



CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIÈRES

MARCHÉ PUBLIC DE PRESTATIONS INTELLECTUELLES

Étude des voies de valorisation du Myriophylle hétérophylle

VOIES NAVIGABLES DE FRANCE
Direction Territoriale Nord Est
169 rue de Newcastle
54036 NANCY Cedex

SOMMAIRE

1.	Objet du marché.....	3
2.	Contexte et finalités de l'étude	3
3.	Données d'entrée	5
4.	Tranche ferme : Prestations attendues (socle)	6
4.1	Caractérisation élargie de la biomasse disponible	6
4.2	Périmètre minimal des investigations spatiales et temporelles	6
4.3	Investigations chimiques et analytiques approfondies.....	6
4.4	Essais fonctionnels et approche applicative exploratoire	7
4.5	Approfondissement vers la transférabilité et la pré-formulation	7
4.6	Analyse des risques et contraintes associées	7
5.	Tranches optionnelles	8
	Tranche optionnelle 1 — Approfondissement formulation agronomique.....	8
	Tranche optionnelle 2 — Approfondissement formulation cosmétique.....	8
6.	Livrables attendus.....	8
7.	Organisation et méthode	9
8.	Organisation et phasage des prestations	9

1. Objet du marché

Le présent marché a pour objet la réalisation d'une étude approfondie de caractérisation chimique, biologique et réglementaire du Myriophylle hétérophylle, visant à établir une cartographie et une "carte d'identité" de cette biomasse disponible après les opérations de faucardage, ainsi qu'à poursuivre l'analyse des potentialités de valorisation chimique, notamment au travers de l'identification de molécules d'intérêt présentant un potentiel de valorisation.

Cette étude a pour finalité :

- de caractériser la variabilité physico-chimique et biologique du gisement en fonction des lieux et des saisons ;
- d'analyser les capacités de reprise végétative et de germination des graines du Myriophylle hétérophylle ;
- de mettre en relation les caractéristiques du gisement avec les voies de valorisation potentielles, dans une logique d'aide à la décision compatible avec les missions et le statut de Voies navigables de France (VNF).

Le marché constitue une prestation intellectuelle d'étude, visant à produire des éléments d'aide à la décision pour VNF, sans obligation de résultat industriel ni engagement de mise en œuvre opérationnelle.

2. Contexte et finalités de l'étude

Dans le cadre de la gestion des espèces exotiques envahissantes, Voies navigables de France (VNF) est confrontée à des volumes croissants de biomasse issus des opérations de faucardage-moissonnage du Myriophylle hétérophylle sur son réseau.

Une étude préliminaire a mis en évidence des potentiels fonctionnels de cette biomasse. Le présent marché s'inscrit dans la continuité de ces travaux et vise à approfondir et concrétiser les connaissances relatives cette biomasse, notamment en caractérisant sa variabilité spatiale, saisonnière, chimique et biologique, et à analyser les voies de valorisation potentielles qui pourraient en découler, dans une logique d'aide à la décision pour VNF.

Les études antérieures ont été conduites dans une logique d'exploration scientifique structurée visant à appréhender le potentiel chimique et fonctionnel du Myriophylle hétérophylle, au-delà d'une simple caractérisation descriptive de la biomasse.

Elles ont permis de poser les bases d'une compréhension initiale du gisement, tout en mettant en évidence la nécessité d'investigations complémentaires pour objectiver la variabilité, la reproductibilité et les perspectives de valorisation.

2.1 Investigations de caractérisation chimique exploratoire

Les travaux réalisés ont notamment porté sur :

- une première caractérisation chimique exploratoire du Myriophylle hétérophylle, conduite sur des échantillons issus de contextes de prélèvement distincts ;
- la mise en œuvre de procédures d'extraction différenciées, couvrant un spectre étendu de polarités, afin d'explorer la diversité des composés extractibles présents dans la biomasse ;
- l'obtention de profils chimiques complexes, permettant d'identifier des familles de composés d'intérêt potentiel, sans démarche d'optimisation ni d'exhaustivité.

