle communale, un nouvel aménagement doit être décidé afin de relancer un cycle de production de peupliers. Cependant la commune de Rives Dervoises essaye de limiter la présence de peuplier (aspect paysager), et souhaite favoriser le chêne pédonculé et surtout l'aulne, qui est une essence avec une utilisation historique locale en tavaillons pour les façades des maisons. Par ailleurs, le gestionnaire souhaiterait aussi reboiser cette parcelle avec du peuplier sur le court terme et du chêne et de l'aulne sur le long terme. Le propriétaire et le gestionnaire étant d'accord, l'idée de réalisation d'une parcelle pilote a été mise sur la table afin de tester de nouveaux itinéraires sylvicoles et à terme de peut-être répandre ces itinéraires. Le propriétaire donnerait son accord si les coûts de ce projet ne sont pas trop importants. Ils doivent sur le long terme être rentabilisés ou au moins annulés.

### **L'objectif de cette fiche**

L'objectif est de proposer des idées, des principes utiles à l'élaboration et la mise en exécution du projet. Dans ce contexte, un itinéraire assez vague est proposé à titre d'exemple. Le projet illustre ici la mise en place des recommandations de la *Fiche technique n°2 : Installation d'une peupleraie comme outil de transition vers une forêt feuillue diversifiée*.

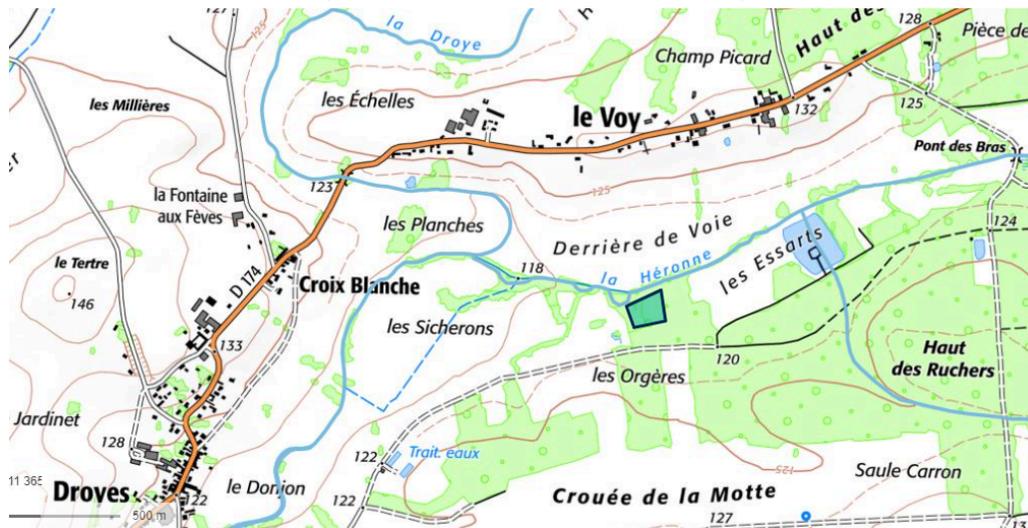
### **Etat des lieux de la parcelle**

La parcelle concernée se trouve sur la commune de Rives Dervoises, à proximité de Droyes. Il s'agit d'une parcelle de 2 ha, en cours de soumission au régime forestier. Le chantier pilote concerne une partie de cette parcelle : 1,2 ha de peupleraie récemment exploitée.

La parcelle se trouve au bord d'un cours d'eau reméandré. Le cours d'eau est peu incisé, avec des berges de moins de 50 cm, présentant une pente douce. Ce contexte est favorable au débordement de l'eau en période de crue. Pendant l'hiver 2024, il y avait plus de 40 cm d'eau sur la parcelle.

Avant cette crue, un chantier de plantation de chênes pédonculés était envisagé, mais la présence d'autant d'eau fait craindre pour la survie des plants. Lors de notre passage fin

avril, la nappe était encore très proche de la surface, alors que les sols des parcelles à proximité, sous une chênaie déjà installée, étaient mieux ressuyés.



