Projet PEZH
(Plateforme d'Evaluation hydromorphologique et socioéconomique des Zones Humides de vallées alluviales)

Rapport d'étude final

1 octobre 2015

Acceptables Avenirs - SAS au capital de 50.000 Euros - RCS Toulouse 523 470 615
815 avenue la Pyrénéenne, Bâtiment Prologue 1, 31670 Labège - Tél. : +33(0)5 61 28 00 36 - Fax : +33(0)5 61 00 44 01

Index

DESCRIPTION DU PROJET

1. CADRE 3

2. RESUME DU PROJET 3

3. CONTEXTE DU PROJET 3

4. BESOINS / SOLUTIONS APPORTEES PAR PEZH 6

5. ETAT DE L'ART / VERROUS TECHNOLOGIQUES / SOLUTIONS INNOVANTES PROPOSEES 8

6. PRODUITS / FONCTIONNALITES/DIFFERENCIATION 10

7. L'EQUIPE PROJET 14

8. DECOUPAGE DU PROJET ET ROLE DE CHAQUE PARTENAIRE 17

1. INTRODUCTION 19

2. FONCTIONNALITES DU SIMULATEUR HYDRO 19

3. VALIDATION DU MODELE 22

4. APPLICATIONS 24

5. CONCLUSION 31

6. REFERENCES 32

1. PRINCIPES DU MODELE D'EVALUATION 33

2. EVALUATION SOCIOECONOMIQUE DU SITE PILOTE 37

3. COMMENTAIRES ET PERSPECTIVES 44

1. PRESENTATION 45

2. ENJEUX ET SOLUTIONS HYDRIIS 46

3. TELECHARGEMENT DE DONNEES MILIEUX HUMIDES 47

Acceptables Avenirs - SAS au capital de 50.000 Euros - RCS Toulouse 523 470 615
815 avenue la Pyrénéenne, Bâtiment Prologue 1, 31670 Labège - Tél. : +33(0)5 61 28 00 36 - Fax : +33(0)5 61 00 44 01

Description du projet

1. CADRE

Le projet PEZH est de nature R&D collaborative.
Il est financé en tant que projet d'innovation dans le cadre du 10e programme de l'agence de l'eau Adour-Garonne (Commission d'Intervention d'Octobre 2013).
Sa durée est de 24 mois, du 11/10/2013 au 10/10/2015.

2. RESUME DU PROJET

Ce projet vise à livrer une plateforme informatique pour **tester, évaluer, ajuster et planifier les actions et projets en rapport avec les zones humides** au sein des vallées alluviales, en intégrant les **dimensions environnementales, économiques et sociétales**.
PEZH s'adresse aux acteurs de la gestion du grand cycle de l'eau, aux porteurs de projets qui impactent les milieux et aux bureaux d'études.
PEZH proposera un **simulateur hydromorphologique** et un **système d'évaluation socio-économique** pour délivrer, pour les zones humides:
1/leur cartographie basée sur le fonctionnement hydrologique ;
2/une évaluation socio-économique basée sur les valeurs monétaires directes et reconstruites, et sur les valeurs non-monétaires;
3/l'évaluation pluridisciplinaire de projets de gestion ou d'aménagement, et de mesures compensatoires.
Le caractère innovant de la technologie développée dans PEZH s'appuie sur:
* Un modèle hydrologique des interfaces rivière/milieux poreux des vallées alluviales fonctionnant à multi-échelle et avec un minimum de données d'entrée ;
* La cartographie des ZH basée sur l'hydrodynamique ;
* Un système alternatif d'évaluation des coûts sociaux et de négociation associés à tout projet ou action concernant les zones humides.

3. CONTEXTE DU PROJET

PEZH est un projet ciblant l'aide à la gestion des zones humides de vallées alluviales dans le bassin Adour-Garonne. Ce point d'ancrage territorial permet de répondre aux attentes spécifiques d'un gestionnaire pour la connaissance et la priorisation de ses actions, tout en considérant en trame de fond la problématique de gestion du point de vue réglementaire. PEZH s'adresse aussi aux porteurs de projets qui impactent les milieux (infrastructures de transport, zones industrielles et commerciales, urbanisation,…) et aux bureaux d'études.
Ce projet vise à livrer une plateforme informatique pour tester, évaluer, ajuster et planifier toutes actions en rapport avec les zones humides au sein des vallées alluviales, en intégrant les dimensions environnementales, économiques et sociétales.
Pour garantir la justesse et la pertinence des outils de la plateforme, les vallées du Bassin Adour-Garonne ont été choisies comme zone de développement et de test. Le développement sera fait plus particulièrement sur la vallée de la Garonne en partenariat avec le SMEAG

Acceptables Avenirs - SAS au capital de 50.000 Euros - RCS Toulouse 523 470 615
815 avenue la Pyrénéenne, Bâtiment Prologue 1, 31670 Labège - Tél. : +33(0)5 61 28 00 36 - Fax : +33(0)5 61 00 44 01

(Syndicat Mixte d'Etudes et d'Aménagement de la Garonne). Des tests pourront être réalisés sur la vallée de l'Adour (sollicitation en cours de l'Institution Adour - établissement public interdépartemental pour gérer le fleuve Adour de sa source à l'embouchure).

Contexte global sur la gestion des zones humides :
Les zones humides sont des espaces particuliers qui cristallisent de nombreux enjeux : régulation hydrologique (écrêtement des crues, soutien des débits des cours d'eau) ; épuration des eaux (protection de la ressource) ; biodiversité.
Leur reconnaissance se traduit au travers des réglementations nationales, européennes et internationales. Au niveau national, la loi N° 2006-1772 du 30 décembre 2006 sur l'eau et les milieux aquatiques, l'Article 83–I préconise de « mener et favoriser des actions de préservation, de restauration, d'entretien et d'amélioration de la gestion des milieux aquatiques et des zones humides ». Les codes de l'environnement, de l'urbanisme, rural, forestier et des collectivités territoriales prévoient des dispositions en lien avec ces milieux humides.
En application de l'arrêté ministériel du 24 juin 2008 : une zone peut être définie comme humide, si elle répond à un critère de végétation hygrophile ou à un critère de sol hydromorphe.

Au-delà de ces aspects réglementaires, la disparition des zones humides se traduit pour la collectivité par un coût accru en terme de gestion de la ressource, afin d'en garantir l'accès en qualité et quantité suffisantes. Pour la seule dimension qualité, associée aux fonctions de régulation biogéochimique des zones humides, peuvent être considérés les coûts de traitement des pollutions par les nitrates, estimés par ailleurs entre 50 et 75 milliards d'€ par an (source CGDD 2011, Coûts des principales pollutions agricoles de l'eau, études & documents n°52). Cela ne veut pas dire que des zones humides fonctionnelles puissent permettre d'éviter l'ensemble de ces surcoûts potentiel mais elles peuvent tout du moins contribuer à les réduire de manière substantielle. A titre d'illustration, les zones humides sont reconnues comme des infrastructures naturelles permettant de lutter contre les pollutions diffuses (Aoubid 2010 : évaluation des bénéfices environnementaux des zones humides dans le cadre du Grenelle de l'Environnement, mémoire AgroParisTech, 97p), notamment celles des aires d'alimentation de captages d'eau potable. Ainsi, l'acquisition de 20 000 ha de zones humides est prévue par le Grenelle de l'Environnement en plus des zones déjà acquises régulièrement par le Conservatoire des espaces littoraux et des rivages lacustres ou d'autres organismes. On estime en moyenne le potentiel épuratoire des zones humides à 2 000 euros par hectare et par an, ce qui représente, dans le cadre des dispositions prévues par le Grenelle de l'Environnement, un potentiel de « coût évité » pour le traitement de l'eau de l'ordre de 40 millions d'euros par an.
Dans le même ordre d'idée, la fonction de régulation hydrologique, pouvant se traduire par le soutien d'étiages, occasionne des coûts de gestion conséquents (plusieurs millions d'euros annuels) qui pourraient être réduits par la valorisation de la fonction tampon des milieux humides ou potentiellement humides.

Contexte géographique : la vallée de la Garonne
La vallée de la Garonne et ses affluents abrite des zones humides qui sont reliées au cours d'eau par les crues et par le niveau de la nappe phréatique ou plus ponctuellement via des canaux plus ou moins importants (canal de Garonne) et le réseau hydrographique secondaire. Les flux d'eau, de sédiments et de matières nutritives déterminent le fonctionnement de ces milieux et les peuplements en espèces végétales et animales.

Acceptables Avenirs - SAS au capital de 50.000 Euros - RCS Toulouse 523 470 615
815 avenue la Pyrénéenne, Bâtiment Prologue 1, 31670 Labège - Tél. : +33(0)5 61 28 00 36 - Fax : +33(0)5 61 00 44 01

Les caractéristiques et l'étendue des zones humides sont variables le long de la Garonne. La Garonne « débordante » entre Toulouse et la confluence du Tarn est un secteur emblématique avec 75 zones humides alluviales en bordure immédiate du fleuve sur 70 km de fleuve (couvrant 2 500 ha), principalement des forêts alluviales (saulaies, frênaies), pas moins d'une cinquantaine de bras morts et des milieux ouverts (mégaphorbiaies).

Outre ces zones humides situées en zones fréquemment inondables, il existe également des zones humides en plaine. Héritées de la mobilité historique du lit, elles se situent dans des anciens méandres alimentés par la nappe ou le bassin versant. Elles abritent notamment des roselières particulièrement propices aux oiseaux d'eau. Ces zones humides potentielles sont évaluées à 900 ha sur la Garonne débordante. On observe également ce type de milieu sur la Garonne en Aquitaine (exemple : étang de la Mazière – 47).

Dans les vallées encaissées des Pyrénées, les milieux humides sont plus localisés : tourbières, bas-marais, forêts de ravins, sources pétrifiantes. On note également la présence de nombreux ruisseaux phréatiques, fossés et biefs de moulins qui abritent des espèces à fort enjeu (libellules, lamproie de Planer).

Les zones humides du corridor garonnais sont assez bien connues. Leur inventaire sur l'ensemble de la vallée de la Garonne est en cours. La connaissance sur les bassins affluents est plus disparate.

Support d'une biodiversité remarquable, l'intérêt écologique de ces milieux a motivé leur prise en compte dans le site Natura 2000 de la Garonne et de ses affluents en Midi-Pyrénées.

Les zones humides représentent aussi un enjeu pour la ressource en eau. Elles influencent la qualité des eaux superficielles en jouant un rôle de filtre naturel entre la plaine aménagée et le cours d'eau. Elles sont également un régulateur du cycle hydrologique en absorbant les crues et en restituant les eaux en période d'étiage (tourbières en tête de bassin). Ces deux dimensions qualitative et quantitative sont liées car le pouvoir d'épuration des zones humides alluviales dépend de leur caractère inondable (la baisse de fréquence des inondations entraîne leur dépérissement).

Enfin, les zones humides contribuent également à la qualité paysagère de la vallée et du cadre de vie. Elles sont également support d'activités socioéconomiques.

Les pertes d'interaction entre la dynamique fluviale et les zones humides riveraines sont une menace majeure qui pèse sur la pérennité et la régénération des zones humides alluviales. Les saulaies, zones humides emblématiques de Garonne, sont particulièrement impactées.

Le niveau des nappes phréatiques influence directement le degré d'humidité des sols. Les connaissances sur ces relations sont peu développées malgré des études récentes (cartographie de la nappe isochrone 90 jours - PGE Garonne – Ariège, 2009 - BRGM). Néanmoins, on observe que l'enfoncement (- 0,5 à – 2,5 mètres selon les secteurs) et la chenalisation observés sur la plupart des cours d'eau ont entraîné au cours des 50 dernières années la déconnexion des zones humides et un abaissement de la nappe, engendrant une dégradation et un appauvrissement des milieux. L'urbanisation et l'extension des activités agricoles et forestières en bordure de cours d'eau se sont souvent faites au détriment des zones humides (réduction de 80 % des superficies depuis le XVIII siècle entre Grenade et St Nicolas de la Grave*). Ces phénomènes sont particulièrement dommageables sur la Garonne « débordante », qui est la plus riche en termes de biodiversité (Porté à connaissance Etat, 2011). Ce constat concerne particulièrement les zones humides résiduelles de plaine fortement dépendante de l'alimentation par la nappe.

Les plans d'eau des anciennes gravières offrent des potentialités pour recréer des zones humides, selon la configuration des sites et les modalités de réaménagement après exploitation. Sur les 65 sites d'extraction en activité dans le territoire du SAGE, 32 sont situés

Acceptables Avenirs - SAS au capital de 50.000 Euros - RCS Toulouse 523 470 615
815 avenue la Pyrénéenne, Bâtiment Prologue 1, 31670 Labège - Tél. : +33(0)5 61 28 00 36 - Fax : +33(0)5 61 00 44 01

à moins de 1 km d'une zone naturelle, dont 19 sont à moins de 200 mètres. Ces zones offrent un potentiel de renaturation a priori important, qu'il conviendrait de prendre en compte dans les choix de réaménagement, en intégrant la dimension de maillage écologique à l'échelle de la vallée (analyse du développement spatial des gravières et de leurs impacts sur la Garonne, 2011 – SMEAG).

Territoire concerné par le projet PEZH: périmètre du Sage vallée de la Garonne de la frontière Espagnole jusqu'à la limite amont d'influence des marées (entre Langon et La Réole - 33) dont une approche particulière sur le secteur de la Garonne débordante.

4. BESOINS / SOLUTIONS APPORTEES PAR PEZH

Les besoins et problèmes posés par les solutions existantes peuvent être illustrés sur le bassin Adour-Garonne et notamment sur la vallée de la Garonne.

Besoins

Parmi les orientations fondamentales et les dispositions du SDAGE Adour-Garonne, on peut retenir qu'il s'agit :

- de « Gérer durablement les eaux souterraines, préserver et restaurer les fonctionnalités des milieux aquatiques et humides ». En ce qui concerne les zones humides, les dispositions prévues sont : Disposition C44 /cartographier les zones humides ; Disposition C48/gérer, préserver et restaurer les zones humides ; Disposition C49 : délimiter certaines zones humides, notamment celles qui ont un intérêt environnemental particulier ou stratégique pour la gestion de l'eau.
- de privilégier l'approche économique notamment pour rendre compte des nombreux services et des bénéfices procurés par les milieux aquatiques, de façon à optimiser les programmes d'actions et évaluer la « valeur patrimoniale » des écosystèmes du bassin.
- de « Créer les conditions favorables à une bonne gouvernance », notamment :
  - en « faisant participer le public aux prises de décisions conformément à la convention d'Aarhus et donner accès à l'information sur l'eau ». Un des moyens identifiés étant de développer la recherche, l'innovation et la prospective dans un souci de mise en cohérence des programmes d'actions avec les objectifs de court, moyen et long termes.
  - en s'appuyant sur l'évaluation économique pour rechercher la meilleure efficacité au moindre coût ;
  - en s'assurant de l'acceptabilité sociale et économique des programmes d'actions.

Problèmes posés

Face à ces besoins, sont posés les problèmes :

- de cartographier les zones humides principalement par l'expression d'une végétation spécifique :
  - ce qui exclut les zones sans ce type de végétation (zones urbaines, zones agricole, …) mais qui ont cependant le caractère de zone humide par leur fonctionnement hydrologique ;
  - ce qui ne permet pas de simuler les conséquences sur la répartition des ZH des changements hydro-climatiques ou des aménagements ;
- d'établir des relations entre une description statique par la végétation et le caractère stratégique pour la gestion de l'eau ;

Acceptables Avenirs - SAS au capital de 50.000 Euros - RCS Toulouse 523 470 615
815 avenue la Pyrénéenne, Bâtiment Prologue 1, 31670 Labège - Tél. : +33(0)5 61 28 00 36 - Fax : +33(0)5 61 00 44 01

- de faire des analyses coût/efficacité et coûts/bénéfices qui doivent intégrer les valeurs non-monétaires ;
- de faire participer le public à des processus de décision qui 1/s'appuient sur de nombreux éléments techniques et économiques, ce qui exclut toutes les personnes qui n'ont pas les connaissances de bases 2/ne peuvent pas intégrer les attentes divergentes des parties prenantes par manque de technologies adaptées.

Solutions proposées par PEZH

- Utiliser le critère hydrologique pour détecter les zones humides dégradées.

Le SMEAG réalise les inventaires des zones humides présentes sur le périmètre du SAGE à l'échelle 10 000e. Les inventaires conduits par les Départements 31, 82 et 47 constituent la source principale de données. Ces inventaires sont conduits selon les termes de l'arrêté ministériel concerné et en respectant la méthode proposée par l'Agence de l'Eau Adour-Garonne, par le constat de présence de flore inféodée à des milieux humides et/ou de sondage pédologique ponctuel. Elle ne permet pas de détecter des zones « dégradées » qui ne sont plus humides du fait de leur aménagement, de la présence de cultures ou d'ouvrage hydraulique.
L'apport de la PEZH résidera dans le fait qu'elle repose sur une approche dynamique de l'évaluation du caractère humide « potentiel » de certaines zones à l'aide de la simulation hydrologique. La surface des zones ainsi détectées permettra d'évaluer le potentiel de restauration de zones humides sur le périmètre du SAGE, et de localiser ces zones « réservoirs », donnée importante lorsque l'on aborde les actions de « compensation » de zones humides.

- Utiliser la simulation hydromorphologique pour mieux connaître et mieux gérer.

PEZH permettra sur le périmètre du SAGE Garonne :
- de caractériser l'effectivité de l'alimentation par la nappe des Zones Humides Potentielles ;
- d'évaluer les impacts de tel ou tel aménagement (par exemple, mesurer l'impact sur la connectivité des zones humides élémentaires d'une modification de la morphologie des berges ; évaluer des impacts cumulés des gravières par exemple) ;
- certains manques par rapport aux inventaires départementaux pourront être comblés grâce à PEZH.

- Perspectives : Préparation à la simulation des fonctionnalités épuratoires.

PEZH servira de socle pour la simulation des processus d'autoépuration au sein des Zones Humides des vallées alluviales. Il pourra être envisagé en continuité de ce projet, d'intégrer dans un premier temps des modules biogéochimiques (prise en compte des flux d'azote, de matières organiques et de phosphore), puis, dans un second temps les contaminants (métaux, pesticides, antibiotiques, …). Le développement de PEZH sera fait en tenant compte de cette perspective afin que l'ajout des modules d'autoépuration puissent être réalisables dans la structure de la plateforme.

- Intégrer l'analyse socio-économique des services rendus

La priorisation des actions de gestion/restauration des milieux humides sur le secteur Toulouse- Saint-Nicolas de la Grave requiert un diagnostic sur les enjeux socio-économiques . Cela doit notamment se traduire par l'identification des services rendus par les milieux humides en questions. L'identification de ces services et l'évaluation des enjeux socio-économiques associés doivent permettre au maître d'ouvrage de mieux cerner et anticiper les coûts associés à différents scénarios d'action, notamment les coûts non-monétaires qui peuvent modifier fortement l'analyse coûts/bénéfices.

Acceptables Avenirs - SAS au capital de 50.000 Euros - RCS Toulouse 523 470 615
815 avenue la Pyrénéenne, Bâtiment Prologue 1, 31670 Labège - Tél. : +33(0)5 61 28 00 36 - Fax : +33(0)5 61 00 44 01

PEZH autorisera ce type d'évaluation socioéconomique des zones humides qui est un élément clé pour les « grands projets » qui cherchent à anticiper les coûts de leurs actions et qui ont un réel besoin de clarification des notions de services rendus par les écosystèmes et d'évaluation des dimensions associées à leur fonctionnement.

- faciliter la participation du public
PEZH facilitera la participation du public aux prises de décisions en permettant de simuler de nombreux scénarios y compris ceux proposés par les parties prenantes, et en intégrant les dimensions « affectives » (mesurées par les valeurs non-monétaires) dans des processus d'évaluation qui permettent d'objectiver les choix de scénarios.

5. ETAT DE L'ART / VERROUS TECHNOLOGIQUES / SOLUTIONS INNOVANTES PROPOSEES

5.1. CARTOGRAPHIE DES ZONES HUMIDES

Etat de l'art
Les cartographies des zones humides sont majoritairement réalisées par des inventaires floristiques qui visent à détecter la végétation hygrophile caractéristiques de ces milieux.
Des approches plus technologiques utilisent la télédétection pour croiser des taux d'humidité et des spectres spécifiques de formations végétales.
Des cartographies sont aussi basées sur le croisement des MNT (modèle numérique de terrain) et d'information de niveau d'eau.

Verrous technologiques / solutions innovantes proposées
Toutes ces approches sont limitées par le côté statique de la cartographie qui en résulte. Pour suivre l'évolution des zones humides, il faut redéployer la méthode utilisée. De plus, ces approches ne permettent pas de faire des simulations concernant les impacts sur la répartition des zones humides des changements hydro-climatiques ou d'aménagements au sein des vallées alluviales (infrastructures de transport, modifications de l'hydromorphologie,…).

PEZH propose de lever ces verrous en proposant une cartographie des Zones Humides Potentielles (ZHP) basée sur le croisement de l'hydrodynamique et des paramètres nécessaires à l'établissement d'une végétation hygrophile (hauteur d'eau/sol ; durée et fréquence de saturation des sols par rapport à la période de végétation). Les ZHP sont définies comme l'enveloppe des espaces où l'hydromorphie du sol permettrait la présence d'une végétation hygrophile.

5.2. SIMULATEUR HYDROMORPHOLOGIQUE

Etat de l'art
Les modèles existants de simulation hydrologiques des interfaces nappes/rivière peuvent être classés en trois groupes.
1/Les modèles orientés « eau de surface" prennent indirectement en compte les flux d'échanges par de fonctions source/puits (modèles WASP5, QUAL2E, BIOFIHM, OTIS, OTEQ) ou par des traçages qui limitent la portabilité de ces modèles.