Ces investigations ont été menées dans une logique comparative et exploratoire, sans viser à établir une cartographie territoriale complète ni à caractériser finement la variabilité saisonnière du gisement.

2.2 Premiers essais fonctionnels et approche applicative exploratoire

En complément des analyses chimiques, les travaux antérieurs ont intégré des essais fonctionnels exploratoires, destinés à évaluer le potentiel applicatif de certains extraits ou fractions issus du Myriophylle hétérophylle.

Ces essais ont notamment inclus :

- des tests fonctionnels réalisés en conditions contrôlées (in vitro ou équivalent), adaptés à l'évaluation de fonctions biologiques ou applicatives ciblées ;
- une première sélection de fractions d'intérêt, fondée sur la mise en relation de critères analytiques et fonctionnels ;
- une approche de screening, visant à orienter les axes d'investigation sans rechercher une optimisation des performances ni une stabilisation des formulations.

Ces travaux ont permis d'identifier des pistes de valorisation potentielles, sans constituer une validation applicative aboutie.

2.3 Niveau de technicité et maturité scientifique atteinte

Les investigations réalisées ont mis en évidence que l'étude du potentiel de valorisation chimique du Myriophylle hétérophylle mobilise des outils analytiques avancés et requiert une expertise scientifique de haut niveau, adaptée à l'analyse de matrices biologiques complexes.

Le niveau de maturité atteint à l'issue de ces travaux peut être qualifié d'intermédiaire, situé :

- au-delà d'une simple analyse exploratoire de principe ou d'un screening amont ;
- en deçà d'une démarche de développement applicatif, de formulation stabilisée ou d'industrialisation.

Les travaux réalisés n'ont notamment pas porté sur l'optimisation des procédés, la reproductibilité à grande échelle, ni sur une évaluation industrielle ou réglementaire complète des voies de valorisation envisagées.

2.4 Typologie des essais réalisés et logique de poursuite des investigations

Les travaux antérieurs ont intégré une démarche d'essais exploratoires structurés, visant à apprécier le potentiel de valorisation chimique et fonctionnelle de la biomasse.

Les essais réalisés ont notamment porté sur :

- la mise en œuvre d'extractions couvrant un large spectre de polarités, suivies de démarches de fractionnement et de sélection de fractions d'intérêt ;
- la conduite d'analyses chimiques avancées, permettant d'accéder à des informations moléculaires fines ;
- la réalisation de tests fonctionnels exploratoires, destinés à établir des corrélations entre profils chimiques et réponses fonctionnelles observées ;
- une approche intégrée chimie / fonction, sans optimisation des procédés ni stabilisation des formulations.

Ces essais ont permis d'atteindre un niveau de maturité scientifique intermédiaire, ouvrant la voie à des investigations plus approfondies.

Le présent marché vise à prolonger et structurer ces travaux en :

- consolidant les essais déjà engagés ;
- étendant leur application à la variabilité spatiale et saisonnière du gisement ;
- approfondissant l'analyse des molécules ou familles de molécules d'intérêt à forte valeur ajoutée ;
- inscrivant les résultats dans une perspective de transférabilité vers des acteurs professionnels, notamment au travers d'investigations pouvant aller jusqu'à une logique de démonstration de faisabilité ou de pré-formulation, sans constituer une obligation de développement industriel ni de mise sur le marché.

Ces approfondissements sont conduits dans une logique exploratoire et progressive, tenant compte des limites identifiées lors des travaux antérieurs.

3. Données d'entrée

Voies navigables de France mettra à disposition du titulaire :

- les rapports et livrables issus des études antérieures réalisées pour son compte ;
- les informations disponibles relatives aux sites de prélèvement et aux conditions de récolte (dates, lieux, matériels utilisés...).

L'analyse du cadre réglementaire applicable, notamment au regard du statut d'espèce exotique envahissante, relève de la responsabilité du titulaire, dans une logique d'identification des contraintes, risques et conditions de faisabilité, et non de sécurisation juridique exhaustive.