Localisation approximative de la parcelle

### Stations / pédologie / flore présente sur la parcelle :

Grâce aux sondages tarière, des stations ont été caractérisées sur la parcelle concernée, d'après CARNNOT-MILARD (2010).

- À proximité du cours d'eau, le plancher argileux est à 25 cm, et l'engorgement est permanent. L'argile est lourde. (Station humide sur sol peu profond : D2)
- À 20 mètres du cours d'eau, on se trouve sur un sol tassé, avec des traces d'hydromorphie temporaires dès 5cm. La nappe se trouve à 70 cm. On ne rencontre pas d'hydromorphie permanente. Le sol est de texture argileuse jusqu'à 60 cm, et cette argile est moins lourde qu'à proximité du cours d'eau. On trouve ensuite une texture sableuse. (Station humide sur sol profond argileux et hydromorphe : D4c)
- À 60 mètres du cours d'eau, on trouve la nappe à 50 cm de profondeur, et des traces d'hydromorphie temporaire sur tout le profil. L'horizon de surface est argileux mais devient très sableux dès 15 cm de profondeur. (Station humide sur sol profond argileux et hydromorphe : D4c)
- Dans la chênaie déjà présente, on ne trouve plus d'argile. On a une texture sablo-limoneuse dès la surface. On trouve de l'hydromorphie temporaire dès la surface. (Station humide sur sol profond limoneux ou sableux : D4a)

### Actions envisagées :

Lors de l'installation de la peupleraie, il est important de savoir, "à dire d'expert", la nature de la végétation qui occupera le sous-étage de la peupleraie. En fonction de sa nature, deux possibilités sont envisageables :

- A. il est peu probable que se développe un sous-étage d'intérêt (ou régénération naturelle), qui serait un potentiel peuplement d'avenir pour une production de bois de qualité (chêne, aulne, érable, charme,...).

→ Dans ce cas, une plantation de feuillus par placeaux est préconisée, en même temps que la plantation de peupliers

B. il est fort probable que se développe un sous-étage d'intérêt (ou régénération naturelle), qui serait un potentiel peuplement d'avenir pour une production de bois de qualité (chêne, aulne, érable, charme,...).

→ Dans ce cas, après plantation des peupliers, le "sous-étage" est favorisé de façon à développer un futur peuplement forestier de feuillus qui remplacera par la suite la peupleraie. Des enrichissements du sous-étage par placeaux peuvent être envisagés en complément, si celui-ci n'est pas assez fourni.

Nous abordons ici le scénario B car il y avait, avant exploitation du peuplier (cycle précédent), un sous-étage avec de l'aulne, du charme et du chêne. De plus, la parcelle se situe en lisière d'une chênaie. Il y a donc de fortes chances qu'une régénération naturelle se développe dans le sous étage de la nouvelle plantation de peuplier.

Malgré tout, si l'on constate que la régénération naturelle ne se développe pas après 5 ans, nous envisageons dans notre scénario une alternative (B') avec un enrichissement. Cette alternative n'est cependant pas à privilégier de par les coûts supplémentaires qu'elle entraîne, d'où l'importance d'appliquer dès le départ le scénario A si les chances d'avoir une régénération naturelle sont faibles.

