

IV- RECOMMANDATIONS pour l'évaluation des impacts sur LA FLORE LITTORALE

Les communautés végétales littorales représentent une composante fréquemment intégrée dans les programmes d'évaluations d'impact d'un déversement accidentel, dès lors que leur exposition aux hydrocarbures est constatée -par exemple par aspersion ou projection de polluant sur les communautés végétales supralittorales (ex : accidents du *Braer*, de l'*Erika*) ou par submersion de communautés médiolittorales, soumises à l'influence des marées, notamment de marais (ex : accidents de l'*Amoco Cadiz*, du *Sea Empress*, ou formations estuariennes tel qu'en Loire suite à l'accident de Donges en 2008). La végétation est considérée comme une composante essentielle du fait, d'une part, de son statut **fonctionnel** (production primaire, fonction habitat) mais aussi, d'autre part, de son caractère potentiellement **intégréateur** des fluctuations affectant l'environnement dont ils contribuent à décrire l'intégrité. Enfin, certaines espèces ou groupements végétaux relèvent d'un intérêt patrimonial, constituant éventuellement des habitats d'intérêt, par exemple communautaire au titre de la Directive européenne « Habitats–Faune–Flore ». Le suivi de la flore affectée peut donc également être motivé par une problématique de conservation, si le déversement touche une zone comportant des habitats et/ou des espèces protégées.

Ces motivations sont applicables au contexte estuarien, et y justifient de fait la **pertinence d'une mise en œuvre d'évaluations d'impacts sur les communautés végétales** en cas de déversement accidentel.

IV.1 – La sélection des habitats et des espèces

Les estuaires comportent des associations végétales variées, distribuées en fonction du gradient de salinité, de la nature du substrat, du marnage. Parmi ces habitats on citera notamment les végétations pionnières des zones sableuses ou boueuses, les **prés salés atlantiques**, les **roselières** (phragmitaies, scirpaies littorales ou saumâtres), les magnocariçaies, et les **prairies subhalophiles**.

En parallèle, le suivi post- déversement accidentel d'une communauté végétale dans son ensemble peut répondre à une interrogation quant à **l'impact éventuel des opérations de nettoyage des habitats pollués**. Ces suivis peuvent concerner des communautés souillées et potentiellement sensibles aux techniques de nettoyage, ou des secteurs non souillés mais éventuellement perturbés du fait de la mise en place des chantiers (piétinement, passage d'engins, entreposage de matériel, etc.)

Les suivis peuvent, le cas échéant, porter sur une ou plusieurs espèces sélectionnées en raison de leur **vulnérabilité et/ou de leur rareté** (ex : Angélique des estuaires lors de la pollution de l'estuaire de la Loire) ou, au contraire, de **leur représentativité** au sein des habitats impactés par les hydrocarbures.

En marge, on mentionnera que le suivi d'espèces consommées peut être pressenti d'intérêt en cas d'identification d'un risque sanitaire pour la santé humaine et/ou animale. En estuaire, la collecte d'espèces destinées à la consommation humaine (ex : salicornes) est peu probable du fait de la contamination chronique du milieu, mais la question du transfert de composés d'hydrocarbures (HAPs) vers les herbivores a toute chance d'être posée en cas de pâturage des prairies ou prés salés contaminés) (teneurs en HAPs des végétaux). Il s'agit cependant moins d'un suivi d'impact environnemental que de suivis du risque sanitaire, mis en œuvre par ailleurs.

En résumé : En matière de hiérarchisation des évaluations de l'impact sur la flore en milieu estuarien, les points précédents amènent donc à recommander, en règle générale, la mise en œuvre :

- **prioritaire** d'un suivi des **communautés végétales représentatives du milieu estuarien affecté** par le déversement (et éventuellement les opérations de nettoyage) ;
- **en complément**, et si nécessaire, d'un **suivi d'une espèce en particulier** répondant à des **interrogations de conservation notamment**.

IV.2 - Méthodes d'évaluation des communautés végétales

Considérations générales - difficultés

Les suivis de végétation reposent sur des protocoles reconnus, communément acceptés -et de fait appliqués dans plusieurs contextes post-accidentels, à la suite de cas majeurs littoraux ou estuariens. Relativement répandue en termes de méthodologie, on rappellera néanmoins l'importance, dans la conception des suivis à partir des recommandations formulées ci-après, de disposer de **séries de données de référence** antérieures à l'accident, si possible relativement récentes, mais également de suivre en parallèle **des sites témoins** (non pollués) -lorsqu'ils peuvent être identifiés- comparables aux sites pollués.