Les données sont fournies à titre informatif et ne préjugent pas des méthodes d'analyse ni des conclusions que le titulaire pourra formuler dans le cadre de l'exécution des prestations.

4. Tranche ferme : Prestations attendues (socle)

Les prestations attendues dans le cadre du présent marché ont pour objet la poursuite, l'approfondissement et la structuration des investigations scientifiques engagées lors des travaux antérieurs, en vue d'aboutir à une caractérisation complète de la biomasse générée par le faucardage de canaux et à une analyse approfondie des voies de valorisation chimique, jusqu'à un niveau de maturité permettant la transférabilité des résultats vers des acteurs professionnels.

Les prestations sont réalisées dans une logique de prestation intellectuelle d'étude, sans obligation de résultat industriel ni engagement de mise sur le marché.

4.1 Caractérisation élargie de la biomasse disponible

Le titulaire réalisera une caractérisation approfondie de la biomasse de *Myriophylle* hétérophylle disponible après faucardage, intégrant les dimensions chimiques, biologiques et environnementales.

Cette caractérisation devra notamment permettre :

- d'analyser la variabilité physico-chimique de la biomasse en fonction des lieux de prélèvement et des périodes de récolte par faucardage ;
- d'apprécier la variabilité biologique du *Myriophylle* hétérophylle récolté, incluant notamment les capacités de reprise végétative et de germination, évaluées dans des conditions adaptées à l'étude ;
- de qualifier l'impact des conditions environnementales (saisonnalité, contexte hydrologique, conditions de prélèvement) sur les caractéristiques du *Myriophylle* hétérophylle faucardé.

Les modalités de prélèvement, d'échantillonnage et d'analyse sont laissées à l'initiative du titulaire, sous réserve de leur adéquation avec les objectifs de l'étude et en parfaite coordination avec le représentant du maître d'ouvrage.

4.2 Périmètre minimal des investigations spatiales et temporelles

Les investigations devront être conduites selon une approche multi-sites et multi-périodes, permettant d'analyser de manière robuste la variabilité spatiale et saisonnière de la biomasse de *Myriophylle* hétérophylle issue des opérations de faucardage.

À titre de référence minimale, la méthodologie proposée devra intégrer plusieurs sites de prélèvement distincts et au moins deux périodes de prélèvement par site, correspondant à des conditions saisonnières contrastées.

Le titulaire pourra proposer des modalités plus ambitieuses, sous réserve de leur cohérence avec les objectifs du marché et la disponibilité de la biomasse.

4.3 Investigations chimiques et analytiques approfondies

Le titulaire conduira des investigations chimiques avancées visant à approfondir l'identification et la compréhension des composés ou familles de composés d'intérêt présents dans la biomasse.

Ces investigations devront notamment inclure :

- la mise en œuvre d'approches d'extraction et de fractionnement adaptées à l'exploration de matrices biologiques complexes ;
- l'obtention de profils chimiques détaillés, permettant l'analyse comparative des échantillons ;
- l'identification de molécules ou familles de molécules à potentiel de valorisation, sans objectif d'optimisation industrielle.

Les méthodes analytiques retenues devront être décrites dans l'offre et justifiées au regard des objectifs scientifiques du marché.

4.4 Essais fonctionnels et approche applicative exploratoire

En complément des analyses chimiques, le titulaire réalisera des essais fonctionnels exploratoires visant à évaluer le potentiel applicatif des extraits ou fractions sélectionnés.

Ces essais auront pour objectifs :

- d'explorer des fonctions biologiques ou applicatives pertinentes au regard des voies de valorisation envisagées ;
- d'analyser la relation entre profils chimiques et réponses fonctionnelles observées ;
- de contribuer à la sélection raisonnée de pistes de valorisation.

Les essais sont conduits dans une logique de screening et d'aide à la décision, sans recherche de performance maximale ni de validation industrielle.

4.5 Approfondissement vers la transférabilité et la pré-formulation

Le titulaire poursuivra les investigations jusqu'à un niveau permettant d'apprécier la faisabilité scientifique et technique de certaines voies de valorisation.