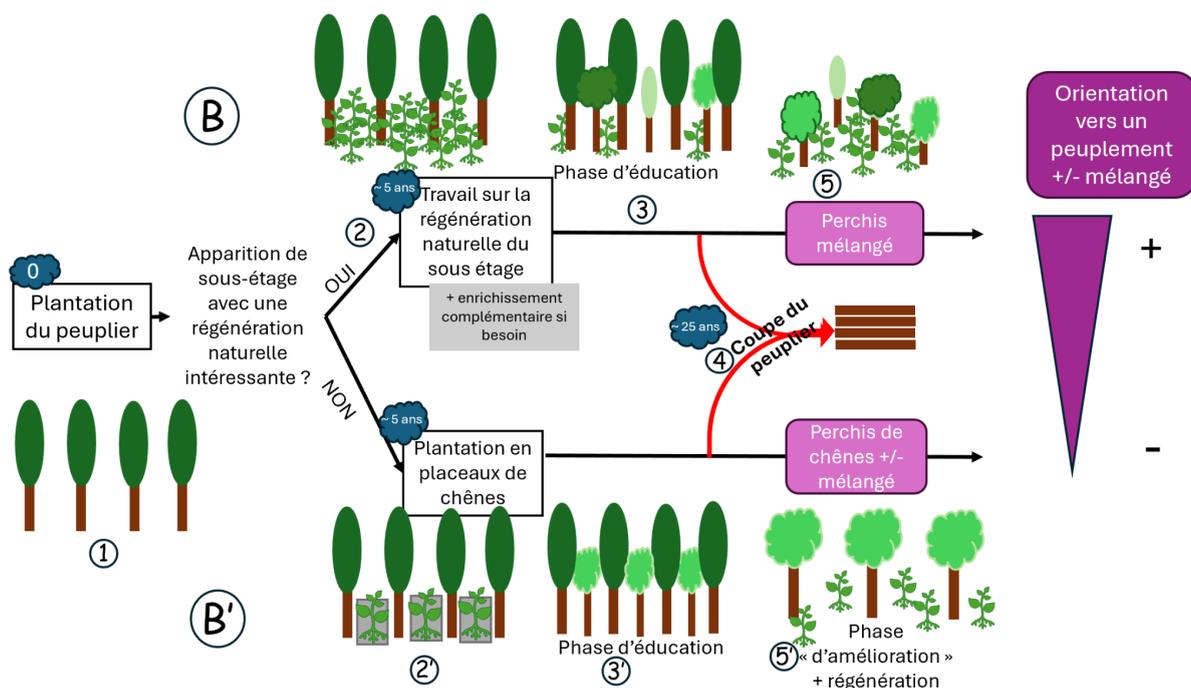


Schéma illustrant les différentes étapes d'un reboisement en feuillus par l'intermédiaire d'une peupleraie, avec l'exemple du chêne

Afin de planifier un itinéraire viable, il faut prévoir l'évolution du peuplement sur le long terme. Ce schéma ci-contre reprend les principales étapes de l'orientation sylvicole adoptée pour le scénario B. Les peupliers servent d'accompagnement aux essences objectifs (ici le chêne en exemple). Chaque étape décrite par la suite est modulable selon les contraintes du milieu et les attentes du propriétaire.

Chaque étape, décrite par la suite, comporte de nombreuses incertitudes liées à l'évolution du peuplement avec des variantes qui peuvent changer plus ou moins le scénario. Il est important de prévoir toutes les éventualités même si penser à tout est impossible.

### 1. *Plantation du peuplier*

Concernant les travaux d'installation du peuplier, il s'agit des mêmes que ceux précisés dans la *Fiche technique n°1 : Conduire sa peupleraie durablement*.

Lors de l'installation, prévoir un accès à la parcelle afin de pouvoir potentiellement planter les placeaux ultérieurement. Des cloisonnements peuvent être réalisés pour cela.

Il est important de prendre en considération la sensibilité du sol au tassement dans les travaux. Celui-ci étant souvent humide, des précautions sont à prendre et sont mentionnées dans la *Fiche technique n°4 : gestion d'un boisement en relation avec le cours d'eau dans les massifs forestiers* et la *Fiche technique n°10 : gestion sylvicole en zone humide*.

Les peupliers doivent pouvoir abriter un sous-étage qui deviendra potentiellement le futur peuplement. De même, des placeaux pourront être installés entre les rangs par la suite. Il faut donc prévoir une densité de peuplier plus faible qu'une peupleraie conventionnelle.

Dans le cas étudié, une plantation de peupliers à densité de 156 plants par hectare, soit des distances interrang et intrarang de 8 m par 8 m peut être envisagée.