Acceptables Avenirs - SAS au capital de 50.000 Euros - RCS Toulouse 523 470 615
815 avenue la Pyrénéenne, Bâtiment Prologue 1, 31670 Labège - Tél. : +33(0)5 61 28 00 36 - Fax : +33(0)5 61 00 44 01

2/Les modèles orientés « eau souterraine » (FEMWATER, HydroBioGeoChem, GIMRT, RT3D, PHT3D, MODFLOW, MARTHE) nécessitent de très nombreux paramètres en données d'entrée et ne gèrent pas généralement la continuité entre les eaux de surface et le milieux poreux.
3/Les modèles couplés de manière externe cours d'eau / aquifère sont orientés sur les échanges entre eau de surface et eau souterraine. S'ils peuvent globalement simuler les effets de crues sur ces échanges notamment en ne prenant en compte que les écoulements venant des aquifères vers les eaux de surface (SWAT),les modèles existants de simulation hydrologiques des interfaces nappes/rivière considèrent des échelles trop larges (rivière ou bassin versant) ou trop fines (zone du milieu poreux), avec un nombre de données d'entrée important, des temps de calcul longs et des études de terrains parfois coûteuses (MOHID, MODFLOW…).

Le simulateur hydrologique de PEZH permettra d'étudier le fonctionnement hydrologique à l'échelle d'un tronçon de rivière, afin d'évaluer l'impact/la pertinence d'un aménagement, avec peu de données d'entrée et des temps de calcul courts.

Verrous technologiques / solutions innovantes proposées
Les innovations scientifiques et techniques sont liées à :
- la capacité à réaliser des simulations du fonctionnement hydrologique des zones d'interface eaux souterraines/rivières/sols et à fournir des paramètres spécifiques aux ZH (fréquence d'immersion des sols, flux d'eau, hauteurs d'eau, hydromorphie des sols, …) ;
- la capacité à lier le fonctionnement hydrologique local d'une ZH à l'hydrodynamique du bassin dans lequel la ZH s'insère. Cette dimension est particulièrement intéressante dans le cadre de la définition d'actions de préservation, de restauration ou de compensation des ZH car les travaux à mener doivent absolument tenir compte du contexte hydrologique global de la ZH;
- la capacité à produire une simulation du fonctionnement hydrologique d'une ZH à partir d'informations d'entrées déjà existantes ou peu onéreuses à acquérir.

5.3. LE SYSTEME D'EVALUATION SOCIOECONOMIQUE

Etat de l'art
L'analyse de la littérature démontre toute la difficulté à associer une grandeur économique aux actifs environnementaux tels que les zones humides. Des incertitudes scientifiques existent quant à la compréhension du fonctionnement des zones humides, quant à leur traduction en valeurs économiques (méthodes d'évaluation économique) et quant à l'interprétation de ces valeurs.
Les incertitudes scientifiques et techniques sont essentiellement liées à la difficulté à appréhender et à qualifier économiquement ces milieux car il s'agit d'écosystèmes complexes multifonctions.
Le système d'évaluation socioéconomique propose une lecture plurielle des enjeux associés aux zones humides. Il permet d'une part d'identifier l'ensemble de ces enjeux en considérant les interactions des sphères environnementales et sociales. Sur cette base, le système d'évaluation socioéconomique offre d'autre part un prisme d'analyse original, au travers de 3 systèmes de valeurs :
- les valeurs monétaires : directement liées aux flux économiques présents sur le territoire (plus ou moins) dépendant des milieux naturels et de leur fonctionnement ;
- les valeurs reconstruites : concernent les flux économiques cachés (coûts de gestion, de transaction), révélés notamment par des méthodes d'évaluation indirectes (valeurs calées sur une analyse de la littérature) ;

Acceptables Avenirs - SAS au capital de 50.000 Euros - RCS Toulouse 523 470 615
815 avenue la Pyrénéenne, Bâtiment Prologue 1, 31670 Labège - Tél. : +33(0)5 61 28 00 36 - Fax : +33(0)5 61 00 44 01

- les valeurs non monétaires : prennent en compte l'ensemble des valeurs portées par les individus en tant qu'acteurs de leur territoire. Ces valeurs bien que non monétaires pèsent lourdement dans la balance des enjeux associés aux milieux naturels.

Il ne s'agit pas d'agréger ces valeurs en une valeur totale d'un écosystème mais bien d'en retraduire la diversité, en privilégiant la révélation de la diversité des enjeux et des valeurs associées.
Dans une démarche projets, une telle lecture offre la possibilité de prioriser différentes actions et d'anticiper les coûts de négociations nécessaires à l'aboutissement des projets.

Verrous technologiques / solutions innovantes proposées
Il n'existe pas à proprement parler d'outil interactif proposant un focus sur l'évaluation socioéconomique des enjeux associés aux milieux naturels. De nombreux rapports méthodologiques et de nombreuses études terrains sont certes disponibles mais ne sont malheureusement pas facilement utilisables ni valorisables par des non-spécialistes. Le système d'évaluation socioéconomique propose en premier lieu une interface « pédagogique » permettant d'accompagner les acteurs dans la délimitation et la définition des enjeux d'un territoire en leur offrant une fenêtre d'analyse de la complexité de ces enjeux.
En second lieu, l'outil propose, sur la base d'une analyse de la littérature, de renseigner les valeurs monétaires et reconstruites (intervalles de valeurs/valeurs guide) et de spécifier les valeurs non-monétaires relevant plus de la sphère psychosociologique.
L'objectif n'est pas d'apporter une quantification monétaire précise mais bien d'évaluer le poids de certains enjeux par un regard sur les valeurs plurielles des milieux.
L'objectif induit est bien de remettre en perspective l'évaluation économique dans un système de valeurs plus large pour lui conférer une dimension opérationnelle respectueuse de la réalité des territoires. Tout n'est pas évaluable, mais il convient de distinguer ce qui peut l'être de ce qui ne peut pas l'être.
Le système d'évaluation socio-économique s'appuiera sur:

- des travaux portant sur les méthodes d'évaluation des actifs naturels et plus précisément des Zones Humides ;
- des travaux sur la définition des concepts de fonctionnalités et de valeurs pouvant être associés aux Zones Humides ;
- des travaux d'application de méthodes d'évaluation économiques des Zones Humides ;
- des études de cas portées par différents acteurs de l'eau (Agences de l'eau, Ministère chargé de l'environnement, associations…) ;
- des textes de lois

6. PRODUITS / FONCTIONNALITES/DIFFERENCIATION

6.1. SIMULATEUR HYDROMORPHOLOGIQUE ET CARTOGRAPHIE DES ZHP

PRODUITS
Les produits attendus correspondent à 3 versions du simulateur hydromorphologique qui intègrent des paramètres favorables à l'établissement d'une végétation hygrophile (hauteur d'eau/sol ; durée et fréquence de saturation des sols par rapport à la période de végétation) pour délivrer une cartographie des zones humides potentielles (ZHP) (nous définissons la ZHP , comme l'enveloppe des espaces où l'hydromorphie du sol permettrait la présence d'une végétation hygrophile).

Acceptables Avenirs - SAS au capital de 50.000 Euros - RCS Toulouse 523 470 615
815 avenue la Pyrénéenne, Bâtiment Prologue 1, 31670 Labège - Tél. : +33(0)5 61 28 00 36 - Fax : +33(0)5 61 00 44 01

Les différents produits seront délivrés à des degrés de maturation différents selon les étapes reconnues pour le développement de logiciel : 1/spécification, 2/maquette, 3/prototype, 4/Test, 5/logiciel.

FONCTIONNALITES

Après sélection d'un site d'étude sur une carte type google map, l'outil permet de simuler l'évolution spatio-temporelle des hauteurs d'eau et des vitesses/débits dans la rivière et milieu poreux et de le croiser avec les paramètres favorables à la présence de la végétation hygrophile.

Les différentes versions permettront :

- V1 : d'identifier des zones humides potentielles à l'état initial dans les plaines alluviales à l'aide d'une carte statique 2D. L'état initial est calculé sur la base d'un historique de 10 ans de débits ;
- V2 : de simuler les conséquences de changements hydro-climatiques sur l'évolution spatio-temporelle de ces zones humides potentielles ;
- V3 : de simuler les conséquences de différents projets d'aménagement impactant la zone humide (infrastructures de transport par exemple), ou de projet d'aménagement du milieu (modification de l'hydromorphologie par exemple)

outil		sorties	Etat d'avancement avant projet	Produits attendus
Simulateur hydro-morphologique Pour cartographie des Zones Humides Potentielles	V1	Etat initial	PROTOTYPE (1)applicable sur quelques sites Garonne	**LOGICIEL** applicable sur la plupart des sites de la Garonne et testable sur la vallée de l'Adour
	V2	avec modification des conditions hydro-climatiques	N/A	**PROTOTYPE** applicable sur la plupart des sites de la Garonne
	V3	avec aménagements	N/A	**MAQUETTE**

DIFFERENCIATION

Les cartographies des zones humides sont majoritairement réalisées par des inventaires floristiques qui visent à détecter la végétation hygrophile caractéristiques de ces milieux. Des approches plus technologiques utilisent la télédétection pour croiser des taux d'humidité et des spectres spécifiques de formations végétales. Des cartographies sont aussi basées sur le croisement des MNT (modèle numérique de terrain) et d'information de niveau d'eau.

Pour la délimitation réglementaire, ces approches sont souvent complétées par l'analyse des sols pour mesurer leur degré d'hydromorphie.

Ces approches sont limitées par le côté statique de la cartographie qui en résulte. Pour suivre l'évolution des zones humides, il faut redéployer la méthode utilisée. De plus, ces approches ne permettent pas d'évaluer ex-ante les impacts des changements hydro-climatiques ou d'aménagements au sein des vallées alluviales.

Acceptables Avenirs - SAS au capital de 50.000 Euros - RCS Toulouse 523 470 615
815 avenue la Pyrénéenne, Bâtiment Prologue 1, 31670 Labège - Tél. : +33(0)5 61 28 00 36 - Fax : +33(0)5 61 00 44 01

PEZH propose de lever ces verrous en proposant une cartographie des Zones Humides Potentielles (ZHP) basée sur le croisement de l'hydrodynamique et des paramètres nécessaires à l'établissement d'une végétation hygrophile (hauteur d'eau/sol ; durée et fréquence de saturation des sols par rapport à la période de végétation). Les ZHP sont définies comme l'enveloppe des espaces où l'hydromorphie du sol permettrait la présence d'une végétation hygrophile.
PEZH permettra de faire des simulations pour évaluer ex-ante les impacts sur la répartition des zones humides des changements hydro-climatiques ou d'aménagements au sein des vallées alluviales (infrastructures de transport, modifications de l'hydromorphologie,…).

6.2. SYSTEME D'EVALUATION SOCIO-ECONOMIQUE

PRODUITS
Le système d'évaluation socioéconomique est construit sur la base de données scientifiques et techniques issues de la littérature, de rapport et d'études, en lien avec les thématiques de l'évaluation économique des milieux naturels, de la gestion de l'eau et des milieux aquatiques et de l'ingénierie. Il s'appuie en particulier pour les éléments techniques relatifs à l'évaluation économique des zones humides sur les derniers rapports publiés par le CGDD, les Agences de l'eau, le Forum des Marais Atlantiques ou encore la fondation RAMSAR.
L'organisation de l'information s'appuiera sur une représentation systémique des interactions homme/milieu. Chaque composante de ce système pourra être abordée au travers de 3 systèmes de valeurs :
- Les valeurs monétaires directes (reflétant des flux économiques réels)
- Les valeurs monétaires reconstruites (reflétant des flux économiques non apparents)
- Les valeurs non monétaires (sans équivalent monétaire)

La grille d'analyse fournira une lecture plurielle des enjeux associés au fonctionnement des milieux humides.
Le système d'évaluation socioéconomique met à disposition de l'utilisateur 2 versions correspondant à des niveaux d'accompagnement pour la définition des enjeux socioéconomique du territoire, en liens avec le milieu humide.
V 1 (niveau 1) : tableau de bord d'identification des enjeux socio-économique
Le système d'évaluation socioéconomique propose dans un premier temps un tableau de bord d'identification des enjeux. Ce tableau de bord est calé sur une représentation systémique des interactions environnement et société, permettant à l'utilisateur d'explorer l'ensemble des composantes propres à l'évaluation socioéconomique. Il est possible via l'interface de ce tableau de sélectionner les enjeux propres au milieu naturel et de les caractériser en fonction de l'information disponible.
V2 (niveau 2): évaluation des enjeux socioéconomiques
Dans un deuxième temps, le système d'évaluation socioéconomique apporte de l'information semi-quantitative ou quantitative sur ces enjeux. Ce niveau permet de dresser un diagnostic des enjeux au regard des 3 systèmes de valeurs. Différents niveaux d'information sont disponibles : les poids respectifs de chaque système de valeur ou des intervalles de valeur.
Ce niveau permet d'aborder les conséquences des aménagements sur les enjeux socioéconomiques via leurs impacts sur les ZH (surface et fonctionnement).

Tableau des produits attendus en considérant les 5 étapes du développement de logiciel (1/spécification, 2/maquette, 3/prototype, 4/versions test, 5/logiciel)

Acceptables Avenirs - SAS au capital de 50.000 Euros - RCS Toulouse 523 470 615
815 avenue la Pyrénéenne, Bâtiment Prologue 1, 31670 Labège - Tél. : +33(0)5 61 28 00 36 - Fax : +33(0)5 61 00 44 01

outil		sorties	Etat d'avancement avant projet	Produits attendus
Système d'évaluation socio-économique	V1	Tableau de bord d'identification des enjeux socioéconomiques	SPEC	**MAQUETTE** applicable sur la vallée alluviale de la Garonne
	V2	Evaluation quantitative des enjeux socio-économiques	N/A	**MAQUETTE** applicable sur un cas d'étude du secteur de la Garonne débordante (entre Toulouse et la confluence avec le Tarn)

FONCTIONNALITES
Le système d'évaluation socioéconomique propose deux niveaux d'utilisation.
Le premier niveau cible la définition des enjeux socioéconomiques au travers du tableau de bord.
La vertu de cette version est principalement pédagogique. L'utilisateur est invité à explorer les différents enjeux et à les considérer au travers de différents prismes d'analyse selon que l'on s'attache à la sphère environnementale ou à la sphère de la société.
Le deuxième niveau apporte une information relative aux différents systèmes de valeurs pour chacun des enjeux identifiés. Ce deuxième niveau peut être valorisé pour mettre en perspective :
- différents systèmes de valeur. Il est alors possible de considérer les coûts sociaux et de négociation potentiels pour la mise en œuvre d'un projet ;
- différentes options d'aménagement, en comparant leurs impacts respectifs sur les 3 systèmes de valeurs.

DIFFERENCIATION
Les principales difficultés résident dans la compréhension et l'identification du rôle des zones humides à différentes échelles de temps et de territoire, dans l'identification des fonctions et des usages associés et enfin, dans le couplage de ces fonctions aux données socioéconomiques, surtout lorsque l'on s'éloigne des valeurs strictement monétaires.
Les recherches actuelles s'orientent vers des évaluations plus exhaustives considérant le caractère multifonctions des zones humides et l'ensemble des services et usages associés, agrégeant leurs valeurs pour justifier des bénéfices sociétaux imputables à leur préservation.
Robichon & Laurans (intervention IDDRI 2010) précisent en outre qu'une gestion équilibrée et durable des zones humides a besoin de négociation plus que de coordination, besoin d'arguments plus que de références, et besoin d'arguments locaux .

PEZH propose d'apporter de la lisibilité sur l'utilisation et la place de l'évaluation économique dans la gestion des ZH.
Il n'existe pas à proprement parler d'outil interactif proposant un focus sur l'évaluation socioéconomique des enjeux associés aux milieux naturels. De nombreux rapports méthodologiques et de nombreuses études terrains sont certes disponibles mais ne sont malheureusement pas facilement utilisables ni valorisables par des non-spécialistes. PEZH propose en premier lieu une interface « pédagogique » permettant d'accompagner les acteurs

Acceptables Avenirs - SAS au capital de 50.000 Euros - RCS Toulouse 523 470 615
815 avenue la Pyrénéenne, Bâtiment Prologue 1, 31670 Labège - Tél. : +33(0)5 61 28 00 36 - Fax : +33(0)5 61 00 44 01

dans la délimitation et la définition des enjeux d'un territoire en leur offrant une fenêtre d'analyse de la complexité de ces enjeux.
En second lieu, PEZH propose de renseigner les valeurs monétaires et reconstruites, et de spécifier les valeurs non-monétaires relevant plus de la sphère psychosociologique.
L'objectif n'est pas d'apporter une quantification monétaire précise mais bien d'évaluer le poids de certains enjeux par un regard sur les valeurs plurielles des milieux.

L'objectif de PEZH est de donner une lecture synthétique des enjeux socioéconomiques qui met en évidence les coûts cachés qui correspondent à toute l'énergie qu'il faudra déployer pour la mise en œuvre effective des actions en surplus des coûts directs et reconstruits évalués ex ante. Ces surcoûts ne sont pas quantifiés mais le système d'évaluation permettent d'estimer le niveau de risque de surcoûts pour les actions et les projets considérés.

6.3. PLATEFORME WEB

Les simulateurs seront présentés dans une plateforme web facile d'accès. La plateforme donnera accès à cartographies de zones humides pré-calculées avec le simulateur hydromorphologique.

OUTIL	Etat d'avancement	Livrables
Intégration du Simulateur hydro et du système d'évaluation socio-économique dans un système informatique facile d'accès	Plateforme WEB Serious Game	**Prototype de Plateforme WEB** d'accès au simulateur hydro + maquette du système d'évaluation socio-économique

7. L'EQUIPE PROJET

7.1. L'ENTREPRISE LEADER : ACCEPTABLES AVENIRS

AA assure le management général du projet et sera responsable de plusieurs lots. AA aura en charge l'exploitation commerciale de PEZH.

Acceptables Avenirs est une structure experte proposant des **outils et services innovants pour comprendre, évaluer et gérer les projets complexes à forts enjeux sociétaux**. Acceptables Avenirs produit et met en œuvre des solutions technologiques au service de projets de développement, privés ou publics liés à l'eau, à l'environnement ou au développement durable, pour l'intégration des dimensions environnementales et des attentes sociétales dans ces projets.
Les activités de Acceptables Avenirs sont :
- Le développement de **plateformes d'aide à la décision** intégrant des outils de modélisation et d'évaluation pluridisciplinaire (dimensions environnementale, technique, économique et sociétale) ;
- la **R&D** centrée sur les risques environnementaux et la compatibilité sociétale pour le compte de clients ou de projets collaboratifs ;

Acceptables Avenirs - SAS au capital de 50.000 Euros - RCS Toulouse 523 470 615
815 avenue la Pyrénéenne, Bâtiment Prologue 1, 31670 Labège - Tél. : +33(0)5 61 28 00 36 - Fax : +33(0)5 61 00 44 01

- le **service**, la consultance et l'expertise pour l'accompagnement, l'évaluation, les diagnostics et la stratégie de projets soumis à un fort questionnement environnemental et sociétal.

SAVOIR-FAIRE ET RESSOURCES HUMAINES

Acceptables Avenirs a l'agrément du Ministère de la Recherche en tant qu'organisme de recherche privé pour 2013, 2014 et 2015.

- Philippe Vervier, son fondateur, 25 ans de recherches en tant que DR CNRS dans les domaines de l'écologie aquatique, de la modélisation des systèmes complexes. Responsable de projets de recherche pluridisciplinaires nationaux et européens. Directeur pendant 10 années d'un groupement scientifique sur la gestion opérationnelle d'interfaces entre recherche, collectivités et entreprises et le développement d'outils d'aide à la décision.
- Hélène Fournier, ingénieur en charge de la qualité et du management de projets ;
- Doriane Destrieux, ingénieur production, en charge du marketing d'innovation;
- Matthieu Saint-Michel, ingénieur R&D en socio-économie et en charge des développements de recherche ;
- Adrien Bonneu, ingénieur R&D en charge du développement de modèles mathématiques et des outils informatiques.

Acceptables Avenirs dispose d'une licence d'exploitation d'un logiciel hydrologique du CNRS. Acceptables Avenirs utilise la plateforme de modélisation OpenfOAM

7.2. PARTENAIRE - ECOLAB (CNRS-UPS-INPT)

Laboratoire d'Ecologie Fonctionnelle (ECOLAB) – Unité BIOGEOCHIMIE ET TRANSFERTS AUX INTERFACES
UMR 5245 CNRS/UPS/INPT, ENSAT, Avenue de l'Agrobiopole, BP 32607, Auzeville Tolosane, 31326 CASTANET TOLOSAN Cedex - FRANCE
***Contact** : Sabine Sauvage, IR CNRS*
Tel. +33 5 34 32 39 85
E-mail: sabine.sauvage@univ-tlse3.fr

L'équipe a pour objet d'étudier les transferts de contaminants dans les écosystèmes en ciblant les mécanismes et les facteurs de contrôle liés à ces transferts. Les recherches se structurent autour de deux axes :

- Les transferts aux interfaces atmosphère- plante-sol-eau ;
- Les transferts dans les hydrosystèmes avec notamment la prise en compte des zones interface.

L'équipe fédère des chercheurs majoritairement hydrobio-géochimistes, mais aussi venant de disciplines complémentaires, ce qui permet d'aborder les transferts d'éléments dans les écosystèmes dans leur complexité environnementale.