Remarque : Dans l'urgence (premiers jours/semaines après l'accident), et pour orienter les processus de choix et de définition des suivis à mettre en œuvre, il est recommandé de procéder (*via* des reconnaissances de terrain) à la collecte d'informations relatives :

- (i) aux signes visibles d'altération, s'agissant de caractériser les espèces *visiblement* affectées (ex : défoliation, nécroses, décolorations, etc.) ;
- (ii) d'estimer grossièrement et en première instance l'ampleur et la localisation/extension des habitats affectés ;
- (iii) aux interventions de nettoyage mises en œuvre (type et chronologie).

❖ IV.2.1 Approche écologique, au niveau des communautés végétales ou de populations d'une espèce donnée

Suite à un événement de pollution accidentelle, le suivi de descripteurs du statut des communautés floristiques (ex : composition spécifique, etc.), susceptibles le cas échéant de mettre en lumière les modifications induites au niveau de l'habitat dans son ensemble, peut permettre d'identifier la survenance d'un impact.

Les paramètres

Des descripteurs simples des communautés végétales ainsi que des espèces végétales (taxons) présentes sur le site au moment du suivi pourront servir à caractériser les variations –s'il en est- post-déversement. L'établissement des paramètres suivants tels que la **composition spécifique** (espèces présentes) permet de suivre les tendances évolutives de la végétation.

Une caractérisation plus fine des unités de végétation pourra être réalisée via des **relevés phytosociologiques** sigmatistes¹ selon la méthode des coefficients d'abondance-dominance de Braun-Blanquet. Cette méthode permet de réaliser des **relevés floristiques** en identifiant toutes les espèces végétales présentes (taxons) dans un emplacement délimité (localisé par des placettes permanentes -matérialisées au moyen d'un repère permanent- et cartographiées) et en estimant le taux de **recouvrement total** de la végétation puis le taux de **recouvrement de chaque espèce** exprimé à l'aide de **coefficients d'abondance-dominance**. On prendra soin d'accompagner le suivi phytosociologique par des relevés **photographiques géoréférencés** des zones suivies pour archivage, et contribution à l'analyse de l'évolution spatiale et temporelle de la végétation.

La **phénologie**, c'est-à-dire le suivi des stades de développement des plantes et leur qualité (ex : développement végétatif, floraison, fructification, production de graines), est également un critère permettant de vérifier la normalité du cycle de développement des plantes.

Un descriptif de certains **paramètres biométriques** pourra également être réalisé en parallèle des relevés phytosociologiques : **la taille des végétaux** (hauteur maximale, minimale et moyenne), qui, bien que sujette à des variations liées à des conditions climatiques et édaphiques, est indicatrice de difficulté de développement, tout comme **le diamètre** et **la densité des tiges**. **L'existence de témoins non pollués est indispensable pour établir des comparaisons.**

Au cas où l'impact direct ou indirect se traduit par une ouverture significative du couvert végétal, le relevé phytosociologique pourra être complété par la réalisation de **points-contacts** sur les placettes de suivi. Cette méthode consiste à noter le long d'une ligne de relevés, à intervalles réguliers, les différentes espèces végétales avec lesquelles entre en contact une pointe métallique qui descend dans la végétation. Ce suivi permet de préciser la **progression spatiale** et l'évolution des différentes espèces présentes sur les placettes.

Une **cartographie des unités de végétation** suivies pourra être utilisée pour caractériser l'extension de la pollution de la végétation et des habitats concernés, si les moyens humains et matériels le permettent, afin de compléter de manière efficace les paramètres étudiés pour le suivi de la végétation. La typologie CORINE² ainsi qu'une échelle adaptée au site (1/25000^{ème} par exemple) pourront être utilisées pour décrire la végétation.

En complément des suivis de végétation, il peut être opportun de caractériser les sols en termes d'édaphisme (granulométrie, composition chimique) ou de contamination (teneur en éléments métalliques -nickel et vanadium ; HAPs ; etc.). Il peut être décidé de réaliser ces analyses en cas d'indices d'impact constatés (ex : chlorose, mortalités) et/ou pour contribuer à l'explication des différences éventuellement observées au niveau des descripteurs de la végétation.

¹ **De Foucault B., 1986.** Petit manuel d'initiation à la phytosociologie sigmatiste. Mémoire n°1 *Soc.Linn.du Nord de la France*, Amiens, 25 pp.

Lahondère, Ch., 1997. Initiation à la Phytosociologie sygmatiste, *Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest*, Nouvelle série, Numéro spécial 16.