### 2. *Favorisation de la régénération naturelle issue du sous-étage*

Environ 5 ans après la plantation de peupliers, la nature du sous-étage doit être observée afin de déterminer, "à dire d'expert", s'il y a de potentiels semis qui pourraient être d'avenir. Il faudra par la suite travailler pour eux, afin de préparer le futur peuplement.

Suivant la quantité et la qualité du sous-étage et de cette régénération naturelle, des placeaux d'enrichissement peuvent être installés entre les rangs de peupliers.

#### 2'. *Enrichissement de la peupleraie par placeaux*

Lorsque le sous-étage ne prend pas, ou bien qu'il n'y a pas d'essence d'intérêt dans le sous-étage (ronce, noisetier, aubépine,...), il est nécessaire d'effectuer une plantation afin d'enrichir la parcelle en essences objectifs. Ce scénario n'est pas souhaitable car la mise en place de placeaux va nécessiter des travaux supplémentaires de nettoyage et de préparation du sol qui auraient pu être faits initialement si les placeaux avaient été installés en même temps que la peupleraie 5 ans plus tôt (scénario A). D'où la nécessité, dès le départ, d'opter pour le scénario le plus adapté, A ou B, en fonction des critères décrits plus haut.

Si la végétation de sous-étage est peu dense, un nettoyage à la débroussailleuse essentiellement aux endroits des placeaux peut être envisagé.

En considérant qu'un placeaux donnera à terme un arbre gros bois, la densité de placeaux est à réfléchir. En effet, s'il n'y a pas d'autres arbres que ceux plantés, il se peut qu'il n'y en ait pas assez pour assurer la régénération de la future forêt de feuillus lorsque les peupliers seront récoltés (4). Il faut donc une densité de placeaux similaire à celle d'une densité d'arbres semenciers nécessaire à la régénération de la parcelle (~60-70 pl/ha).

Par ailleurs, les placeaux doivent être placés de façon à prévoir la récolte des peupliers sans abîmer les plants.

Dans le cas étudié, du chêne pédonculé et de l'aulne seront plantés en proportion égale en placeaux monospécifiques. Il peut y être ajouté du charme en périphérie des placeaux. L'aulne sera plutôt planté dans les endroits les plus humides, à proximité du cours d'eau. Nous faisons l'hypothèse ici qu'une régénération naturelle dans le sous étage se développe mais n'est pas suffisante à la régénération d'un peuplement forestier. Nous prévoyons donc un enrichissement partiel avec des placeaux de 9 plants. Il faut donc réfléchir à la densité de placeaux en conséquence pour assurer un renouvellement de feuillus par la suite. Une densité de 40 placeaux par hectare peut être convenable pour compléter la régénération naturelle déjà présente.

Il est conseillé de protéger les plants par des protections individuelles. Le sous-étage permet aussi une protection des plants contre le gibier en formant un obstacle physique et un écran.

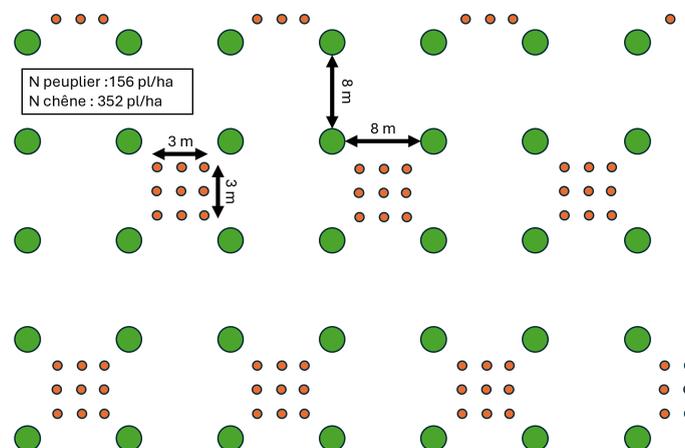


Schéma illustrant un exemple d'agencement des placeaux d'enrichissement (en orange) entre les rangs de peuplier (en vert)

Ce schéma de plantation est à moduler suivant le développement du sous-étage. Les placeaux peuvent être placés de façon non homogène spatialement et installés spécifiquement à des endroits où il n'y a pas de régénération naturelle.