7.3. PARTENAIRE - IRIT (CNRS-UPS-UT1-INPT)

L'Institut de Recherche en Informatique de Toulouse (IRIT) – équipe VORTEX (Visual Objects from Reality To Expression)
Université Paul Sabatier, 118 Route de Narbonne, F-31062 TOULOUSE CEDEX 9
***Contact** : Jean-Pierre Jessel, Professeur UPS*
Tel. +33 5 61 55 67 65
E-mail : *jean-pierre.jessel@irit.fr*

VORTEX regroupe des compétences dans les domaines de l'informatique graphique, de la vision par ordinateur, de l'intelligence artificielle et des réseaux. Ce regroupement de

Acceptables Avenirs - SAS au capital de 50.000 Euros - RCS Toulouse 523 470 615
815 avenue la Pyrénéenne, Bâtiment Prologue 1, 31670 Labège - Tél. : +33(0)5 61 28 00 36 - Fax : +33(0)5 61 00 44 01

compétences permet à l'équipe VORTEX d'aborder les différentes problématiques liées aux mondes virtuels ou augmentés de façon cohérente, d'un point de vue fondamental avec des travaux au cœur de l'informatique graphique et de la vision par ordinateur, et de façon transversale avec des travaux en réalité virtuelle et applications multimédia distribuées.
VORTEX est regroupée autour de trois axes :

- Le premier travaille sur le cœur de la problématique des objets visuels numériques : acquisition, création et visualisation.
- Le deuxième axe, autour de la simulation comportementale et de la vie artificielle, cherche à peupler les mondes virtuels et à faire évoluer les entités qui les composent.
- Le troisième axe donne aux environnements virtuels et augmentés leur caractère interactif et communicant.

7.4. SMEAG

Syndicat Mixte d'Études et d'Aménagement de la Garonne
61, rue Pierre Cazeneuve, 31200 Toulouse

Contact *:* Vincent CADORET, Chef de Projet SAGE Vallée de la Garonne
Email : vincent.cadoret@eptb-garonne.fr
Tél : 05 62 72 76 00

Le Syndicat Mixte d'Etudes et d'Aménagement de la Garonne (Sméag) est un établissement public, acteur de la politique de l'eau sur la Garonne, aux côtés de l'État, de l'Agence de l'eau et du Comité de bassin. Créé il y a trente ans autour de la valorisation économique de la vallée de la Garonne, le Sméag a pour mission de favoriser : la gestion équilibrée de la ressource en eau et des milieux aquatiques ; la prévention des inondations ; la gestion et préservation des milieux naturels et des zones humides.
Dans un premier temps, essentiellement centré sur le soutien des débits de la Garonne en période d'étiage en tant que maître d'ouvrage, le Sméag mène depuis une dizaine d'années des opérations élargies aux milieux naturels et à l'approche territoriale (zones humides, entretien du lit et des berges, Garonne et urbanisme, biodiversité…) avec un dossier central que représente le portage de l'élaboration du SAGE « Vallée de la Garonne ».

Le Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) constitue une stratégie collective élaborée de façon concertée. Outil indispensable pour mettre en œuvre une politique coordonnée de gestion du fleuve et de la ressource en eau, il permet notamment d'atteindre le « bon état des masses d'eau » au regard de la Directive Cadre Européenne (DCE) sur l'eau.
Le SAGE « Vallée de la Garonne » a été identifié parmi les SAGE prioritaires par le SDAGE Adour-Garonne 2010-2015 (Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux).

7.5. EXPERIENCE DE TRAVAIL EN COMMUN

La collaboration entre Acceptables Avenirs et ECOLAB existe depuis 2011 (création d'Acceptables Avenirs : 7 juillet 2010).
Cette collaboration a fait l'objet d'une convention de collaboration de recherche (janvier 2011-fevrier 2012) (réf. CNRS 078169) pour les premiers développements du modèle hydrologique Zones Humides Protect Hydro.
La collaboration entre Acceptables Avenirs et ECOLAB se poursuit depuis février 2012 dans le cadre du Projet ZHP soutenu par le Programme ECO'INNOV 2012 (Région Midi-Pyrénées

Acceptables Avenirs - SAS au capital de 50.000 Euros - RCS Toulouse 523 470 615
815 avenue la Pyrénéenne, Bâtiment Prologue 1, 31670 Labège - Tél. : +33(0)5 61 28 00 36 - Fax : +33(0)5 61 00 44 01

- FEDER). Cette collaboration s'est enrichie avec la participation de l'IRIT. Elle est cadrée dans un accord de consortium signé entre Acceptables Avenirs, l'Université Paul Sabatier, le CNRS et l'INPT.
Cet accord de consortium servira de base pour l'accord spécifique qui sera réalisé pour PEZH.
ECOLAB et le SMEAG ont déjà collaboré dans le cadre de projets autour de la Garonne, notamment pour des expérimentations de suivi de dispersion de polluants par traçage.

8. DECOUPAGE DU PROJET ET ROLE DE CHAQUE PARTENAIRE

Le projet est découpé en 4 lots d'activités, et chaque partie est responsable d'un ou plusieurs lots.

8.1. LOT 0 : MANAGEMENT

Acceptables Avenirs en est le responsable avec une participation des 3 partenaires.
Le management sera à deux niveaux. Le premier concerne l'animation technique avec les partenaires. Le second est relatif à la mise en relation avec l'Agence de l'Eau et des partenaires qu'elle souhaitera inviter.
Les entités participantes aux différentes réunions seront invitées à signer un accord de confidentialité avec Acceptables Avenirs.

8.2. LOT 1 : SIMULATEUR HYDROMORPHOLOGIQUE

Ce LOT est placé sous la responsabilité d'Acceptables Avenirs avec une répartition de la responsabilité des sous-tâches entre ECOLAB, IRIT et Acceptables Avenirs. Acceptables Avenirs a la responsabilité pour notamment décharger les laboratoires du travail d'animation transversale.
Acceptables Avenirs aura la responsabilité de la spécification et de l'architecture du simulateur (Lot 1.1). ECOLAB et le SMEAG participeront à cette sous-tâche, car il convient de réussir l'adéquation entre les attentes des utilisateurs (formulées par le SMEAG) et les « possibles » scientifiques, ce qui est du ressort d'ECOLAB.
ECOLAB prend en charge le développement du simulateur (Lot 1.3) et aura aussi le rôle d'expert pour valider les règles scientifiques utilisées pour la modélisation. Acceptables Avenirs sera en appui technique pour cette sous-tâche.
Le simulateur ayant pour vocation d'être accessible à terme par site web, le traitement des données est un point crucial. La responsabilité de la sous-tâche de pré et post-traitement des données (Lot 1.2) est donc confiée à l'IRIT et plus particulièrement à l'équipe de réalité virtuelle. Acceptables Avenirs sera en appui technique.

8.3. LOT 2 : SYSTEME D'EVALUATION SOCIO-ECONOMIQUE

Ce LOT est placé sous la responsabilité d'Acceptables Avenirs. Le SMEAG participera à la sous-tâche « spécification et architecture» (Lot 2.1) car il convient de réussir l'adéquation entre les attentes des utilisateurs (formulées par le SMEAG) et le système d'évaluation à délivrer.

Acceptables Avenirs - SAS au capital de 50.000 Euros - RCS Toulouse 523 470 615
815 avenue la Pyrénéenne, Bâtiment Prologue 1, 31670 Labège - Tél. : +33(0)5 61 28 00 36 - Fax : +33(0)5 61 00 44 01

8.4. LOT 3 : DEVELOPPEMENT DE LA PLATEFORME

Ce LOT est l'intégration du simulateur hydromorphologique et du système d'évaluation socio-économique dans un système informatique facilement accessible par les utilisateurs. Aussi le SMEAG participera pour l'expression des attentes des utilisateurs. Le développement informatique sera réalisé en sous-traitance par Tataragne Interactive, entreprise spécialisée dans le développement de plateforme informatique, et avec laquelle collaborent l'IRIT et Acceptables Avenirs depuis 2012.

Expérimentation

Les différents stades de développement du simulateur hydromorphologique et du système d'évaluation socio-économique seront testés sur la vallée de la Garonne, et plus particulièrement sur le périmètre du Sage Vallée de la Garonne de la frontière Espagnole jusqu'à la limite amont d'influence des marées (Entre Langon et La Réole - 33) dont une approche particulière sur le secteur de la Garonne débordante.

Les expérimentations se dérouleront pendant la durée du projet

Acceptables Avenirs - SAS au capital de 50.000 Euros - RCS Toulouse 523 470 615
815 avenue la Pyrénéenne, Bâtiment Prologue 1, 31670 Labège - Tél. : +33(0)5 61 28 00 36 - Fax : +33(0)5 61 00 44 01

RESULTATS

Simulateur Hydro

1. INTRODUCTION

Le simulateur hydromorphologique permet aux utilisateurs de simuler les interfaces nappes/rivières dans les plaines alluviales (hauteurs d'eau et vitesses d'écoulement). Une de ses spécificités est qu'il est capable de générer des cartographies des milieux humides dans le temps, pour des périodes passées, actuelles, à l'aide d'historiques sur les débits rivières, et futures à l'aide d'hypothèses sur la réduction/augmentation des débits dans le temps (changements climatiques).

Cet outil de simulation permet notamment :

- De détecter des zones « dégradées » qui ne sont plus humides du fait de leur aménagement ou de la présence de cultures.
- De combler les manques par rapport aux inventaires départementaux.
- D'évaluer le potentiel de restauration de zones humides sur le périmètre du SAGE, et localiser ces zones réservoirs
- D'évaluer les impacts d'aménagements, comme par exemple l'impact sur la connectivité des zones humides d'une modification de la morphologie des berges

Le simulateur hydromorphologique a été testé dans différentes plaines alluviales de la Garonne, de l'Adour, de l'Isle et de l'Ain, avec à chaque fois des résultats précis et proches de la réalité terrain.

L'objectif de l'outil est d'être le plus générique possible, c'est à dire applicable à un grand nombre de plaines alluviales et aussi d'être le plus flexible possible afin de pouvoir simuler l'impact d'aménagements combinés et dans le temps avec la prise en compte de changements climatiques.

2. FONCTIONNALITES DU SIMULATEUR HYDRO

2.1. CHAINE DE TRAITEMENTS

L'outil de simulation a été développé avec les langages C++ et Python.
L'outil se divise en plusieurs étapes comme l'illustre la figure 1.

1. Les données d'entrée stockées

Acceptables Avenirs - SAS au capital de 50.000 Euros - RCS Toulouse 523 470 615
815 avenue la Pyrénéenne, Bâtiment Prologue 1, 31670 Labège - Tél. : +33(0)5 61 28 00 36 - Fax : +33(0)5 61 00 44 01

   a. Historique des débits/hauteurs d'eau dans les rivières à l'amont/aval (Banque Hydro)
   b. Couches SIG des rivières 1D/2D (BD Carthage)
   c. Modèle Numérique de Terrain (MNT) : RGE alti 1m si disponible, BD alti 25m sinon (IGN)
   d. Données piézométriques du portail ADES
2. Module de prétraitements permettant de créer les éléments indispensables à la simulation
3. Simulation hydrodynamique avec possibilité de réaliser les calculs via un supercalculateur type CALMIP à l'université de Paul Sabatier à Toulouse.
4. Module de posttraitements permettant de tracer les données simulées (hauteurs d'eau, vitesses d'écoulement, etc.), dans le temps et dans l'espace, et de générer de cartographies SIG (formats kml et geoJson) des hauteurs d'eau et des milieux humides potentiels

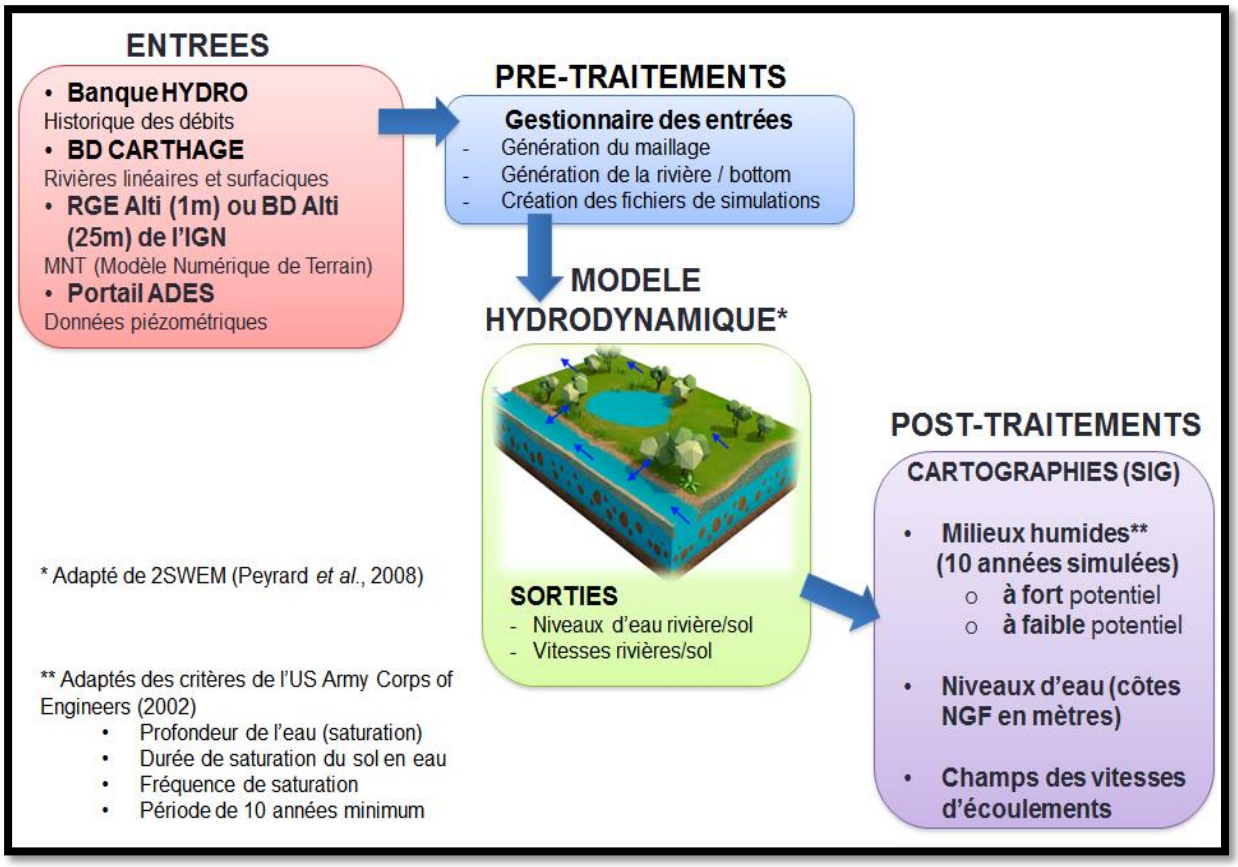


Figure 1. Structure du programme

2.2. MODULE DE PRE-TRAITEMENTS

Etapes :

1. On sélectionne la zone d'étude (figure 2A)
   ⇨ Récupération du polygone SIG
2. On lance les scripts C++ permettant
   a. De créer le maillage de calcul (figure 2A)

Acceptables Avenirs - SAS au capital de 50.000 Euros - RCS Toulouse 523 470 615
815 avenue la Pyrénéenne, Bâtiment Prologue 1, 31670 Labège - Tél. : +33(0)5 61 28 00 36 - Fax : +33(0)5 61 00 44 01

b. De générer le modèle numérique de terrain calculé dans les cellules du maillage
c. De créer la géométrie virtuelle 3D de la rivière/sol
a. De créer les fichiers nécessaires à la simulation (paramètres, variables, dates de début/fin de la simulation, etc.)

3. Phase de tests numériques pour le calage de la géométrie virtuelle de la plaine alluviale

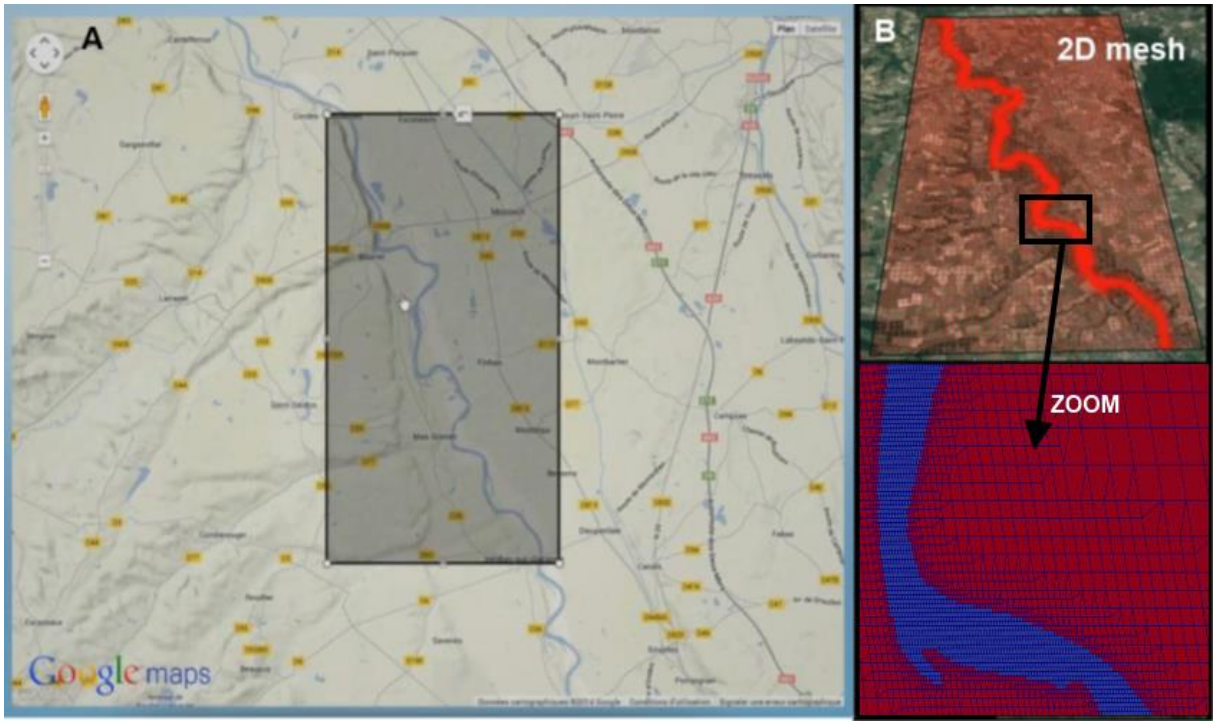


Figure 2. Exemple dans la plaine de la Garonne ; (A) choix du site d'étude ; (B) création du maillage non-uniforme ; zoom : rivière (en bleu) et sol (en rouge), avec des mailles de forme carrée, allant de 12.5m de côté dans la rivière et les berges jusqu'à 100m en s'éloignant progressivement de la rivière

2.3. SIMULATIONS

La modèle hydrodynamique 2D utilisé est basé sur les équations du modèle 2SWEM (Peyrard *et al.*, 2008), qui ont été réadaptées. Le modèle hydrodynamique a été testé et validé dans la plaine de la Garonne (Bonneu e*t al.*, 2014, 2015).
Une fois les dates de début et de fin choisies, les simulations peuvent être effectuées sur un calculateur de manière parallélisée sur plusieurs processeurs, à l'aide de scripts Python permettant de réaliser ce traitement.
A la fin de la simulation, on récupère les données au pas de temps quotidien.

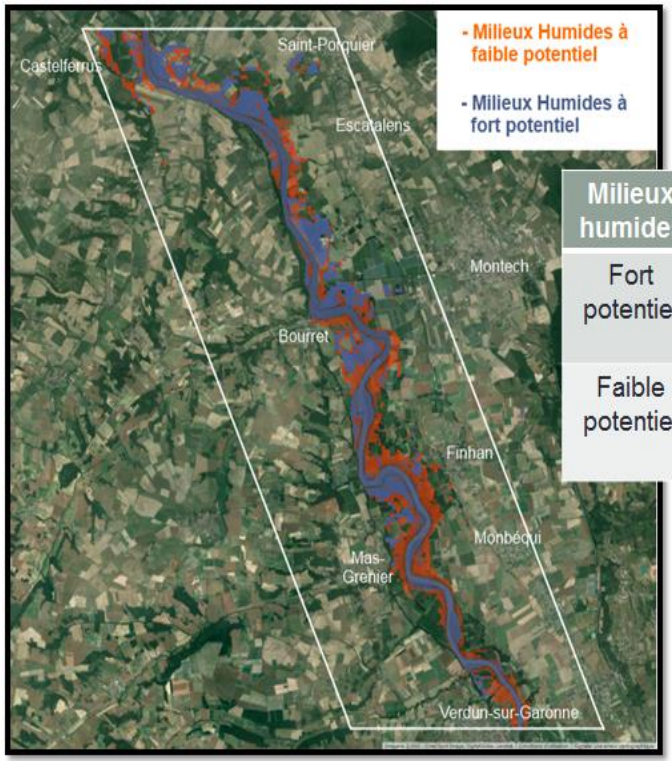
2.4. MODULE DE POST-TRAITEMENTS

Une fois les simulations réalisées et les données simulées récupérées, il est possible de :

1. tracer les données simulées. Elles peuvent par exemple être comparées à des données issues d'un piézomètre ;
2. traiter ces données à l'aide de scripts C++ afin de générer des cartographies des milieux humides à fort et faible potentiels (figure 3). Ce traitement est issu des critères hydrologiques de l'US Army Corps of Engineers (2002). Pour ce faire, une fois la

Acceptables Avenirs - SAS au capital de 50.000 Euros - RCS Toulouse 523 470 615
815 avenue la Pyrénéenne, Bâtiment Prologue 1, 31670 Labège - Tél. : +33(0)5 61 28 00 36 - Fax : +33(0)5 61 00 44 01

période de 10 années simulées par le modèle hydro, on récupère les résultats au pas de temps quotidien et on applique les critères définis sur la figure 3.



Milieux humides	Prof eau	Durée	Fréquence
Fort potentiel	0.5 m	Au moins 7 jours consécutifs / an	Au moins 5 années sur 10 simulées
Faible potentiel	1 m	Au moins 30 jours non-consécutifs / an	Au moins 5 années sur 10 simulées

Critères adaptés des critères de l'US Army Corps of Engineers (2002)

- Profondeur de l'eau (saturation)
- Durée de saturation du sol en eau
- Fréquence de saturation
- Période de 10 années minimum

Figure 3. Exemple de milieux humides à fort (bleu/violet) à faible (orange) potentiels générés par le simulateur hydro dans le département du Tarn-et-Garonne pour une période simulée de 2004 à 2013, et définition des critères utilisés pour générer ces cartographies.