À ce titre, les prestations pourront inclure :

- des travaux exploratoires de pré-formulation ou de démonstration de faisabilité ;
- une analyse des conditions de transférabilité des résultats vers des acteurs économiques tiers ;
- l'identification des verrous techniques, scientifiques ou réglementaires susceptibles de conditionner une valorisation ultérieure.

Ces travaux restent de nature exploratoire et ne constituent pas un développement de produit ou de procédé.

4.6 Analyse des risques et contraintes associées

Le titulaire réalisera une analyse transversale des risques, incluant notamment :

- les risques de dissémination ou de reprise végétative liés à l'utilisation de la biomasse ;
- les risques sanitaires, environnementaux et réglementaires associés aux voies de valorisation étudiées ;
- les limites techniques et scientifiques des approches envisagées.

Cette analyse devra aboutir à des recommandations argumentées, destinées à éclairer la prise de décision de VNF.

5. Tranches optionnelles

Les tranches optionnelles définies ci-après constituent des prestations distinctes du socle, dont la réalisation est laissée au choix du pouvoir adjudicateur.

Tranche optionnelle 1 — Approfondissement formulation agronomique

Cette tranche optionnelle pourra porter sur :

- des travaux exploratoires de formulation ;
- l'analyse des contraintes d'usage en contexte agronomique ;
- des actions de transfert de connaissances (sessions techniques, formats à définir).

Tranche optionnelle 2 — Approfondissement formulation cosmétique

Cette tranche optionnelle pourra porter sur :

- des travaux exploratoires de formulation cosmétique ;
- l'identification des fonctions d'intérêt prioritaires ;
- l'analyse des contraintes réglementaires spécifiques au secteur.

6. Livrables attendus

Les prestations réalisées dans le cadre du présent marché donneront lieu à la production de livrables écrits, permettant d'assurer la traçabilité des travaux menés et de fournir à Voies navigables de France des éléments d'aide à la décision exploitables.

Les livrables attendus sont, a minima, les suivants, pour la tranche ferme :

- un rapport de caractérisation de la biomasse de Myriophylle hétérophylle issue des opérations de faucardage, intégrant les dimensions chimique, biologique et environnementale, ainsi que l'analyse de la variabilité spatiale et saisonnière ;

- un rapport d'investigations chimiques et fonctionnelles, présentant les méthodologies mises en œuvre, les résultats interprétés, les limites identifiées et les pistes d'approfondissement ;
- une analyse des voies de valorisation chimique potentielles, incluant leur niveau de maturité, les conditions de transférabilité vers des acteurs professionnels et les principaux verrous identifiés ;
- une analyse des risques techniques, biologiques, sanitaires, environnementaux et réglementaires, assortie de recommandations argumentées ;
- une note de synthèse stratégique, destinée à éclairer la prise de décision de VNF.

Pour les tranches optionnelles, il est attendu un rapport décrivant les travaux exploratoires de formulation, l'identification des fonctions d'intérêt prioritaire et l'analyse des contraintes réglementaires spécifiques au secteur étudié.

Ils seront rédigés en langue française et remis sous format numérique.

7. Organisation et méthode

L'offre devra préciser :

- la méthodologie proposée ;
- les moyens humains et techniques mobilisés ;
- le calendrier prévisionnel ;
- les modalités de pilotage et d'échanges avec VNF.

8. Organisation et phasage des prestations

Les prestations objet du présent marché sont organisées en une tranche ferme et deux tranches optionnelles, correspondant à des jalons techniques identifiés.

La tranche ferme est décomposée en tâches successives, chacune donnant lieu à la production de livrables intermédiaires soumis à validation du pouvoir adjudicateur. Les tranches optionnelles, décrites à l'article 5, constituent des prestations supplémentaires, activables à l'initiative du pouvoir adjudicateur.

Le découpage ci-dessous constitue un cadre de référence. Le titulaire pourra proposer, dans son offre, des ajustements mineurs de calendrier, sans modification de la durée maximale du marché ni des livrables attendus.