NB : l'entretien des peupliers se fait suivant les préconisations de la *Fiche technique n°1 : Conduire sa peupleraie durablement*. Les passages liés à l'entretien de la peupleraie, notamment les élagages, doivent se faire en préservant le sous-étage.

### 3. et 3'. Phase d'éducation des potentielles perches d'avenir

Durant la phase d'amélioration de la peupleraie, la régénération et les plants doivent être favorisés. Les plants doivent être dégagés tous les deux ans environ pendant une dizaine

d'années suivant la plantation. Les peupliers accompagnent et gagnent le futur peuplement en filtrant la lumière arrivant sur le sous-étage. Il améliore ainsi sa qualité.

Si ce peuplement de sous-étage commence à atteindre le stade perchis, un nettoyage et/ou dépressage ainsi qu'une taille de formation peuvent être envisagés sur les perches d'avenir.

#### *4. Récolte du peuplier*

À 25 ans (*cf. Fiche technique n°1*), les peupliers peuvent être prélevés en prenant soin de ne pas abîmer le peuplement du sous-étage.

D'autres variantes à cet itinéraire consisteraient à garder les peupliers afin qu'ils grossissent encore un peu et accompagnent le sous-étage. Une récolte progressive des peupliers peut aussi être envisagée, en 2 ou 3 passages. Cela permettrait de réduire la concurrence entre les peupliers pour qu'ils se développent plus vite. De plus, cette option permettrait de garder un couvert forestier dans les zones où le sous-étage n'est pas encore bien développé.

La récolte du peuplier va entraîner des trouées à certains endroits ce qui va favoriser le développement de la végétation qui peut être de la régénération d'essences objectives tout comme de la ronce ou d'autre végétaux qui n'ont pas ou peu d'intérêt. Cette recrû de végétation dans les trouées est donc à surveiller et à limiter suivant les cas (ronces...).

#### *5. Mise en place d'un peuplement hétérogène*

Une fois les peupliers récoltés, une diversité d'essence à des stades variés mais plutôt jeunes vont succéder la peupleraie. Cette hétérogénéité est héritée, d'une part, de la régénération naturelle du sous-étage poussant initialement lors de la plantation, et d'autre part, de la deuxième vague de régénération apparaissant dans les trouées engendrées par la récolte des peupliers.

À très long terme, une irrégularisation et un traitement en futaie irrégulière pourraient être envisagés, si les conditions le permettent.

#### *5'. Entretien d'un peuplement plutôt homogène*

Lorsqu'il n'y a pas de régénération naturelle, seuls quelques plants issus de l'enrichissement par placeaux arrivent à maturité. La densité du peuplement est faible après récolte des peupliers. Suite à cela, il faudra prévoir la régénération de la forêt pour les cycles suivants. Les arbres du peuplement pourraient potentiellement servir de semenciers.

### **Analyses et discussions :**

#### *Aspects économiques et sylvicoles :*

De par les incertitudes liées à l'évolution exacte du peuplement, une analyse économique approfondie serait biaisée. Les itinéraires et solutions proposées sont à envisager au cas par cas et dépendent de nombreux critères tels que les attentes du propriétaire, les conditions du milieu, l'environnement économique...

Comparé à un reboisement classique en feuillus diversifiés, cet itinéraire permet de bénéficier d'un revenu intermédiaire grâce à la récolte des peupliers. Cela peut ainsi financer partiellement l'enrichissement. Cet enrichissement, s'il est effectué au moment opportun, dans de bonnes conditions est plus avantageux qu'une plantation classique en plein. Par ailleurs, il est important de noter que les revenus liés aux feuillus implantés seront tardifs et faibles dans un premier temps. Cependant ils seront moins tardifs que ceux issus d'un reboisement avec une plantation en plein classique, car la régénération naturelle et les plants plantés poussent directement sous une atmosphère forestière générée par les peupliers. Cela permet un gainage des plants qui sont de meilleure qualité. En conséquence, cette éducation par le peuplier améliore le rendement financier de l'itinéraire.