3. VALIDATION DU MODELE

Le modèle a été validé tout d'abord dans la plaine alluviale de la Garonne, et plus précisément dans le Tarn-et-Garonne, de Verdun-sur-Garonne à Castelferrus. Ce travail a abouti à des publications/conférences, tout d'abord sur l'essence même du modèle hydrodynamique (Peyrard *et al.*, 2008), mais aussi pour ses applications dans des congrès internationaux comme l'IEMSS à San Diego (Bonneu *et al.*, 2014) et ISRivers à Lyon (Bonneu *et al.*, 2015).
La validation du modèle a été réalisée à partir de simulations utilisant une série de débits de la station hydrologique de Verdun-sur-Garonne, au pas de temps quotidien, pour la décennie du 1er janvier 2004 au 31 décembre 2013. Trois éléments de validations ont été obtenus :

3.1. VALIDATION 1 : HAUTEURS D'EAU DANS LA NAPPE

Les résultats de hauteurs d'eau dans la nappe issus de cette simulation ont été comparés aux données de 4 piézomètres suivis par le laboratoire ECOLAB et de 2 piézomètres de la Banque ADES (source : Portail ADES, données exportées en avril 2014).
L'erreur relative moyenne calculée sur la dernière année de simulation (2013) entre les données simulées et les données mesurées est de 1% sur l'ensemble de ces 6 piézomètres. Un exemple de tracé des données simulées vs les données piézométriques pour un piézomètre est donné figure 4.

Acceptables Avenirs - SAS au capital de 50.000 Euros - RCS Toulouse 523 470 615
815 avenue la Pyrénéenne, Bâtiment Prologue 1, 31670 Labège - Tél. : +33(0)5 61 28 00 36 - Fax : +33(0)5 61 00 44 01

Ce résultat confirme la fiabilité du modèle, supérieure à 99% en moyenne sur les données piézométriques et sa robustesse au cours du temps.

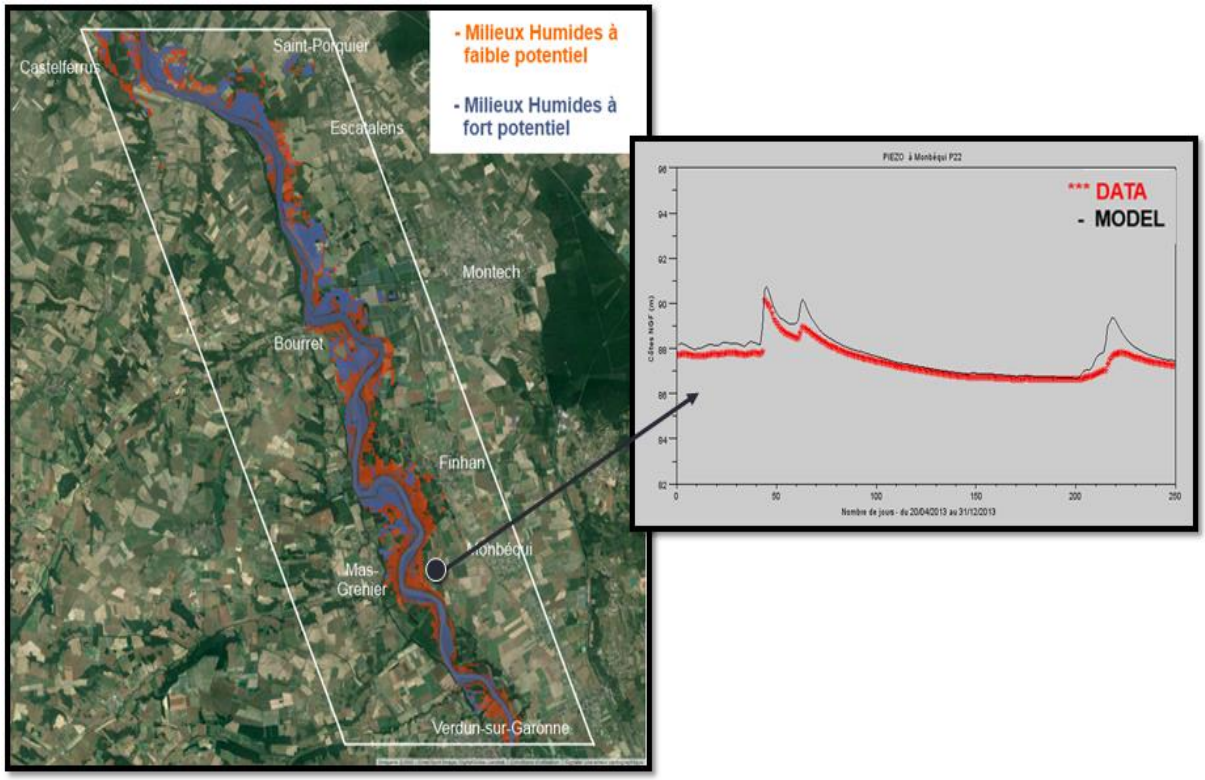


Figure 5. Milieux humides à fort (bleu/violet) à faible (orange) potentiels générés par le simulateur hydro dans le département du Tarn-et-Garonne pour une période simulée de 2004 à 2013; un exemple de données de hauteurs d'eau simulées (noir) et observées via un piézomètre (rouge), du 20/04/2013 au 31/12/2013 est présenté en haut à droite.

3.2. VALIDATION 2 : MILIEUX HUMIDES VS ZHE

La comparaison de la cartographie des milieux humides simulés avec celle des zones humides élémentaires (ZHE) de la même période (Inventaire des zones humides loi sur l'eau du Conseil Général du département 82), montre que les milieux humides à fort et faible potentiels simulés par le modèle hydro, recouvrent les ZHE en bordures de cours d'eau. Les milieux humides à fort potentiel tendent vers les ZHE observées sur le terrain (cf. figure 6). Ces résultats sont en cohérence avec la définition du dictionnaire des milieux humides (dictionnaire des milieux humides © Sandre - 2014) qui incluent les zones humides loi sur l'eau.

3.3. VALIDATION 3 : MILIEUX HUMIDES VS RPG

Si on compare la cartographie des milieux humides à faible potentiel avec la répartition des parcelles de culture (Registre Parcellaire Graphique RPG 2012) aux abords de la Garonne, on observe que la plupart des zones où il existe une probabilité de saturation aux abords de la rivière (milieux humides à faible potentiel), correspondent à des terres non cultivées (figure 7). Ces parcelles sont essentiellement utilisées pour la populiculture qui se fait traditionnellement dans des zones trop humides pour des cultures annuelles.

Acceptables Avenirs - SAS au capital de 50.000 Euros - RCS Toulouse 523 470 615
815 avenue la Pyrénéenne, Bâtiment Prologue 1, 31670 Labège - Tél. : +33(0)5 61 28 00 36 - Fax : +33(0)5 61 00 44 01

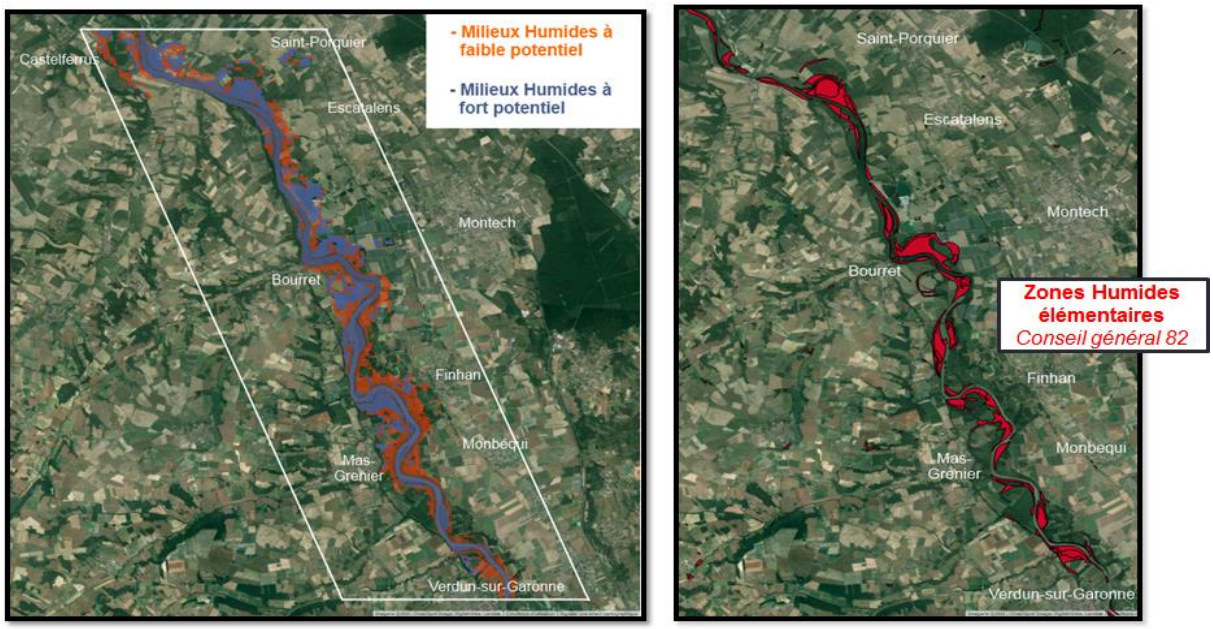


Figure 6. Milieux humides à fort (bleu/violet) à faible (orange) potentiels générés par le simulateur hydro dans le département du Tarn-et-Garonne (82) pour une période simulée de 2004 à 2013 & Zones Humides Elémentaires (ZHE) recensées par le Conseil général 82 en 2013.

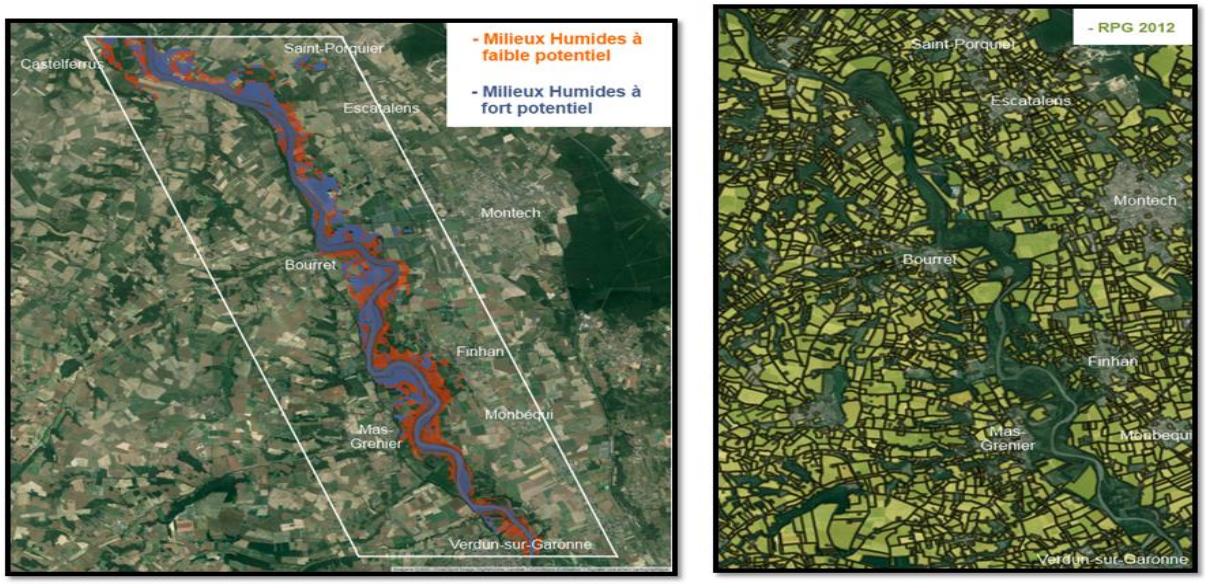


Figure 7. Milieux humides à fort (bleu/violet) à faible (orange) potentiels générés par le simulateur hydro dans le département du Tarn-et-Garonne (82) pour une période simulée de 2004 à 2013 & occupation des sols avec les différentes cultures (Registre Parcellaire Graphique RPG2012).

4. APPLICATIONS

Le simulateur hydro a été utilisé dans différentes plaines alluviales (figure 8), afin de générer des cartographies de milieux humides, mais aussi de tester des hypothèses de changements climatiques et de réduction en surface de ces milieux, et enfin, de tester l'impact d'aménagements dans la plaine ou au niveau de la rivière et d'en simuler leurs impacts.

Acceptables Avenirs - SAS au capital de 50.000 Euros - RCS Toulouse 523 470 615
815 avenue la Pyrénéenne, Bâtiment Prologue 1, 31670 Labège - Tél. : +33(0)5 61 28 00 36 - Fax : +33(0)5 61 00 44 01

Figure 8. Plaines alluviales où le simulateur hydro et ses différentes fonctionnalités ont été appliquées

4.1. MILIEUX HUMIDES / PERIODE SIMULEE 2004-2013

4.1.1. PLAINE DE L'ADOUR

Dans cette plaine alluviale aucun piézomètre n'était disponible (excepté des puits agricoles) dans la banque ADES. Le modèle hydro a donc été comparé aux débits estimés par le modèle au milieu du domaine (figure 9), à la station hydrologique d'Hères. Les débits rivière mesurés à cette station et ceux estimés par le simulateur au même endroit, donne une erreur relative moyenne de 0.4%, ce qui confirme la précision du simulateur au niveau des débits. Etant donné que dans le simulateur, nous n'avons pas pris en compte les nombreux pompages agricoles dans cette zone, les milieux humides sont assez étendus et ne reflètent peut être pas la réalité terrain mais la réalité fonctionnelle de ces milieux si aucun pompage n'était présent.

4.1.2. PLAINE DE LA GARONNE – LOT-ET-GARONNE

Deux tronçons ont été simulés dans ce département. Le premier le plus à l'aval correspond à la zone de Tonneins à Sainte-Bazeille (figure 10) et le deuxième de Lamagistère à Aiguillon (figure 11). Pour le premier tronçon le modèle hydro a été comparé à un piézomètre en continu durant toute l'année 2013 pour une erreur relative moyenne de 0,83%.

Acceptables Avenirs - SAS au capital de 50.000 Euros - RCS Toulouse 523 470 615
815 avenue la Pyrénéenne, Bâtiment Prologue 1, 31670 Labège - Tél. : +33(0)5 61 28 00 36 - Fax : +33(0)5 61 00 44 01

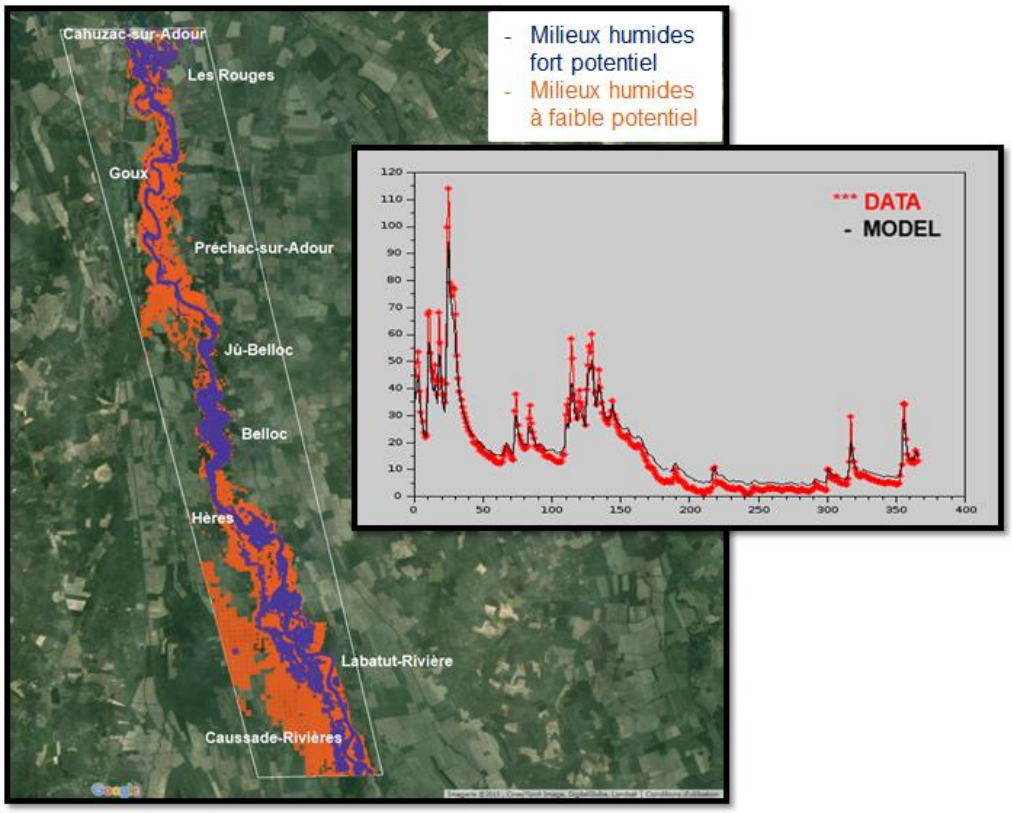


Figure 9. Milieux humides à fort (bleu/violet) à faible (orange) potentiels de la plaine de l'Adour ; la courbe montre la comparaison entre les débits mesurées à la station hydrologique d'Hères (rouge), au milieu du domaine simulé, et les débits estimés par le simulateur au même endroit (noir).

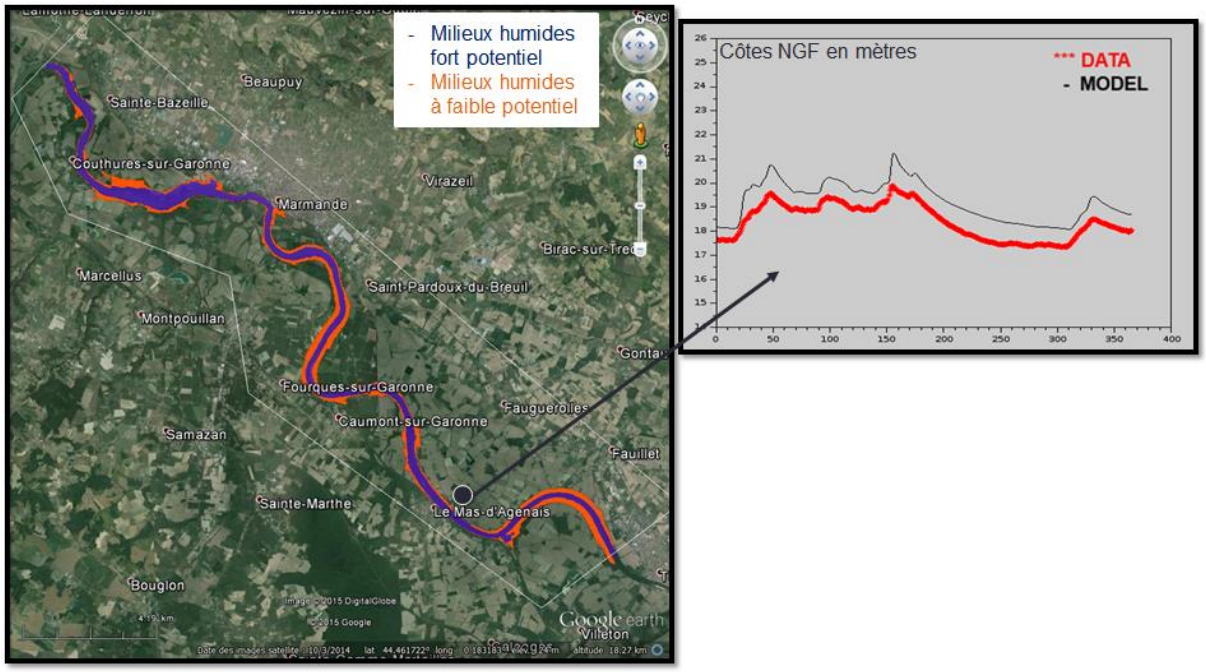


Figure 10. Milieux humides à fort (bleu/violet) à faible (orange) potentiels de la plaine de la Garonne ; la courbe rouge correspond aux données piézométriques observées issues de la banque ADES, et la courbe en noir aux hauteurs d'eau de la nappe simulées par le modèle au même endroit.

Acceptables Avenirs - SAS au capital de 50.000 Euros - RCS Toulouse 523 470 615
815 avenue la Pyrénéenne, Bâtiment Prologue 1, 31670 Labège - Tél. : +33(0)5 61 28 00 36 - Fax : +33(0)5 61 00 44 01

En ce qui concerne le second, le modèle hydro a été confronté à 5 piézomètres en continu durant l'année 2013 pour une erreur relative moyenne de 5%.