² La typologie CORINE Biotopes est un système hiérarchisé de classification des habitats européens élaboré dans le cadre du programme CORINE (Coordination of Information on the Environment). L'édition française a été publiée en 1997 : Bissardon M. & Guibal L., 1997. *Corine biotopes. Version originale. Types d'habitats français*. ENGREF, Nancy, 217 p.

La stratégie

- on comparera les résultats obtenus sur des stations polluées :
 - o avec des données analogues/comparables (i) antérieures à la pollution (références) ou (ii) issues, s'il est possible d'en établir, de sites « contrôle » (non pollués), et/ou ;
 - o entre des stations (placettes) présentant des niveaux de contamination différents (choix de sites à niveau de contamination moyenne à forte par exemple) et ;
 - o entre des sites ayant bénéficié de techniques de nettoyage différentes (auto-nettoyage, nettoyage manuel, nettoyage mécanique);
 - o entre les dates successives d'échantillonnage, réalisés **au minimum à un rythme annuel généralement en début de saison estivale pour les relevés phytosociologiques** (intégration de la floraison pour les plantes annuelles) et de manière régulière durant la saison de végétation pour la détermination de certaines espèces (ex : début d'automne pour les salicornes, printemps pour les espèces précoces) ou pour l'inventaire des autres paramètres, de manière à identifier à moyen terme d'éventuels impacts, ou la survenance de processus de restauration (ex : comparaison des données à t_{+1an}).
- on rappellera, pour examen de la relation entre les phénomènes observés et la pollution, la possibilité de coupler le suivi avec des **prélèvements de sols** pour en caractériser le type (ex : édaphisme) ainsi que l'éventuelle contamination, et dans certains cas, avec **des analyses de teneurs en hydrocarbures des plantes**.
- la poursuite de ce type de suivi au-delà d'une année est à envisager en fonction des résultats obtenus (deux cycles végétatifs sont généralement retenus comme durée minimale, y compris pour confirmer une absence d'impact observée lors de la première année). Au-delà, d'éventuelles adaptations (réduction de la fréquence d'échantillonnage, sélection d'un certain nombre de sites, etc.) sont à considérer au cas par cas.

Les protocoles d'échantillonnage :

Le choix du plan d'échantillonnage (surface de relevé des quadrats, nombre de placettes permanentes et de répliqués satisfaisant à la collecte d'un nombre significatif de situations et à la réalisation d'épreuves statistiques, etc.), est à **préciser au cas par cas en lien étroit avec les caractéristiques des communautés sélectionnées**. La prise en compte de ces éléments (ex : dimension des relevés, couverture végétale homogène du point de vue de la structure et de la composition floristique pour la phytosociologie) dans **la définition des modalités d'échantillonnage** est un aspect connu des experts en botanique.

Les avantages :

L'approche présente l'avantage d'une mise en œuvre relativement aisée (logistique réduite), réduisant le délai de lancement ainsi que de mise en œuvre sur le terrain, et ne réclame pas de mesures ou d'analyses complexes des données. Une expertise en botanique pour l'identification des espèces est cependant nécessaire, ainsi qu'une bonne connaissance du terrain afin de déterminer les communautés végétales ou les espèces d'intérêt patrimonial qui peuvent être suivies. L'approche botanique permet d'obtenir des résultats à relativement moyen-terme (quelques mois après son lancement) ou à long terme (> 1 année de suivi).

❖ IV.2.2 Approche biologique au niveau d'espèces cibles

Dans certains cas et d'une manière complémentaire aux suivis écologiques des communautés végétales, des suivis peuvent cibler des espèces d'intérêt patrimonial ou des espèces représentatives des habitats estuariens si les observations de terrain suggèrent un impact évident.

En plus d'un suivi de la **phénologie** et de **critères biométriques** (ex : taille, diamètre, densités ; Cf. IV.2.2), quelques rares études d'écophysiologie visant à qualifier l'état de santé d'espèces cibles et à évaluer les effets létaux et sublétaux engendrés par le pétrole ont déjà été réalisées lors de précédents accidents littoraux. Ainsi, des paramètres de démographie (**croissance, fertilité, survie**) peuvent être des critères discriminants pour évaluer l'impact du pétrole *in situ*. En parallèle, des **bioessais** en laboratoire sur des plants peuvent également être réalisés et combinés à une batterie de tests de physiologie végétale (transplantation de pieds dans un substrat contaminé, tests d'aspersion d'un mélange eau/pétrole etc..).

La pertinence d'une telle approche doit cependant être **évaluée au cas par cas**, et la stratégie consistera à comparer les résultats avec (i) des données de référence antérieures à la pollution ou (ii) avec des sites témoins ou des lots témoins dans le cas d'une exposition en laboratoire.