De plus, le taux de réussite d'une plantation sous un couvert forestier est en général meilleur que celui d'une plantation en plein, notamment grâce à l'ambiance forestière qui la protège. Cette ambiance forestière permet aussi de limiter le surplus d'eau de la parcelle grâce au "pompage" des peupliers, et devrait ainsi favoriser la reprise des chênes et des aulnes plantés.

*Aspect environnemental :*

Le peuplement issu de la régénération naturelle du sous-étage est diversifié génétiquement et hétérogène. Il tend vers un peuplement irrégulier et favorise donc une diversité d'habitats accueillant de la biodiversité.

*Aspect social :*

D'un point de vue paysager, la présence d'un sous-étage dans la peupleraie ainsi qu'une continuité temporelle du couvert forestier (sans coupe rase), sont mieux acceptées socialement par les usagers de la forêt, contrairement à une peupleraie classique ou bien une plantation en plein.

*Discussion:*

D'un point de vue théorique, ce projet semble viable. Cela est confirmé par les observations de terrain qui attestent la présence d'essences objectifs, et notamment le chêne pédonculé, sous de vieilles peupleraies. Cette orientation permet de reboiser en feuillus la parcelle tout en gardant les avantages économiques de la peupleraie (recettes à mi-parcours) et des avantages sylvicoles (éducation des tiges, limitation de la mortalité de la plantation...).

En pratique, cette orientation sylvicole a rarement été suivie. Il y a donc peu de recul. C'est pourquoi sa mise en œuvre demande une réflexion poussée. La flexibilité de l'itinéraire est un atout qui le rend résilient face différentes crises qui peuvent se produire.

L'avantage de ce projet est que la parcelle appartient à un propriétaire du domaine public qui est enclin à l'expérimentation. Les enjeux financiers sont beaucoup moins importants pour le propriétaire mais les résultats de ce projet sont par contre d'une richesse capitale. En effet, si ce projet est réalisé et surtout suivi et documenté, il pourra servir d'exemple pour la gestion d'autres parcelles futures, quels que soient les résultats négatifs ou positifs du projet. Il y a donc derrière un enjeu de tester et répandre un itinéraire sylvicole novateur qui pourrait être appliqué dans de nombreux cas locaux, notamment de vieilles peupleraies abandonnées.

### **Remarques complémentaires : des attentes du propriétaire envers le PNRFO...**

Ayant rencontré le propriétaire, deux requêtes ont été mentionnées quant à la gestion de la parcelle. Ces requêtes sont destinées au gestionnaire qui est l'ONF mais aussi, plus largement, au PNRFO.

En effet, premièrement, le propriétaire qui est la commune a fait ressentir le besoin d'impulser une filière bois sur l'aulne de par l'aspect historique que cette essence a notamment dans la construction de nombreux bâtiments. Il y aurait une demande locale importante de cette essence et les élus locaux seraient prêts à défendre cette filière. Il y aurait donc pour le PNR une piste à développer afin de potentiellement faire connaître cette demande, et peut-être impulser cette filière au sein des différents acteurs de la filière bois. Hypothétiquement, sous réserve d'une étude plus poussée, une filière locale de production et transformation de l'aulne pourrait être développée et faire rayonner le territoire mais aussi le PNR.