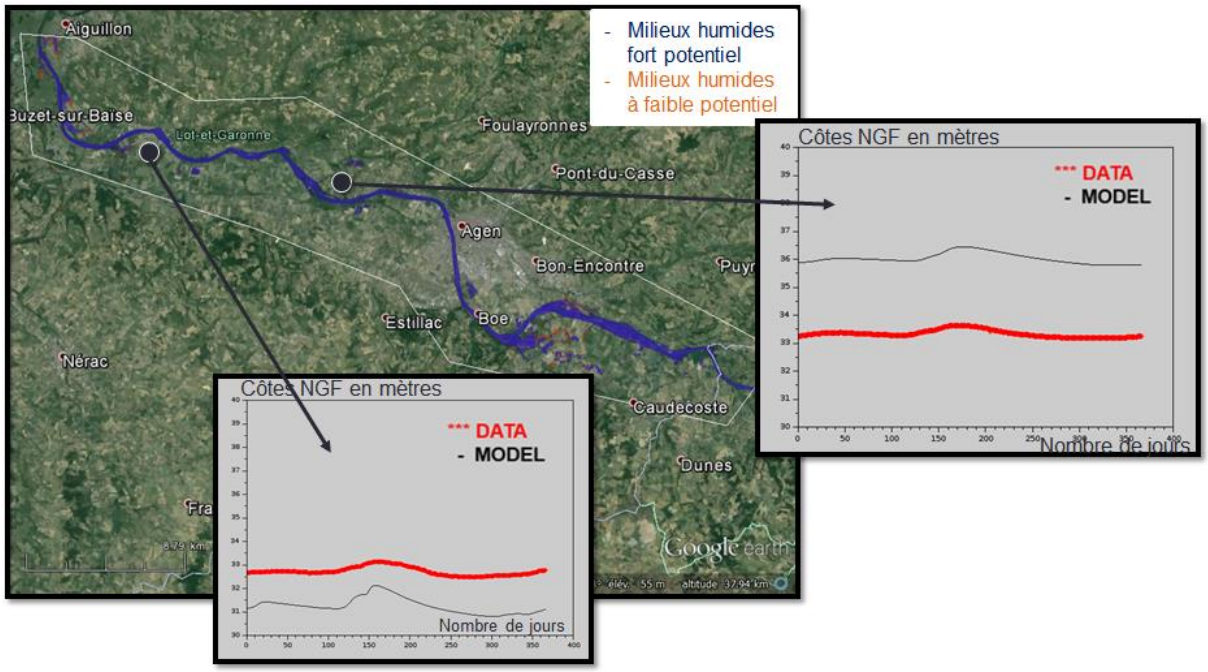


Figure 11. Milieux humides à fort (bleu/violet) à faible (orange) potentiels de la plaine de la Garonne ; la courbe rouge correspond aux données piézométriques observées issues de la banque ADES, et la courbe en noir aux hauteurs d'eau de la nappe simulées par le modèle au même endroit.

4.1.3. PLAINE DE L'AIN

Le simulateur hydro a été utilisé afin de générer les cartographies des milieux humides dans la plaine alluviale de l'Ain, juste avant la confluence avec le Rhône. Les résultats obtenus sont illustrés via la figure 12.

Ces résultats ont été présentés au SAGE de la Basse vallée de l'Ain qui a confirmé la cohérence des résultats du simulateur hydro, avec leurs données Zones Humides.

Les résultats de la simulation du modèle ont été confrontés à 1 piézomètre du 03/29/2011 au 12/31/2013 pour une erreur relative moyenne de 1 %. Pour information, c'est la seule zone simulée par l'outil jusqu'à présent, où le MNT 1m de l'IGN n'était pas disponible, le 25m ayant été privilégié. On peut imaginer qu'avec un MNT plus précis, on affinerait les couches SIG des milieux humides et ont tendrait vers les zones humides répertoriées sur le terrain.

4.1.4. PLAINE DE L'ISLE

Le simulateur a été utilisé afin de générer les cartographies des milieux humides dans la plaine alluviale de l'Isle. Il a été confronté à un piézomètre en aval du tronçon simulé pour une erreur relative moyenne inférieure à 2%.

Acceptables Avenirs - SAS au capital de 50.000 Euros - RCS Toulouse 523 470 615
815 avenue la Pyrénéenne, Bâtiment Prologue 1, 31670 Labège - Tél. : +33(0)5 61 28 00 36 - Fax : +33(0)5 61 00 44 01

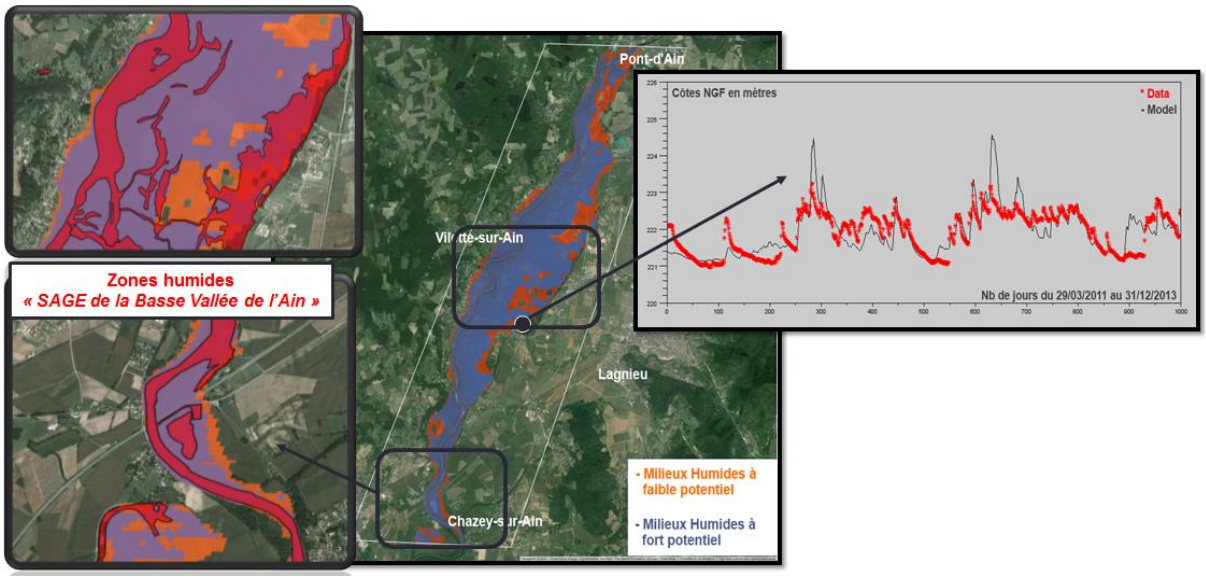


Figure 12. Milieux humides à fort (bleu/violet) à faible (orange) potentiels de la plaine de l'Ain; Comparaison avec les couches SIG des zones humides du SAGE de la Basse vallée de l'Ain ; la courbe rouge correspond aux données piézométriques observées issues de la banque ADES, et la courbe en noir aux hauteurs d'eau de la nappe simulées par le modèle au même endroit.

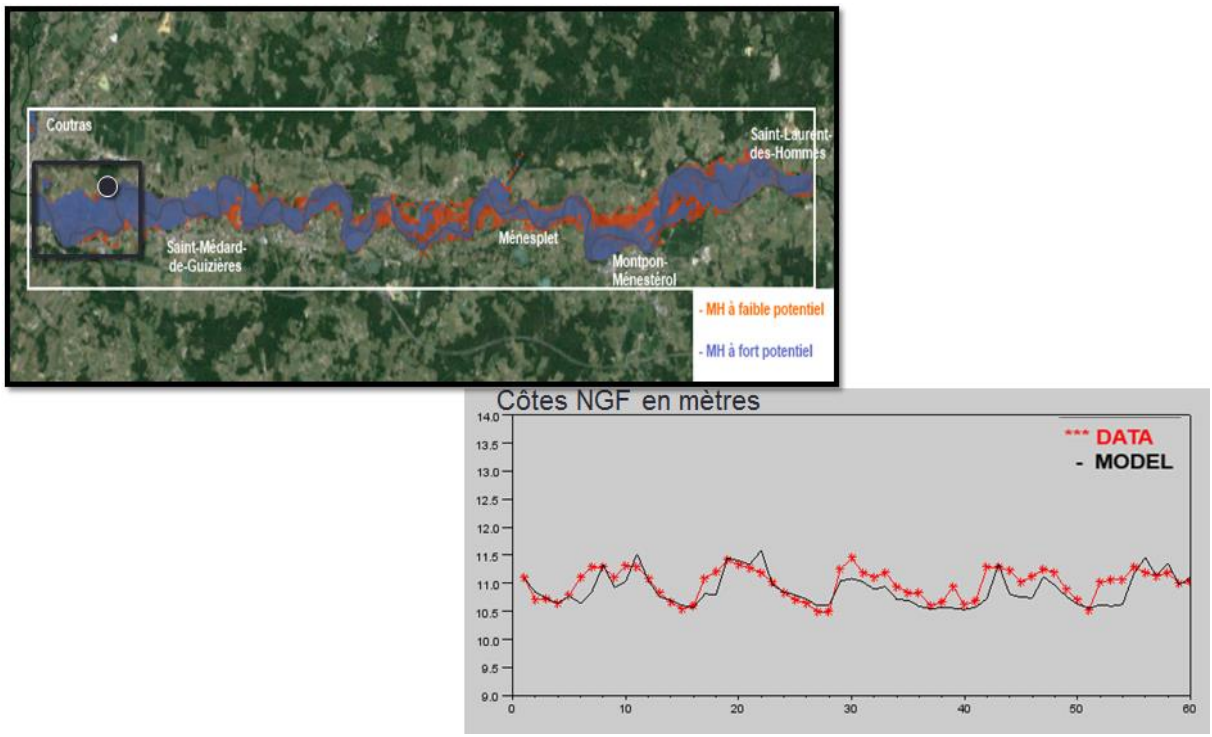


Figure 13. Milieux humides à fort (bleu/violet) à faible (orange) potentiels de la plaine de l'Isle; la courbe rouge correspond aux données piézométriques observées issues de la banque ADES, et la courbe en noir aux hauteurs d'eau de la nappe simulées par le modèle au même endroit.

Acceptables Avenirs - SAS au capital de 50.000 Euros - RCS Toulouse 523 470 615
815 avenue la Pyrénéenne, Bâtiment Prologue 1, 31670 Labège - Tél. : +33(0)5 61 28 00 36 - Fax : +33(0)5 61 00 44 01

4.2. CHANGEMENTS CLIMATIQUES – HORIZON 2030

Une simulation a été réalisée pour la période correspondant aux hypothèses du projet "Imagine 2030" (IRSTEA, EDF, Agence de l'eau Adour-Garonne) et de la thèse de J. Boé 2007, concernant la plaine alluviale de la Garonne dans le département du Tarn-et-Garonne. "Imagine 2030" prévoit une réduction maximale de 45% des débits en été et automne, ainsi qu'une réduction de 10% en hiver et au printemps. La simulation a été réalisée à partir de l'hydrogramme de la période 2004-2013 à laquelle ont été appliquées ces hypothèses dans notre simulateur.

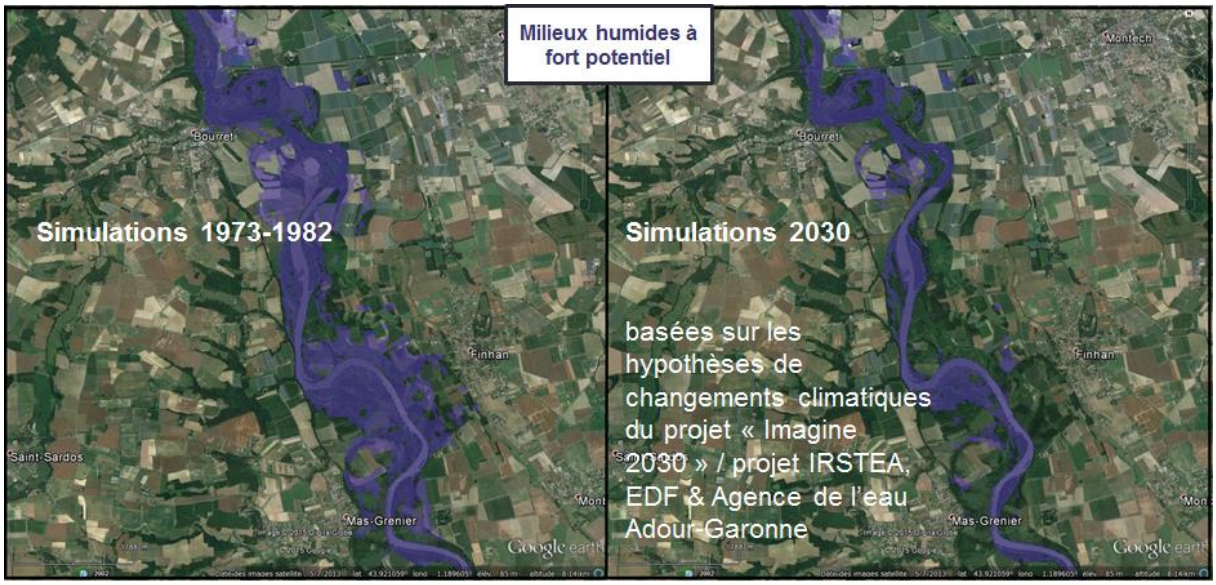


Figure 14. Milieux humides à fort potentiel de la période 1973-1982 et comparés à ceux prédits pour l'horizon 2030.

La comparaison des résultats de cette simulation avec celle réalisée pour la période 1973-1982 montre une diminution significative entre ces deux décennies des zones soumises à une saturation en eau (figure 14).

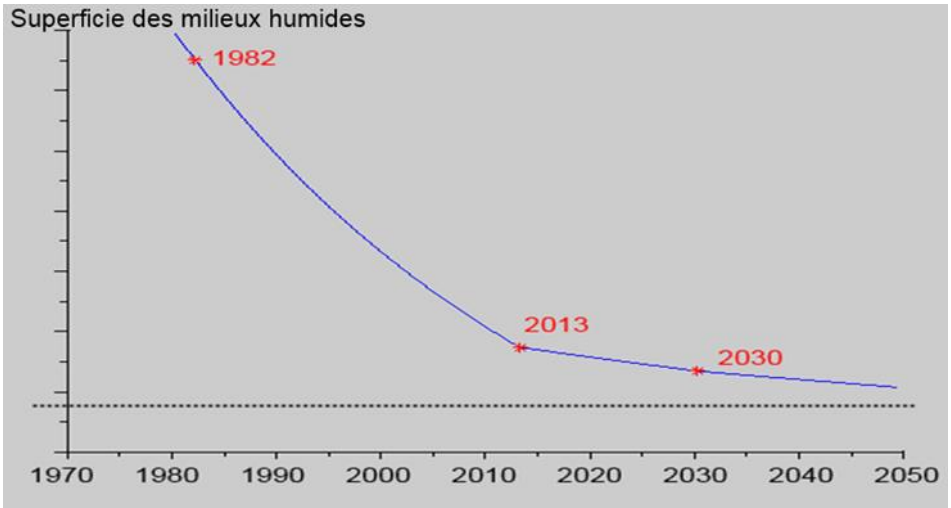


Figure 15. Superficie des milieux humides de 1982 à 2030

Acceptables Avenirs - SAS au capital de 50.000 Euros - RCS Toulouse 523 470 615
815 avenue la Pyrénéenne, Bâtiment Prologue 1, 31670 Labège - Tél. : +33(0)5 61 28 00 36 - Fax : +33(0)5 61 00 44 01

Les résultats des simulations montrent qu'il y a une réduction de 60% en superficie des milieux humides entre 1982 et l'horizon 2030, en appliquant les hypothèses du projet « Imagine 2030 ».

La figure 15 illustre cette diminution et soulève une hypothèse à étudier concernant la superficie à l'horizon 2050/2100. Va-t-on tendre vers une valeur de minimale de superficie des milieux humides ? Ou bien les hypothèses du projet ne sont pas assez pessimistes dans le sens où peut être que les périodes d'étiages vont s'allonger suivant une certaine loi statistique et les crues vont quant à elle être plus ponctuelles mais plus importante ? Ce simulateur peut permettre à un comité scientifique de tester ce genre d'hypothèses.

4.3. IMPACTS D'AMENAGEMENTS

Le simulateur offre la possibilité de simuler l'impact d'aménagements en plaines comme par exemple l'impact d'une infrastructure dans le lit majeur, mais aussi des aménagements du cours d'eau comme par exemple le méandrage ou le court-circuit d'un méandre, mais aussi le retrait ou l'ajout d'enrochements.

4.3.1. AMENAGEMENTS EN PLAINE

L'aménagement en plaines a été testé dans la plaine de l'Isle (figure 16) et de la Garonne (figure 17). On peut constater que l'impact de la route départementale est relativement significatif. Cet aménagement freine l'écoulement de la nappe et impacte donc localement les hauteurs d'eau de la nappe, en augmentant en moyenne de 15cm la hauteur d'eau en amont de l'aménagement et en la diminuant en aval. Ces résultats ont été présentés au Conseil Général de Gironde, qui a confirmé l'intérêt d'un tel simulateur pour évaluer l'impact d'un aménagement et de plus, choisir une zone à fort potentiel humide pour la compensation.

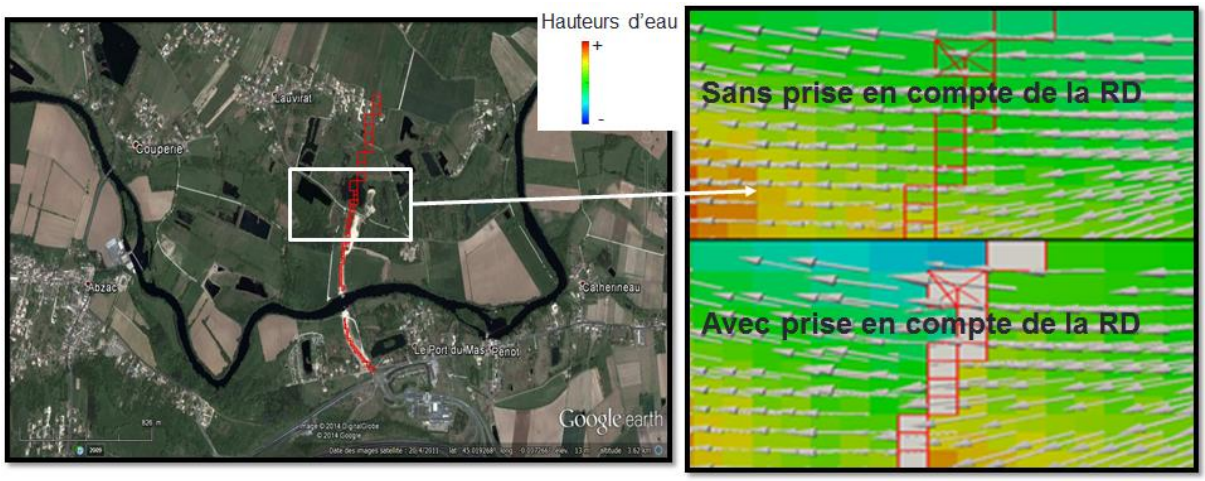


Figure 16. Vue satellite de la plaine de l'Isle à Coutras avec en rouge le futur tracé de la route départementale ; à droite, les résultats du modèle avant et après la mise en place de la route départementale

Un aménagement théorique a été réalisé dans la plaine de la Garonne à l'aide du simulateur et montre l'impact d'une infrastructure dans la plaine de la Garonne, sur les écoulements de la nappe et hauteurs d'eau associées (figure 17). Les milieux humides sont, dans ce cas, localement impactés.

Acceptables Avenirs - SAS au capital de 50.000 Euros - RCS Toulouse 523 470 615
815 avenue la Pyrénéenne, Bâtiment Prologue 1, 31670 Labège - Tél. : +33(0)5 61 28 00 36 - Fax : +33(0)5 61 00 44 01

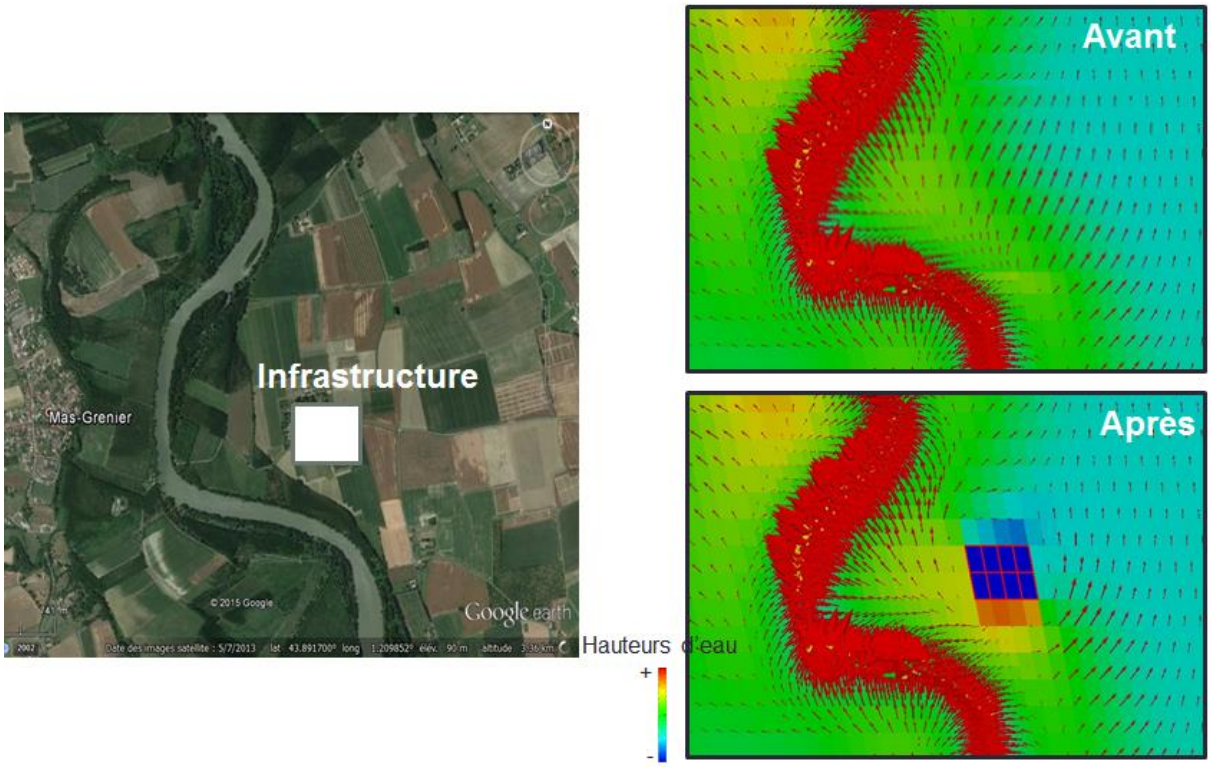


Figure 17. Vue satellite de la plaine de la Garonne à Mas-Grenier et Monbéqui (à gauche) et résultats du simulateur (à droite). On y voit l'impact d'une infrastructure (en blanc) sur les écoulements et les hauteurs d'eau dans la plaine.

4.3.2. AMENAGEMENTS RIVIERE

Avec le simulateur hydro, il est possible de simuler l'impact de modifications au niveau de la rivière, comme par exemple l'impact d'un méandrage ou d'un court-circuit d'un méandre sur le fonctionnement hydrologique. La figure 18 présente un exemple d'impact d'un retrait d'enrochements dans la rivière. Pour cela on modifie les paramètres à l'interface nappe/rivière comme la conductivité hydraulique et la porosité à l'interface. On voit que si on retire les enrochements, les échanges entre la rivière et la nappe sont plus importants, notamment en crue où la différence entre les simulations avant et après modifications augmentent fortement avec le débit rivière (figure 18).

5. CONCLUSION

Ce simulateur hydromorphologique est donc basé sur un modèle générique des plaines alluviales (applicable sur divers sites), sans calibration au préalable. Il permet :

- d'évaluer le potentiel humide des zones en plaine alluviale ;
- de cartographier les milieux humides simulés ;
- de simuler la dynamique des flux nappes/rivières avec ou sans aménagement ;
- d'évaluer l'impact du changement climatique sur les milieux humides ;
- de simuler dans le temps divers scénarios de gestion / restauration en plaines alluviales en combinant aménagements et changements climatiques.

Acceptables Avenirs - SAS au capital de 50.000 Euros - RCS Toulouse 523 470 615
815 avenue la Pyrénéenne, Bâtiment Prologue 1, 31670 Labège - Tél. : +33(0)5 61 28 00 36 - Fax : +33(0)5 61 00 44 01

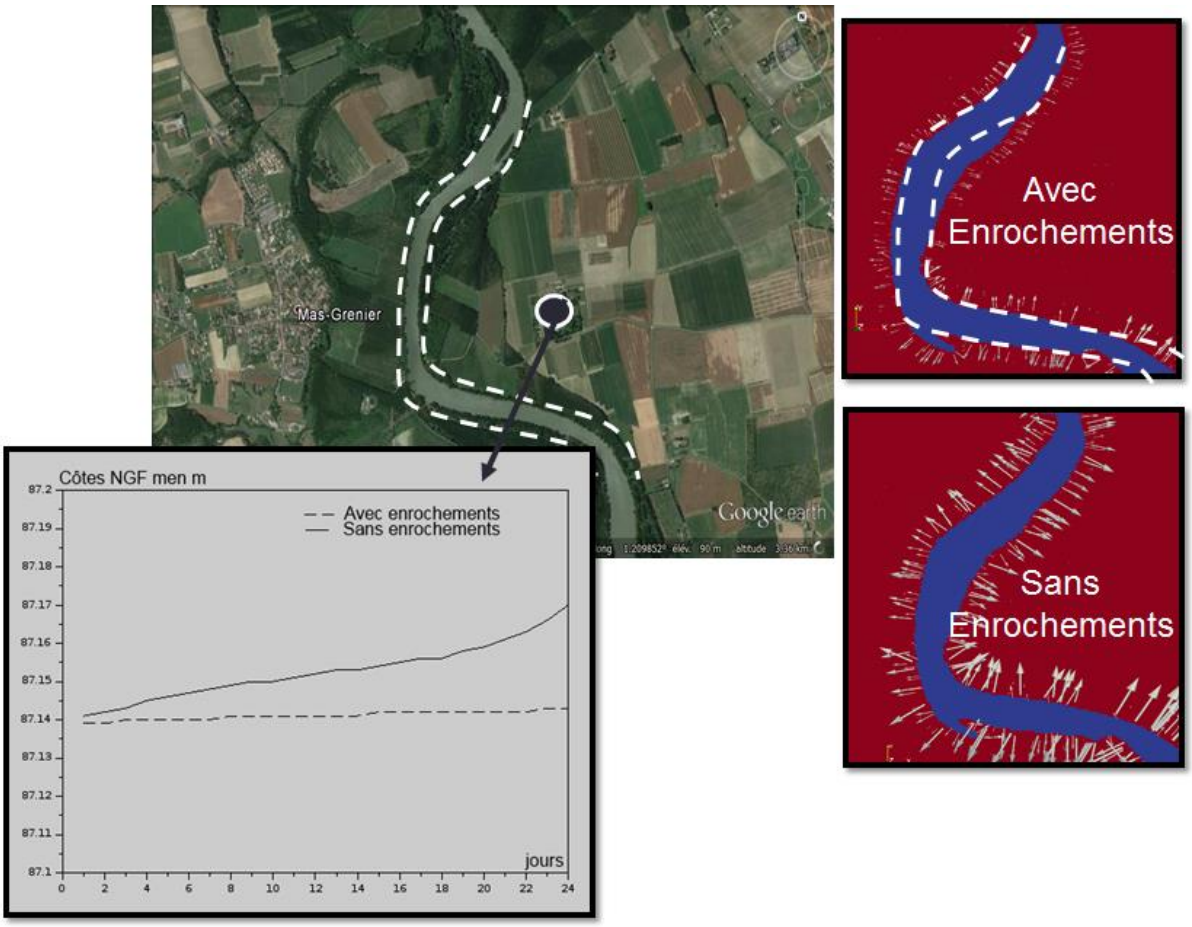


Figure 17. Vue satellite de la plaine de la Garonne à Mas-Grenier et Monbéqui et champs des vitesses d'écoulement à l'interface nappe/rivière avec et sans enrochements ; on peut aussi visualiser les côtes NGF en mètres pour la même simulation avec et sans enrochements

6. REFERENCES

Bonneu A., Espitalier-Noël G., Torguet P., Jessel J.P., Sanchez-Pérez J.M., Vervier P., Sauvage S., 2015. Accept'Hydro : a tool for evaluating potentiel wetland areas at floodplain scale. 7th International Environmental Modelling and Software Society (iEMSs), Jun 2014, San Diego, California, USA, United States. pp. 1-8, 2014.

Boé J., 2007. Changement global et cycle hydrologique : une étude de régionalisation sur la France. Thèse délivrée par l'université Paul Sabatier à l'U.F.R. Physique Chimie Automatique, spécialité Physique du climat.

Peyrard, D., Sauvage, S., Vervier, P., Sanchez-Perez J.M. and Quintard, M. (2008). A coupled vertically integrated model to describe lateral exchanges between surface and subsurface in large alluvial floodplains with a fully penetrating river. In Hydrol. Process, Vol. 22, 4257-4273.

U.S. Army Corps of Engineers (2002). Developing a "Regionalized" Version of the Corps of Engineers Wetlands Delineation Manual : Issues and Recommendations (J. S. Wakeley) ERDC/EL TR-02-20: U.S. Army Engineer Research and Development Center, Environmental Laboratory.

Acceptables Avenirs - SAS au capital de 50.000 Euros - RCS Toulouse 523 470 615
815 avenue la Pyrénéenne, Bâtiment Prologue 1, 31670 Labège - Tél. : +33(0)5 61 28 00 36 - Fax : +33(0)5 61 00 44 01

RESULTATS

Modèle socio-Eco

Objectif du modèle socioéconomique est d'évaluer les valeurs des territoires "humides" pour différents scénarios de projets, en distinguant différentes composantes de la valeur :

- Valeurs monétaires : flux monétaires associés aux activités économiques ;
- Valeurs reconstruites : coûts associés aux équivalents techniques des services écosystémiques ;
- Valeurs patrimoniales (non monétaires) : prise en compte des perceptions et rapports des individus aux milieux naturels.

Le système d'évaluation socioéconomique a été adapté et testé sur un site pilote identifié en collaboration avec le SMEAG. Il s'agit d'un site situé sur le tronçon de Garonne dit « Garonne débordante ». La grille d'analyse des enjeux socioéconomiques constituant les entrées du modèle a donc été adaptée en ce sens.

Les besoins utilisateurs ont été formulés comme suit :

1/ Construire un référentiel socioéconomique pour aide à la décision avec 2 niveaux de lecture:

- comparaison des valeurs en jeu pour prioriser les interventions ou faire un choix entre différents scénarios d'aménagement;
- grilles de données technico-économiques => valeurs associées à chacunes des rubriques de sortie

2/ Application du tableau de bord d'analyse des enjeux socioéconomique sur **une sélection de sites TFE** et évaluation sur **un site pilote TFE** pour tester les plus-values de différentes configuration du plan d'action.

1. PRINCIPES DU MODELE D'EVALUATION

1.1. ENTREES DU MODELE : TABLEAU DE BORD D'IDENTIFICATION DES ENJEUX SOCIOECONOMIQUES

Le principe du tableau de bord est de décrire le territoire dans lequel s'inscrit le site objet de l'évaluation. Cette description considère de manière distincte les milieux (territoire, bassin versant, zone humide) et d'un point de vue qualitatif, différents niveaux d'enjeux (environnement, collectivité, entreprises, individus).

Acceptables Avenirs - SAS au capital de 50.000 Euros - RCS Toulouse 523 470 615
815 avenue la Pyrénéenne, Bâtiment Prologue 1, 31670 Labège - Tél. : +33(0)5 61 28 00 36 - Fax : +33(0)5 61 00 44 01

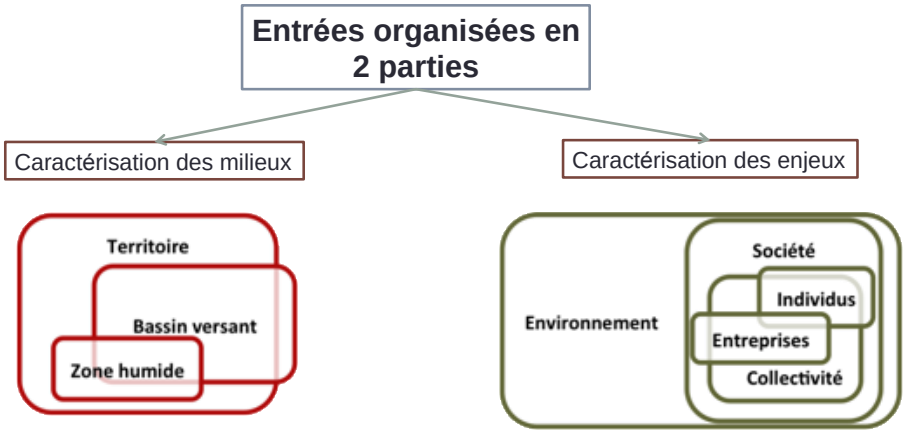


Figure 18. Organisation des entrées du tableau de bord d'identification des enjeux socioéconomiques

L'intérêt de cette lecture est d'inviter le porteur de projet ou l'utilisateur de l'outil d'évaluation à adopter une lecture élargie de la problématique, multi-échelles et « multi-porteurs d'enjeux ».

Cette grille d'analyse permet d'associer à un état donné du site, un profil d'enjeux socioéconomiques, sur la base duquel sera réalisée l'évaluation.

Les rubriques du tableau de bord ont été adaptées pour prendre en compte les spécificités des milieux humides de zone alluviale avec notamment une donnée sur le linéaire de berge fonctionnel de la zone humide.

A titre d'illustration, pour la partie caractérisation des milieux, les rubriques d'entrées sont été les suivantes :

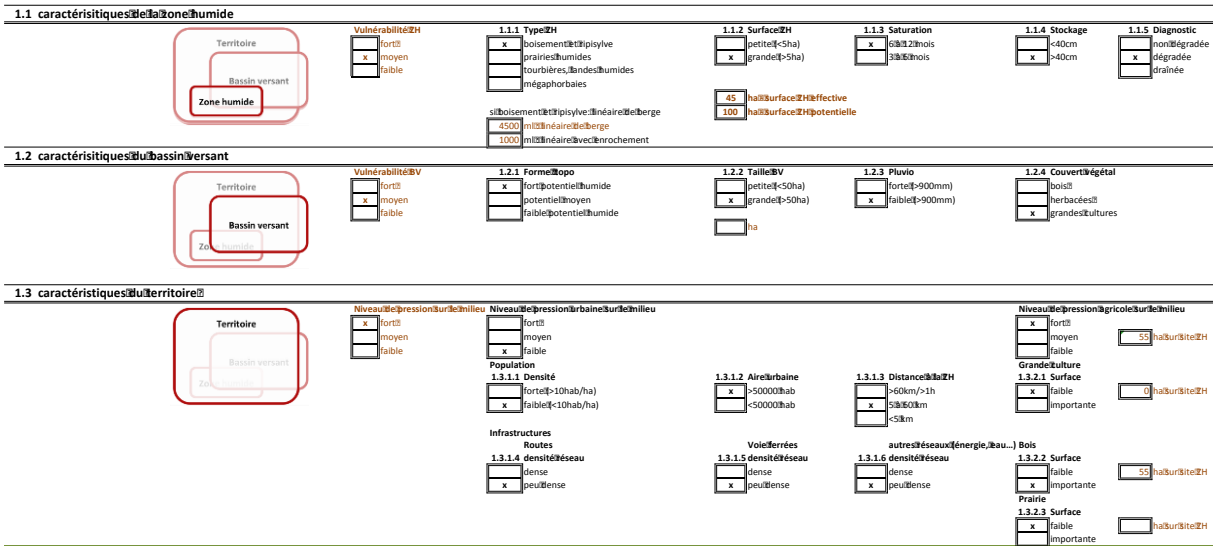


Figure 19. Rubriques des entrées « caractérisation des milieux » du tableau de bord d'identification des enjeux socioéconomiques

Pour la partie enjeux, les rubriques du tableau de bord sont les suivantes :

Acceptables Avenirs - SAS au capital de 50.000 Euros - RCS Toulouse 523 470 615
815 avenue la Pyrénéenne, Bâtiment Prologue 1, 31670 Labège - Tél. : +33(0)5 61 28 00 36 - Fax : +33(0)5 61 00 44 01

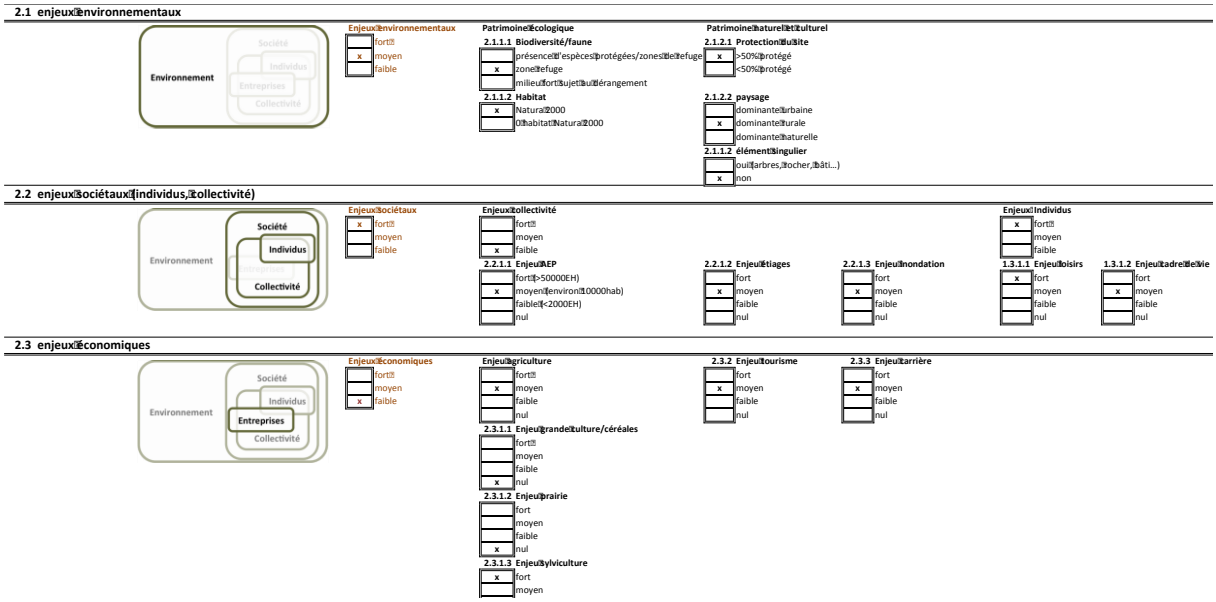


Figure 20. Rubriques des entrées « caractérisation des enjeux » du tableau de bord d'identification des enjeux socioéconomiques

Ces rubriques croisent à la fois des éléments de nature quantitative et de nature qualitative, l'idée étant de pouvoir capter un maximum d'information pour apprécier la qualité et les enjeux du site étudié.

1.2. SORTIES DU MODELE D'EVALUATION SOCIOECONOMIQUE

Les besoins exprimés par le SMEAG ont conduit à construire deux types de sortie, une sortie technique répondant à la nécessité d'avoir accès à une information détaillée et référencée et une sortie aide à la décision dans l'optique d'appuyer et d'argumenter des programmes d'actions auprès de décideurs des territoires.

Pour rappel, l'évaluation est opérée au travers d'un triptyque permettant d'aborder différentes composantes de la valeur :

Figure 21. Référentiel de valeurs de l'évaluation socioéconomique

Acceptables Avenirs - SAS au capital de 50.000 Euros - RCS Toulouse 523 470 615
815 avenue la Pyrénéenne, Bâtiment Prologue 1, 31670 Labège - Tél. : +33(0)5 61 28 00 36 - Fax : +33(0)5 61 00 44 01

1.2.1. SPECIFICATIONS DE LA SORTIE AIDE A LA DECISION

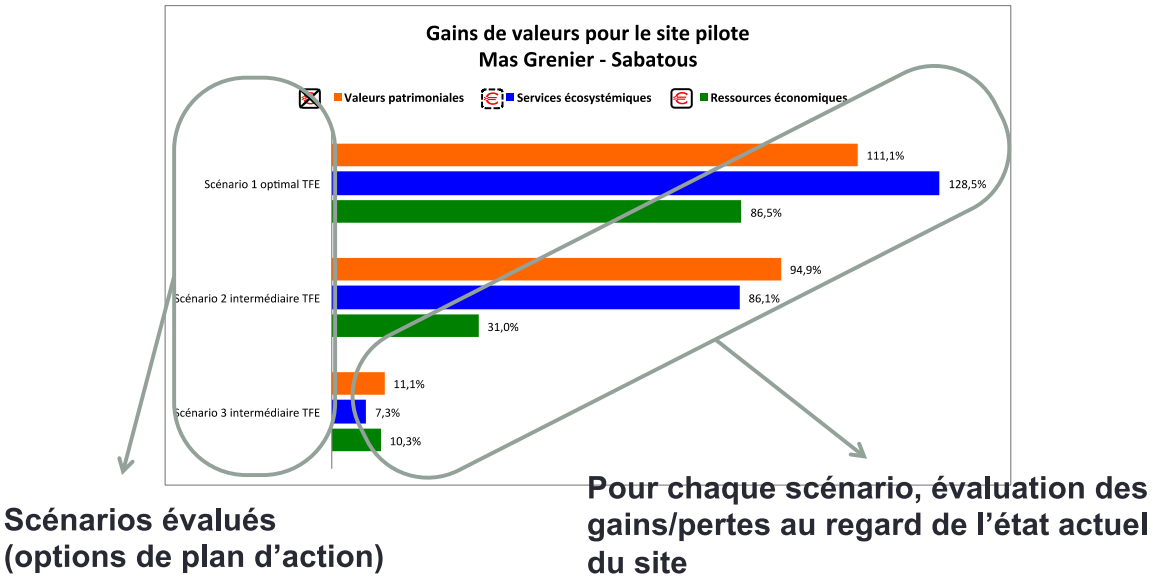


Figure 22. Sortie aide à la décision

La représentation graphique propose une lecture relative de l'impact des scénarios sur les valeurs du site.

Dans le cadre de scénarios de restauration du milieu, l'évaluation permet de considérer l'appréciation des valeurs portées par le site **au regard de son état actuel.**

1.3. SPECIFICATIONS DE LA SORTIE DETAILLEE

En support à la représentation graphique est adjoint une table croisant les trois types de valeurs pour différentes rubriques.
Cette table est construite sur la base des valeurs de référence issues de la littérature sur l'évaluation de la valeur des actifs naturels.
Les rubriques de cette table sont construites sur la base d'une représentation d'un socio-hydrosystème intégrant les fonctions environnementales des hydrosystèmes et leurs interactions avec le fonctionnement la société.

Acceptables Avenirs - SAS au capital de 50.000 Euros - RCS Toulouse 523 470 615
815 avenue la Pyrénéenne, Bâtiment Prologue 1, 31670 Labège - Tél. : +33(0)5 61 28 00 36 - Fax : +33(0)5 61 00 44 01

fonctions de régulation		FONCTIONS PHYSIQUES	Hydrologie			
			Hydromorphologie			
			Pédologie			
		FONCTIONS BIOGEOCHIMIQUES	Climat			
			Biogéochimie			
		FONCTIONS ECOLOGIQUES	Biomasse			
			Biodiversité			
			Habitat			
fonctionnalités des écosystèmes		USAGES DIRECTS	Ressources en eau			
			Ressources minérales, végétales et animales			
			Ressources génétiques, biogéochimiques et médicinales			
		USAGES INDIRECTS	Stockage: recharge et décharge des nappes			
			Fourniture d'eau: soutien des étiages			
			Ecrêtement et désynchronisation des crues			
			Epuration et protection de la ressource			
			Contrôle de l'érosion, formation des sols			
		NON-USAGES	Rôle tampon (stockage carbone)			
			Rôle tampon (bruit)			
			Emprise territoriale			
fonctionnement de la société	COLLECTIF	Sécurité civile	réserve eau potable -AEP			
			réserve incendie			
			atténuation sécheresse, étiages			
			atténuation aléa climatique			
		Santé publique	qualité de l'environnement (eau, air, milieu)			
			qualité de vie, bien-être			
		Services publics	eau			
			énergie			
			aménagement			
	ENTITES COMMERCIALES	activités économiques	Agriculture			
			élevage			
			grande culture - céréales			
			maraîchage			
			prairie			
			bois			
			industries			
			tourisme			
			énergie			
			eau			
			pêche			
			carrière			
	INDIVIDUS	Patrimoine naturel et culturel	loisirs			
			prélèvement (chasse, pêche, cueillette)			
			sport (randonnée, activité nautique)			
			agrément (promenade, détente)			
			cadre de vie, identité, appartenance			
			animation culturelle, pédagogique			

Figure 23. Sortie détaillée

2. EVALUATION SOCIOECONOMIQUE DU SITE PILOTE

Une évaluation a été effectuée pour le site pilote retenu par le SMEAG. Au regard des travaux réalisés dans le cadre du programme TFE (Territoires Fluviaux Européens), le SMEAG a en effet identifié plusieurs site pour d'intérêt dans le cadre de la mise en place d'un programme et d'amélioration du fonctionnement des écosystèmes.