Deuxièmement, le propriétaire de la parcelle est déterminé à réaliser le projet énoncé, cependant certaines craintes sur la pérennité de ce projet ont été abordées. En effet, le mandat du maire étant court comparé à la durée de réalisation du projet, il est possible que celui-ci ne soit pas réélu, mettant alors en péril l'exécution du projet sur le long terme. L'intervention du PNRFO serait donc intéressante dans ce cas, afin de fixer des objectifs, des directives sur la parcelle (peut-être dans la charte forestière en réécriture) qui empêcheraient l'interruption du projet en cours de route, si le propriétaire change d'avis. Un suivi de cette parcelle par le PNRFO par exemple, ainsi qu'une valorisation et vulgarisation des résultats, en collaboration avec l'ONF, pourraient être envisagées afin d'initier et de développer à l'avenir cet itinéraire sylvicole sur le territoire. Autrement dit, la commune aurait besoin d'un appui technique, scientifique, médiatique, voire politique du PNRFO afin de pérenniser le projet sur le long terme.

### **Bibliographie :**

Fiches techniques 1, 4 et 10.

CARNNOT-MILARD, Laurence, 2010. *Guide pour l'identification des stations et le choix des essences sur les milieux alluviaux*. 2010. CRPF- Champagne Ardenne.

PILLON, S. et POULAIN, G., 2013. *Fiche 4 : Régénérer une forêt après une peupleraie* [en ligne]. 2013. CNPF Hauts-de-France - Normandie. [Consulté le 20 mai 2024]. Disponible à l'adresse :

[https://hautsdefrance-normandie.cnpf.fr/sites/socle/files/cnpf-old/fiche\\_4\\_regenerer\\_une\\_for\\_et\\_apres\\_une\\_peupleraie.pdf](https://hautsdefrance-normandie.cnpf.fr/sites/socle/files/cnpf-old/fiche_4_regenerer_une_for_et_apres_une_peupleraie.pdf)



Elèves de deuxième année de cursus ingénieur AgroParisTech Nancy  
ARMANGE Tristan, BEDAT Juliette, BIELAKOFF Tom, BONDU Nicolas, CHAMFORT Cléa,  
GERARD Samuel, GIOVINAZZO Esteban, LARRICQ Apolline, LECOEUR Ewen, MONGIN  
Youri, PICHANCOURT Hélène, VIOLIN Elsa.

Encadré par DURAND Philippe et LACOMBE Eric.

Financé par l'Agence de l'Eau de Seine Normandie.

Organismes commanditaires du projet : Parc Naturel Régional de la Forêt d'Orient et  
Syndicat Mixte d'Aménagement du Bassin de la Voire.

L'impact de la végétation ligneuse sur la fonctionnalité des hydrosystèmes de la Voire et de  
la Laines dans un contexte de densification de la populiculture, en milieux forestier et  
prairial.

2024.

Étude réalisée dans le bassin versant de la Voire, sur les départements de l'Aube (10) et de  
la Haute-Marne (52).

### **Mots clés**

Cours d'eau, forêts, zones humides, fonctionnalités, ligneux, peupleraies, hydrosystèmes,  
ripisylves, état écologique

### **Résumé**

Ce document est le résultat d'un projet pédagogique concernant les interactions eaux  
et ligneux de 12 étudiants de deuxième année d'AgroParisTech commandité par le Parc  
Naturel Régional de la Forêt d'Orient et le Syndicat Mixte Aménagement du Bassin de la  
Voire. Ce rapport porte sur le fonctionnement des hydrosystèmes du bassin versant de la  
Voire. Il s'inscrit dans un contexte d'interrogation face à l'implantation du peuplier dans le  
territoire et au mauvais état des cours d'eau observé dans des études préalables. L'objectif  
était d'analyser le fonctionnement des cours d'eau et des zones humides du bassin versant  
en lien avec l'implantation de ligneux. Un protocole permettant de récolter des données sur  
les différents types de milieux (ripisylves, cours d'eau, peupleraie, forêt diversifiée et prairie)  
présents sur le territoire a été produit. L'analyse des données a permis de mettre en  
évidence des fonctionnalités à améliorer ou à maintenir en l'état dans ces milieux. Les  
solutions proposées en réponse à ces dysfonctionnements sont des fiches techniques  
proposant des options de gestion de ces différents milieux en intégrant toujours le ligneux  
pour améliorer ou maintenir les fonctionnalités des cours d'eau et de zones humides.