Documents mis à disposition par le SMEAG

- *SMEAG, 2011, Analyse des sites pour la restauration de la Garonne débordante, rapport d'étues, projet Sud'Eau Lindenia*
- *TFE - secteurs proposés comme sites pilotes*
- *SMEAG 2013, Diagnostic partagé, document préparatoire au COPIL, projet TFE, Lindenia*
- *SMEAG 2014, Caractéristiques des secteurs proposés comme sites pilotes, projet TFE, Lindenia*

2.1. CADRAGE DE L'EVALUATION

L'évaluation réalisée sur le site pilote Sabatous-Picone, sur la commune de Mas Grenier (82) a permis de tester les plus-values de différentes configurations du plan d'action TFE.

Acceptables Avenirs - SAS au capital de 50.000 Euros - RCS Toulouse 523 470 615
815 avenue la Pyrénéenne, Bâtiment Prologue 1, 31670 Labège - Tél. : +33(0)5 61 28 00 36 - Fax : +33(0)5 61 00 44 01

2.1.1. PRESENTATION DU SITE PILOTE

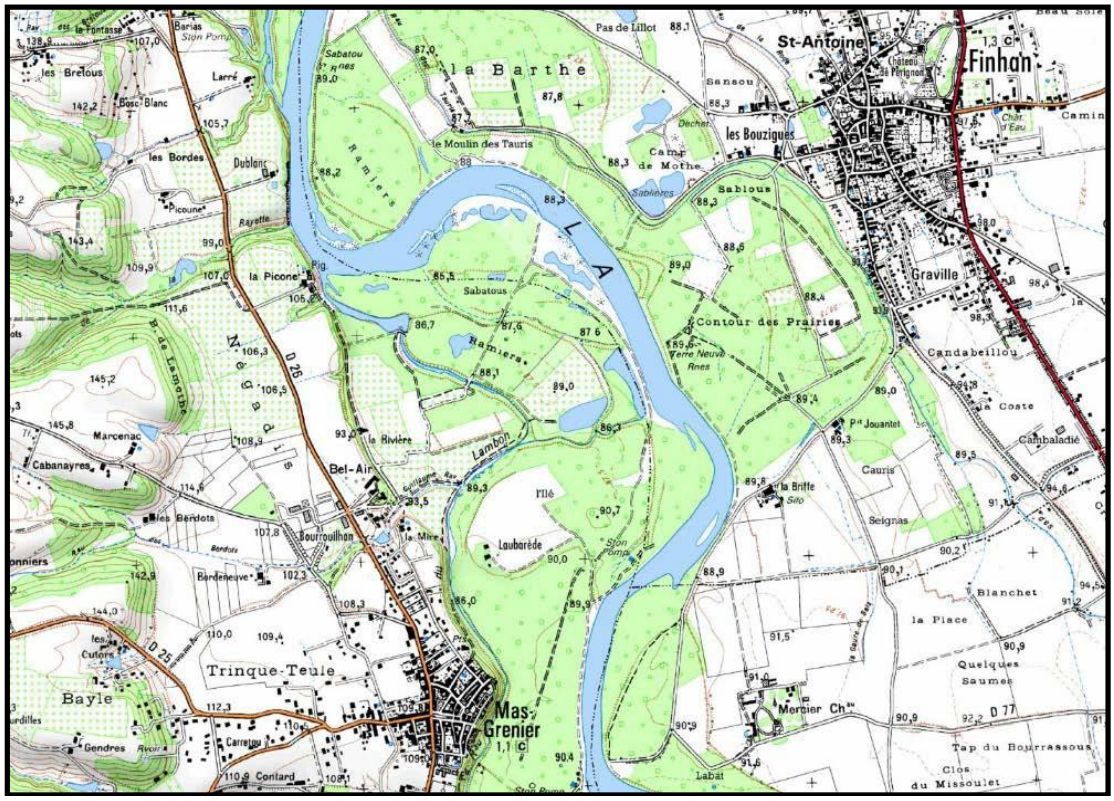


Figure 24. Site pilote de l'évaluation socioéconomique
Source : SMEAG, secteurs pilote TFE

Ce site est représentatif de deux types de pressions fortement représentés sur le territoire : enrochements et pression polluante sur affluent de Garonne (le Lambon).
L'état initial a été retranscrit dans l'outil d'évaluation au travers de la grille suivante :

Rubriques				S0: Etat initial
Caractérisation des milieux	Caractéristiques de la zone humide		Vulnérabilité ZH	Moyen
			Linéaire de berges	3500 m
			Surface ZH	45 ha
	Caractéristiques du territoire	Niveau de pression urbaine sur le milieu	Niveau de pression sur le milieu	Fort
			Densité de population	faible(<10hab/ha)
		Niveau de pression agricole sur le milieu	Surface de sylviculture	55 ha
Caractérisation des enjeux	Enjeux environnementaux	Patrimoine écologique	Biodiversité/faune	zone refuge
			Habitat	Natura 2000
			Paysage	Dominante rurale
	Enjeux sociétaux	Enjeux collectivité	Inondations	Moyen
		Enjeux individus	Enjeux loisirs	Fort
		Enjeux économiques	Enjeux tourisme	Moyen
			Enjeux carrière	Non

Acceptables Avenirs - SAS au capital de 50.000 Euros - RCS Toulouse 523 470 615
815 avenue la Pyrénéenne, Bâtiment Prologue 1, 31670 Labège - Tél. : +33(0)5 61 28 00 36 - Fax : +33(0)5 61 00 44 01

2.1.2. SCENARIOS

Des scénarios ont été élaborés sur la base du plan d'action de restauration du site construit dans le cadre du programme TFE.

Liste scénarios		actions secteurs pilotes TFE	A	B	C
Code scénario	Intitulé	*Description*	*Retrait enrochement 250m*	*Reconnexion des plans d'eau à la Garonne en crue*	*Plan de gestion du Lambon*
		Coût	*100 k€*	*50 k€*	*10 k€*
S0	Etat initial				
S1	Optimal		X	X	X
S2	Intermédiaire 1		X		
S3	Intermédiaire 2			X	

Le scénario optimal est celui pour lequel toutes les actions du programmes sont réalisées. Deux scénarios dits intermédiaires ont également été considérés pour l'évaluation afin de prendre en compte différentes options de déploiement du programme. En effet, ces différentes actions ont différents coûts et doivent dans les faits faire l'objet de négociations auprès des élus avant d'être mises en œuvre.

Les spécificités de chaque scénario sont prises en compte au travers des valeurs d'entrées associées aux différentes rubriques d'inputs. Les éléments balisés en jaune indiquent les inputs ayant été modifiés au regard de l'état initial du site.

Rubriques	S1: Optimal TFE	S2: Intermédiaire 1- TFE	S3: Intermédiaire 2- TFE
Vulnérabilité ZH	Faible	Moyen	Moyen
Linéaire de berges	3800	3800	3500
Surface ZH	65	60	50
Niveau de pression sur le milieu	Moyen	Fort	Fort
Densité de population	faible(<10hab/ha)	faible(<10hab/ha)	faible(<10hab/ha)
Surface de sylviculture	55	55	55
Biodiversité/faune	présence d'espèces protégées	zone refuge	zone refuge
Habitat	Natura 2000	Natura 2000	Natura 2000
Paysage	Dominante rurale	Dominante rurale	Dominante rurale
Inondations	Faible	Moyen	Faible
Enjeux loisirs	Fort	Fort	Fort
Enjeux tourisme	Fort	Moyen	Moyen
Enjeux carrière	Non	Non	Non

Une attention particulière doit être portée à la définition des profils d'entrée. En effet, les choix effectués conditionne les calculs du modèle. L'objectif est de valoriser au mieux les intervalles existant pour les valeurs de références tirées de la littérature, selon la configuration des sites étudiés.

2.2. RESULATS DE L'EVALUATION

Le prototype développé dans le cadre du projet a permis de tester différentes configurations du plan d'action et de mettre en parallèle les résultats avec les coûts associés
Les résultats sont présentés avec une phase de post-traitement pour leur donner plus de lisibilité. Les résultats bruts de l'évaluation et l'interface du prototype sont présentés dans le paragraphe suivant.

Acceptables Avenirs - SAS au capital de 50.000 Euros - RCS Toulouse 523 470 615
815 avenue la Pyrénéenne, Bâtiment Prologue 1, 31670 Labège - Tél. : +33(0)5 61 28 00 36 - Fax : +33(0)5 61 00 44 01

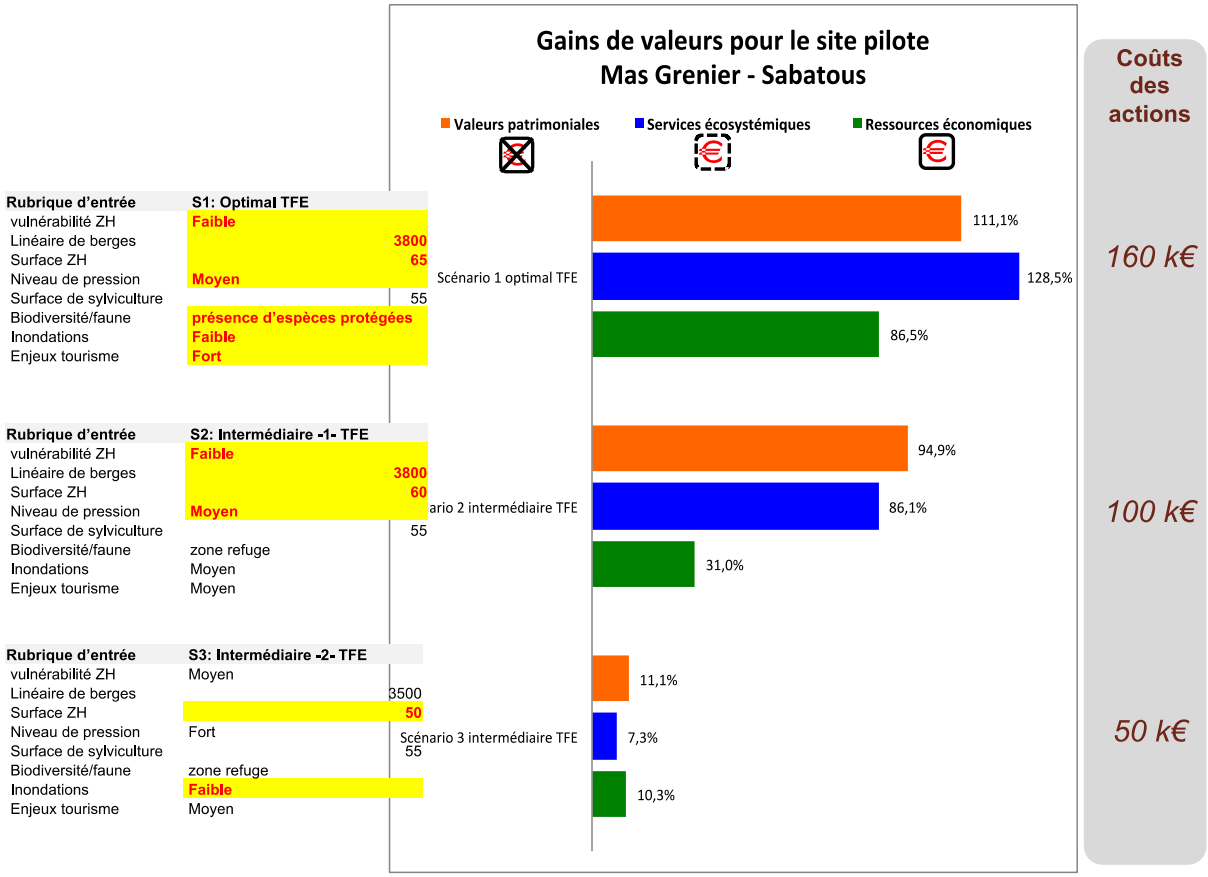


Figure 25. Sortie synthétique de l'évaluation socioéconomique sur le site pilote

Les résultats mettent en évidence une appréciation de la valeur du site dans toutes ses composantes, pour chacun des scénarios d'actions considéré. Il apparaît bien entendu un avantage certain pour le scénario optimal qui combine l'ensemble des actions.
Il convient toutefois de souligner que l'évaluation met en évidence des effets d'échelle où il apparaît plus opportun de mettre en œuvre plusieurs types d'actions de manière simultanée pour valoriser au mieux la qualité du site.

La grille détaillée des valeurs calculées pour les différents scénarios est présentée dans la page suivante.

Interprétation des résultats

La sortie synthétique du système d'évaluation doit être considérée en relatif. Il s'agit de l'appréciation relative des valeurs par rapport au scénario de référence.
La sortie détaillée permet de comparer des rubriques pour différents scénarios unes à une. Dans l'absolu, il n'est pas possible de considérer les sommes de rubriques (problèmes de double comptes) ni de comparer différents types de valeurs entre eux car il n'y a pas d'harmonisation de toutes les unités ni de sens scientifiques de comparer des flux économiques avec des valeurs non monétaires ou patrimoniales.

Acceptables Avenirs - SAS au capital de 50.000 Euros - RCS Toulouse 523 470 615
815 avenue la Pyrénéenne, Bâtiment Prologue 1, 31670 Labège - Tél. : +33(0)5 61 28 00 36 - Fax : +33(0)5 61 00 44 01

	S0			S1			S2			S3		
	M	R	N	M	R	N	M	R	N	M	R	N
Hydrologie	[illegible] €	27 500 €	4 050 €	[illegible] €	22 300 €	5 500 €	[illegible] €	22 300 €	5 000 €	[illegible] €	27 500 €	4 500 €
Hydromorphologie	[illegible] €	1 750 €	1 300 €	[illegible] €	5 700 €	3 250 €	[illegible] €	5 700 €	3 000 €	[illegible] €	1 750 €	2 000 €
Pédologie	[illegible] €	2 000 €	[illegible] €	[illegible] €	7 600 €	[illegible] €	[illegible] €	7 600 €	[illegible] €	[illegible] €	2 000 €	[illegible] €
Climat	[illegible] €	49 500 €	48 825 €	[illegible] €	117 000 €	104 000 €	[illegible] €	108 000 €	96 000 €	[illegible] €	65 000 €	54 250 €
Biogéochimie	[illegible] €	8 000 €	10 125 €	[illegible] €	5 750 €	4 625 €	[illegible] €	3 000 €	3 500 €	[illegible] €	20 000 €	11 250 €
Biomasse	[illegible] €	945 000 €	[illegible] €	[illegible] €	1 365 000 €	[illegible] €	[illegible] €	1 260 000 €	[illegible] €	[illegible] €	1 050 000 €	[illegible] €
Biodiversité	61 750 €	39 150 €	27 700 €	91 750 €	58 000 €	53 850 €	91 000 €	52 200 €	54 400 €	72 500 €	33 500 €	31 000 €
Habitat	[illegible] €	29 140 €	36 600 €	[illegible] €	94 540 €	69 933 €	[illegible] €	87 360 €	64 400 €	[illegible] €	54 600 €	41 000 €
Ressources en eau	90 000 €	23 400 €	17 700 €	13 300 €	57 600 €	35 750 €	12 200 €	62 400 €	33 000 €	11 000 €	26 000 €	13 000 €
Ressources minérales, végétales et animales	23 340 €	[illegible] €	73 875 €	38 380 €	[illegible] €	65 000 €	38 120 €	[illegible] €	60 000 €	21 600 €	[illegible] €	38 750 €
Ressources génétiques, biogéochimiques et médicinales	450 €	[illegible] €	[illegible] €	650 €	[illegible] €	[illegible] €	600 €	[illegible] €	[illegible] €	600 €	[illegible] €	[illegible] €
Stockage: recharge et décharge des nappes	[illegible] €	1 575 €	[illegible] €	[illegible] €	13 000 €	[illegible] €	[illegible] €	12 000 €	[illegible] €	[illegible] €	1 750 €	[illegible] €
Fourniture d'eau: soutien des étiages	[illegible] €	157 500 €	[illegible] €	[illegible] €	570 000 €	[illegible] €	[illegible] €	570 000 €	[illegible] €	[illegible] €	157 500 €	[illegible] €
Ecrêtement et désynchronisation des crues	[illegible] €	19 710 €	9 450 €	[illegible] €	1 950 €	7 225 €	[illegible] €	26 280 €	25 900 €	[illegible] €	1 500 €	10 500 €
Epuration et protection de la ressource	[illegible] €	37 350 €	7 200 €	[illegible] €	110 500 €	11 700 €	[illegible] €	102 000 €	103 800 €	[illegible] €	21 500 €	8 000 €
Contrôle de l'érosion, formation des sols	[illegible] €	675 €	[illegible] €	[illegible] €	5 850 €	[illegible] €	[illegible] €	5 400 €	[illegible] €	[illegible] €	750 €	[illegible] €
Rôle tampon (stockage carbone)	18 630 €	81 000 €	[illegible] €	26 910 €	117 000 €	[illegible] €	24 840 €	108 000 €	[illegible] €	20 700 €	90 000 €	[illegible] €
Rôle tampon (bruit)	[illegible] €	2 025 €	[illegible] €	[illegible] €	3 900 €	[illegible] €	[illegible] €	3 600 €	[illegible] €	[illegible] €	2 250 €	[illegible] €
Emprise territoriale	100 575 €	270 000 €	[illegible] €	145 275 €	390 000 €	[illegible] €	134 100 €	360 000 €	[illegible] €	111 750 €	300 000 €	[illegible] €
réserve eau potable AEP	46 800 €	31 375 €	7 650 €	67 500 €	32 500 €	11 700 €	62 400 €	30 000 €	10 800 €	52 000 €	31 750 €	8 500 €
réserve incendie	[illegible] €	3 500 €	1 125 €	[illegible] €	9 500 €	2 167 €	[illegible] €	8 000 €	2 000 €	[illegible] €	5 000 €	1 250 €
atténuation inondation	[illegible] €	140 400 €	83 375 €	[illegible] €	202 300 €	65 500 €	[illegible] €	187 200 €	61 000 €	[illegible] €	156 000 €	83 750 €
atténuation sécheresse, étiages	[illegible] €	3 150 €	[illegible] €	[illegible] €	26 000 €	[illegible] €	[illegible] €	24 000 €	[illegible] €	[illegible] €	1 500 €	[illegible] €
qualité de l'environnement (eau, air, milieu)	22 250 €	608 €	95 625 €	22 250 €	58 350 €	184 167 €	22 250 €	54 400 €	170 000 €	22 250 €	675 €	106 250 €
qualité de vie, bien-être	[illegible] €	81 000 €	93 375 €	[illegible] €	2 125 €	75 833 €	[illegible] €	2 125 €	70 000 €	[illegible] €	81 000 €	43 750 €
eau	[illegible] €	94 500 €	72 200 €	[illegible] €	910 000 €	33 367 €	[illegible] €	840 000 €	72 800 €	[illegible] €	105 000 €	81 000 €
énergie	[illegible] €	[illegible] €	41 050 €	[illegible] €	[illegible] €	51 175 €	[illegible] €	[illegible] €	51 700 €	[illegible] €	[illegible] €	41 500 €
aménagement	[illegible] €	4 360 €	[illegible] €	[illegible] €	46 300 €	[illegible] €	[illegible] €	43 200 €	[illegible] €	[illegible] €	5 400 €	[illegible] €
Agriculture	27 500 €	[illegible] €	[illegible] €	27 500 €	[illegible] €	[illegible] €	27 500 €	[illegible] €	[illegible] €	27 500 €	[illegible] €	[illegible] €
tourisme	135 000 €	[illegible] €	29 925 €	390 000 €	[illegible] €	52 200 €	180 000 €	[illegible] €	43 800 €	150 000 €	[illegible] €	32 250 €
carrière	[illegible] €	[illegible] €	[illegible] €	[illegible] €	[illegible] €	[illegible] €	[illegible] €	[illegible] €	[illegible] €	[illegible] €	[illegible] €	[illegible] €
loisirs	33 750 €	17 713 €	37 875 €	48 750 €	35 750 €	24 375 €	45 000 €	33 000 €	22 500 €	37 500 €	4 125 €	37 750 €
prélèvement (chasse, pêche, cueillette)	[illegible] €	2 880 €	6 250 €	[illegible] €	5 925 €	7 250 €	[illegible] €	4 700 €	9 000 €	[illegible] €	2 200 €	6 500 €
sport (randonnée, activité nautique)	2 025 €	765 €	5 625 €	2 925 €	1 430 €	9 100 €	2 700 €	320 €	4 400 €	2 250 €	850 €	6 250 €
agrément (promenade, détente)	54 000 €	9 000 €	37 875 €	78 000 €	33 000 €	37 550 €	72 000 €	12 000 €	62 200 €	60 000 €	10 000 €	37 750 €
cadre de vie, identité, appartenance	[illegible] €	490 000 €	55 075 €	[illegible] €	608 000 €	27 625 €	[illegible] €	608 000 €	25 500 €	[illegible] €	490 000 €	16 750 €
animation culturelle, pédagogique	810 €	22 140 €	2 025 €	1 170 €	3 475 €	4 875 €	1 080 €	3 900 €	4 500 €	900 €	24 600 €	2 250 €

Acceptables Avenirs - SAS au capital de 50.000 Euros - RCS Toulouse 523 470 615
815 avenue la Pyrénéenne, Bâtiment Prologue 1, 31670 Labège - Tél. : +33(0)5 61 28 00 36 - Fax : +33(0)5 61 00 44 01

Certaines rubriques n'ont pas de valeurs calculées. Plusieurs explications peuvent être considérées :

- pour certaines rubriques et certaines valeurs, l'évaluation n'a pas lieu d'être ;
- il n'existe pas de valeur de référence (sans objet ou sans référence dans la littérature).

2.3. PRESENTATION DES RESULTATS VIA L'INTERFACE DU PROTOTYPE

2.3.1. GRILLE D'ENTREE (TABLEAU DE BORD D'ANALYSE DES ENJEUX SOCIOECONOMIQUES)

L'interface permet de définir un profil de qualification des enjeux pour chacun des scénarios.

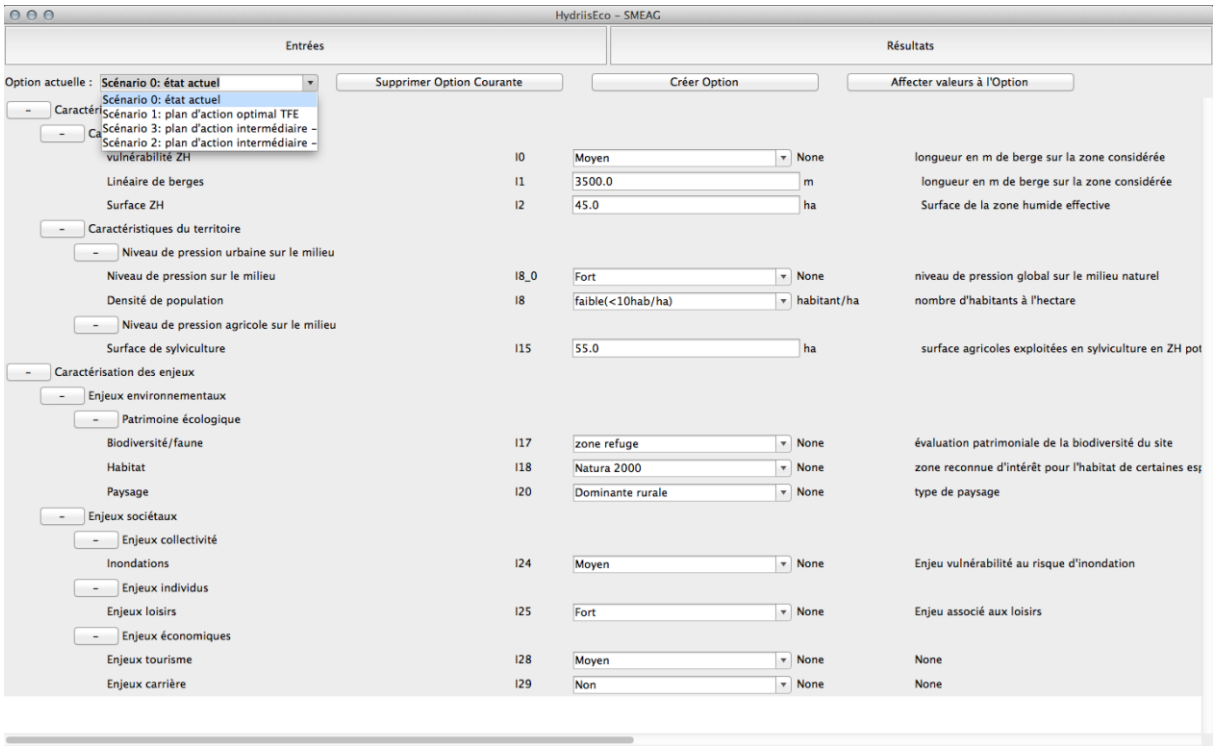


Figure 26. Grille tableau de bord de définition des scénarios

2.3.2. SORTIE SYNTHETIQUE POUR AIDE A LA DECISION

La sortie graphique implémentée dans cette version du prototype diffère de celle déjà présentée dans ce rapport, mais se base sur les mêmes éléments. Il faut raisonner ici en considérant les variations d'un scénario à l'autre.

Il convient d'apporter quelques éléments de cadrage quant aux interprétations possibles :

- Pour un même scénario, il n'est pas possible de comparer les valeurs entre elles ;
- Pour les comparaisons entre différents scénarios, il faut également raisonner en relatif car les valeurs agrégées n'ont pas de sens en elle-même.

Acceptables Avenirs - SAS au capital de 50.000 Euros - RCS Toulouse 523 470 615
815 avenue la Pyrénéenne, Bâtiment Prologue 1, 31670 Labège - Tél. : +33(0)5 61 28 00 36 - Fax : +33(0)5 61 00 44 01

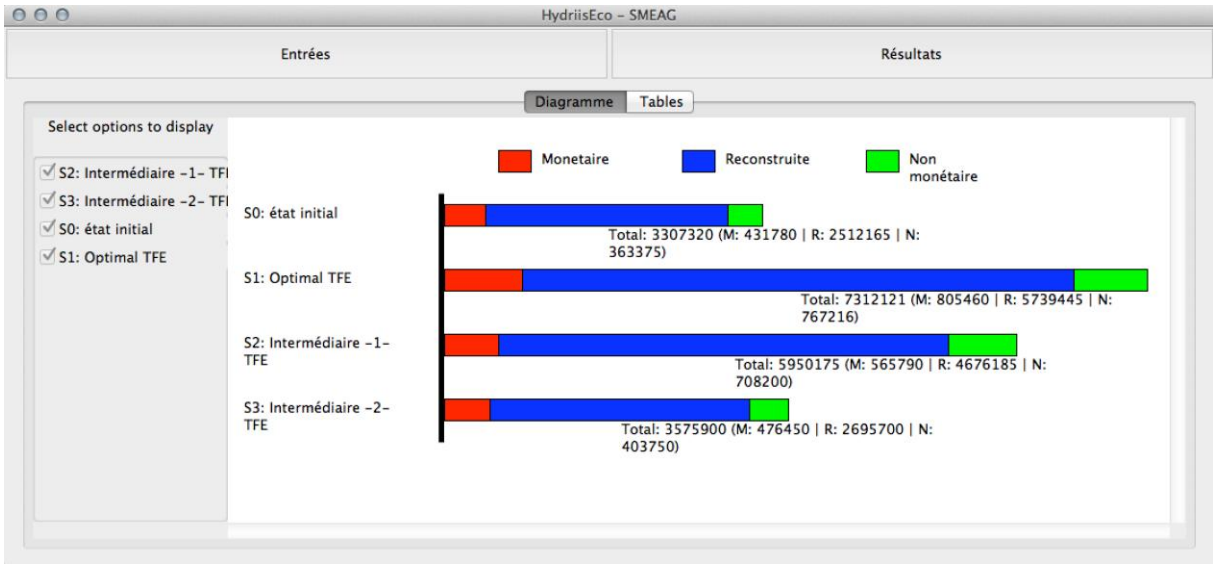
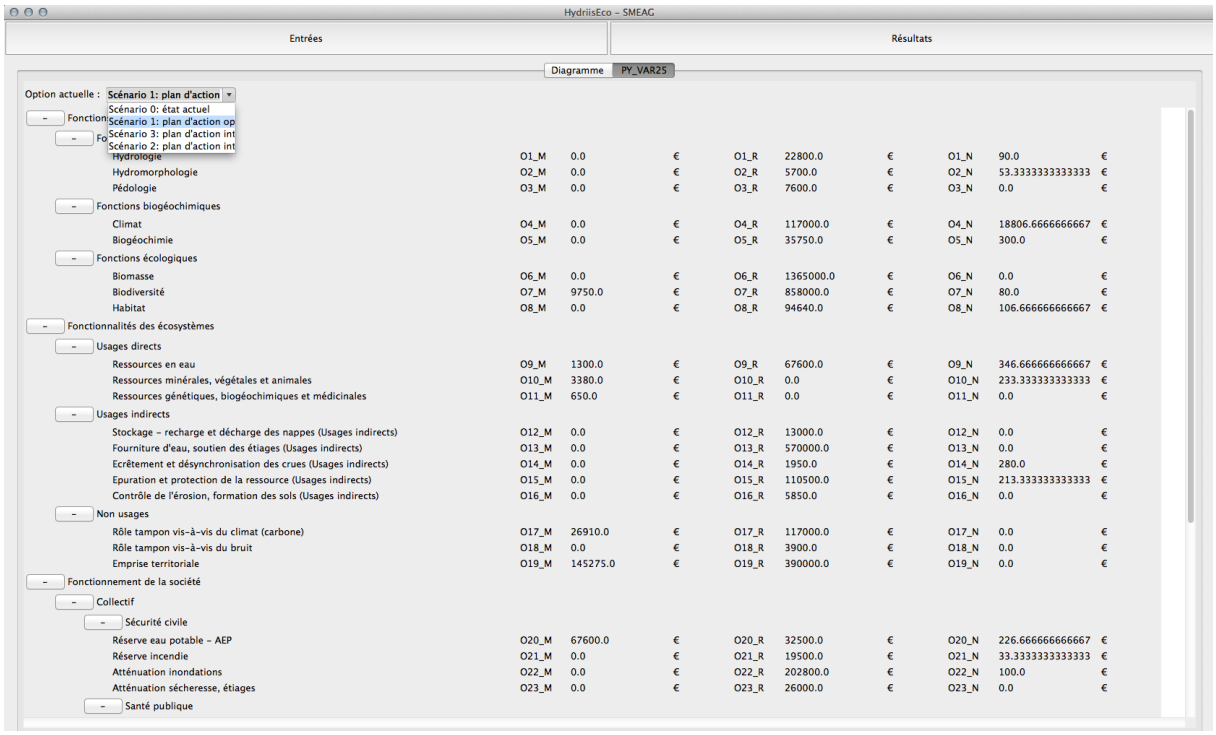


Figure 27. Sortie synthétique de l'évaluation des scénarios

2.3.3. SORTIE DETAILLEE POUR INFORMATION TECHNIQUE

Cette sortie détaillée donne les résultats de l'évaluation pour chacun des scénarios selon la nomenclature valeur monétaire/ valeur reconstruite / valeur non monétaire.



Hydrologie	O1_M	0.0	€	O1_R	22800.0	€	O1_N	90.0	€
Hydromorphologie	O2_M	0.0	€	O2_R	5700.0	€	O2_N	53.3333333333333	€
Pédologie	O3_M	0.0	€	O3_R	7600.0	€	O3_N	0.0	€
Fonctions biogéochimiques									
Climat	O4_M	0.0	€	O4_R	117000.0	€	O4_N	18806.6666666667	€
Biogéochimie	O5_M	0.0	€	O5_R	35750.0	€	O5_N	300.0	€
Fonctions écologiques									
Biomasse	O6_M	0.0	€	O6_R	1365000.0	€	O6_N	0.0	€
Biodiversité	O7_M	9750.0	€	O7_R	858000.0	€	O7_N	80.0	€
Habitat	O8_M	0.0	€	O8_R	94640.0	€	O8_N	106.666666666667	€
Fonctionnalités des écosystèmes									
Usages directs									
Ressources en eau	O9_M	1300.0	€	O9_R	67600.0	€	O9_N	346.666666666667	€
Ressources minérales, végétales et animales	O10_M	3380.0	€	O10_R	0.0	€	O10_N	233.333333333333	€
Ressources génétiques, biogéochimiques et médicinales	O11_M	650.0	€	O11_R	0.0	€	O11_N	0.0	€
Usages indirects									
Stockage – recharge et décharge des nappes (Usages indirects)	O12_M	0.0	€	O12_R	13000.0	€	O12_N	0.0	€
Fourniture d'eau, soutien des étiages (Usages indirects)	O13_M	0.0	€	O13_R	570000.0	€	O13_N	0.0	€
Ecrêtement et désynchronisation des crues (Usages indirects)	O14_M	0.0	€	O14_R	1950.0	€	O14_N	280.0	€
Epuration et protection de la ressource (Usages indirects)	O15_M	0.0	€	O15_R	110500.0	€	O15_N	213.333333333333	€
Contrôle de l'érosion, formation des sols (Usages indirects)	O16_M	0.0	€	O16_R	5850.0	€	O16_N	0.0	€
Non usages									
Rôle tampon vis-à-vis du climat (carbone)	O17_M	26910.0	€	O17_R	117000.0	€	O17_N	0.0	€
Rôle tampon vis-à-vis du bruit	O18_M	0.0	€	O18_R	3900.0	€	O18_N	0.0	€
Emprise territoriale	O19_M	145275.0	€	O19_R	390000.0	€	O19_N	0.0	€
Fonctionnement de la société									
Collectif									
Sécurité civile									
Réserve eau potable – AEP	O20_M	67600.0	€	O20_R	32500.0	€	O20_N	226.666666666667	€
Réserve incendie	O21_M	0.0	€	O21_R	19500.0	€	O21_N	33.3333333333333	€
Atténuation inondations	O22_M	0.0	€	O22_R	202800.0	€	O22_N	100.0	€
Atténuation sécheresse, étiages	O23_M	0.0	€	O23_R	26000.0	€	O23_N	0.0	€
Santé publique									

Figure 27. Sortie détaillée de l'évaluation des scénarios

Acceptables Avenirs - SAS au capital de 50.000 Euros - RCS Toulouse 523 470 615
815 avenue la Pyrénéenne, Bâtiment Prologue 1, 31670 Labège - Tél. : +33(0)5 61 28 00 36 - Fax : +33(0)5 61 00 44 01

3. COMMENTAIRES ET PERSPECTIVES

3.1. EVOLUTION DES FONCTIONNALITES

Certaines fonctionnalités ont été formulées par le SMEAG. Elles ont été intégrées ont spécifications fonctionnelles de l'outil sans pour autant faire l'objet d'un développement spécifique dans le cadre du projet.
En tant que potentiel utilisateur de l'outil d'évaluation socioéconomique le SMEAG a évoqué la possibilité d'effectuer une sélection pour les rubriques de sortie à analyser. Cette évolution est tout à fait envisageable. Elle permettrait effectivement de cibler l'argumentaire pour la négociation d'un plan d'action sur certaines rubriques présentant un intérêt particulier.

L'outil d'évaluation socioéconomique a également vocation à être couplé avec le modèle hydrologique. En effet, les sorties de l'outil de simulation hydrologique constituent des entrées potentielles pour tester la robustesse (en terme de valorisation) des scénarios d'aménagement dans différentes configurations hydroclimatiques. Les projections climatiques prises en compte au travers des débit permettent de projeter des surfaces de zones humides et donc d'intégrer ces surfaces simulées dans les données d'entrées de l'outil d'évaluation socioéconomique.
Les deux configurations possibles pour le couplage sont :

- aménagement/ingénierie écologique : surfaces de zones humides ;
- changement climatique (variation des débits).

A noter également que l'outil d'évaluation socioéconomique a été construit de manière a pouvoir effectuer des simulations à différentes échelles de territoire et selon différentes configurations de zones humides. Cela rejoint les perspectives évoquées pour le simulateur hydrologique.

3.2. INTERFACE UTILISATEURS

Les sorties de l'outil répondent aux besoins exprimés par le SMEAG pour les accompagner très en amont dans la définition du leur programmes d'actions de restauration et apporter un appui dans l'argumentaire en phase de négociation.
D'un point de vue plus opérationnel, la mise à disposition de l'outil d'évaluation nécessite encore du temps de développement pour définir une interface adaptée aux pratiques de l'utilisateur. Le SMEAG a potentiellement besoin de maîtriser le fonctionnement de l'outil et de pouvoir le mobiliser de manière réactive afin de tester différentes hypothèses aux moments clés des projets et pouvoir répondre au coup par coup aux sollicitations des élus.

Pour cela, il convient de poursuivre la collaboration pour expliciter la configuration des interfaces afin que ces dernières s'intègrent au mieux aux méthodes et à l'environnement de travail des utilisateurs de l'outil d'évaluation.

Acceptables Avenirs - SAS au capital de 50.000 Euros - RCS Toulouse 523 470 615
815 avenue la Pyrénéenne, Bâtiment Prologue 1, 31670 Labège - Tél. : +33(0)5 61 28 00 36 - Fax : +33(0)5 61 00 44 01

RESULTATS

Plateforme Web

1. PRESENTATION

La plateforme web hydriis est un ensemble de solutions d'évaluation et d'aide à la gestion des milieux humides de bordures de cours d'eau et de plaines alluviales. Hydriis est au service des gestionnaires de l'eau, des bureaux d'études, des collectivités territoriales et des maîtres d'ouvrage de projets d'aménagement ou de restauration.

Les solutions Hydriis vous permettent de cartographier les milieux humides et d'analyser les enjeux socio-économiques.
Hydriis simule l'impact des modifications climatiques ou des aménagements sur les milieux humides.
Les solutions Hydriis fonctionnent à partir de deux modèles, un modèle hydrodynamique et un modèle d'évaluation socioéconomique.
Le simulateur hydro (lot 1) délivre des informations sur les vitesses de circulation des eaux et les hauteurs d'eau dans les rivières et les nappes, ainsi que sur la saturation en eau des sols.
Le modèle socio-éco (lot 2) identifie et évalue les impacts socioéconomiques de tout projet au sein des plaines alluviales.

Acceptables Avenirs - SAS au capital de 50.000 Euros - RCS Toulouse 523 470 615
815 avenue la Pyrénéenne, Bâtiment Prologue 1, 31670 Labège - Tél. : +33(0)5 61 28 00 36 - Fax : +33(0)5 61 00 44 01

En complément, un support dynamique pédagogique et convivial vous aide dans vos actions de sensibilisation et de formation à la gestion équilibrée de la ressource en eau et des milieux humides d'un territoire.

2. ENJEUX ET SOLUTIONS HYDRIIS

2.1. CARTOGRAPHIER LES MILIEUX HUMIDES

Vous devez identifier la présence de milieux humides ou cibler vos analyses terrain de délimitation de zones humides.
Hydriis MAP cartographie les milieux humides et les probabilités de saturation en eau des sols en bordures de cours d'eau et en plaines alluviales, de façon rapide et fiable, sans relevé terrain, grâce à la simulation et avec peu de données d'entrée, notamment en fonction de données historiques de débits rivière (ou de hauteurs d'eau).
La notion de milieu humide est définie en fonction de paramètres modifiables de durée et de fréquence de saturation, de profondeur de nappe, et peut être couplée à la période de végétation pour définir les conditions d'hydrologie et de température favorables au développement de la végétation hygrophile.
Hydriis MAP permet ainsi de simuler les cartographies sur différentes périodes (historique ou actuelle), et de les comparer entre elles.

2.2. PREVOIR LES EVOLUTIONS

Vous souhaitez évaluer l'évolution des milieux humides de bordures de rivière ou de plaines alluviales dans les années à venir suite aux changements climatiques.
Hydriis FORECAST permet de réaliser des prévisions sur l'évolution des milieux humides et des probabilités de saturation des sols en eau en bordures de cours d'eau et en plaines alluviales, suite aux changements climatiques (évolution des températures ou des débits rivière).

2.3. ANTICIPER LES IMPACTS DES PROJETS

Vous souhaitez évaluer l'impact de vos futurs aménagements sur les milieux humides de bordures de rivière ou de plaines alluviales.
Hydriis FORECAST cartographie les milieux humides suite à ces aménagements (bases de loisirs, gravières, industries, voies de transports, enrochements, méandrages, ...), simule les champs de vitesse autour de ces aménagements et évalue les niveaux de saturation.
Hydriis ECO évalue les impacts socio-économiques du projet en mesurant les dommages monétaires et non-monétaires.

2.4. AIDER A LA CONFORMITE DES PROJETS EN MILIEUX HUMIDES

Vos projets d'infrastructures sont susceptibles de modifier le fonctionnement des milieux humides de bordures de rivière ou de plaines alluviales. Vous devez protéger, aménager, restaurer des milieux humides tout en conservant leurs fonctionnalités.
Hydriis FORECAST simule les impacts d'aménagements sur le fonctionnement hydrologique des milieux humides concernés. Hydriis ECO évalue les impacts socio-économiques du projet en mesurant les dommages monétaires et non-monétaires. La prise en compte des valeurs

Acceptables Avenirs - SAS au capital de 50.000 Euros - RCS Toulouse 523 470 615
815 avenue la Pyrénéenne, Bâtiment Prologue 1, 31670 Labège - Tél. : +33(0)5 61 28 00 36 - Fax : +33(0)5 61 00 44 01

non-monétaires permet d'intégrer les attentes des parties prenantes et d'éviter ainsi pour le projet des retards voire des blocages.

Hydriis permet de tendre vers la conformité des projets par la définition de solutions optimales qui respecteront les fonctionnalités hydrologiques, les contraintes économiques et qui recueilleront l'adhésion des riverains, des collectivités, des associations et des services de l'Etat.

2.5. SENSIBILISER & FORMER

Vous souhaitez sensibiliser ou former des professionnels, des étudiants ou un plus large public, aux interactions entre les activités humaines et le fonctionnement des milieux humides, ainsi qu'aux enjeux associés.

Dans Hydriis CITY, le joueur prend conscience des enjeux associés aux écosystèmes uniques que sont les milieux humides, en considérant leur rôle dans le régime et la qualité des eaux.

Il prend la mesure des nombreuses interactions entre le fonctionnement de ces milieux humides et les activités humaines, et de l'intérêt d'une gestion harmonieuse du territoire par l'ajustement permanent de l'équilibre entre les attentes de la société et la réponse de l'environnement.

3. TELECHARGEMENT DE DONNEES MILIEUX HUMIDES

Un onglet « Démo en ligne » permet aux utilisateurs de télécharger des données sur les milieux humides à fort potentiel pour les périodes 1973-1982 et 2004-2013, dans certains tronçons de la Garonne et de l'Adour. Pour cela, il suffit de sélectionner les communes qui nous intéressent et de renseigner son adresse email puis valider afin d'accéder à la page de téléchargement des données (formats kml et geojson).

Acceptables Avenirs - SAS au capital de 50.000 Euros - RCS Toulouse 523 470 615
815 avenue la Pyrénéenne, Bâtiment Prologue 1, 31670 Labège - Tél. : +33(0)5 61 28 00 36 - Fax : +33(0)5 61 00 44 01