# Travaux Connexes

Marc-André Blais.

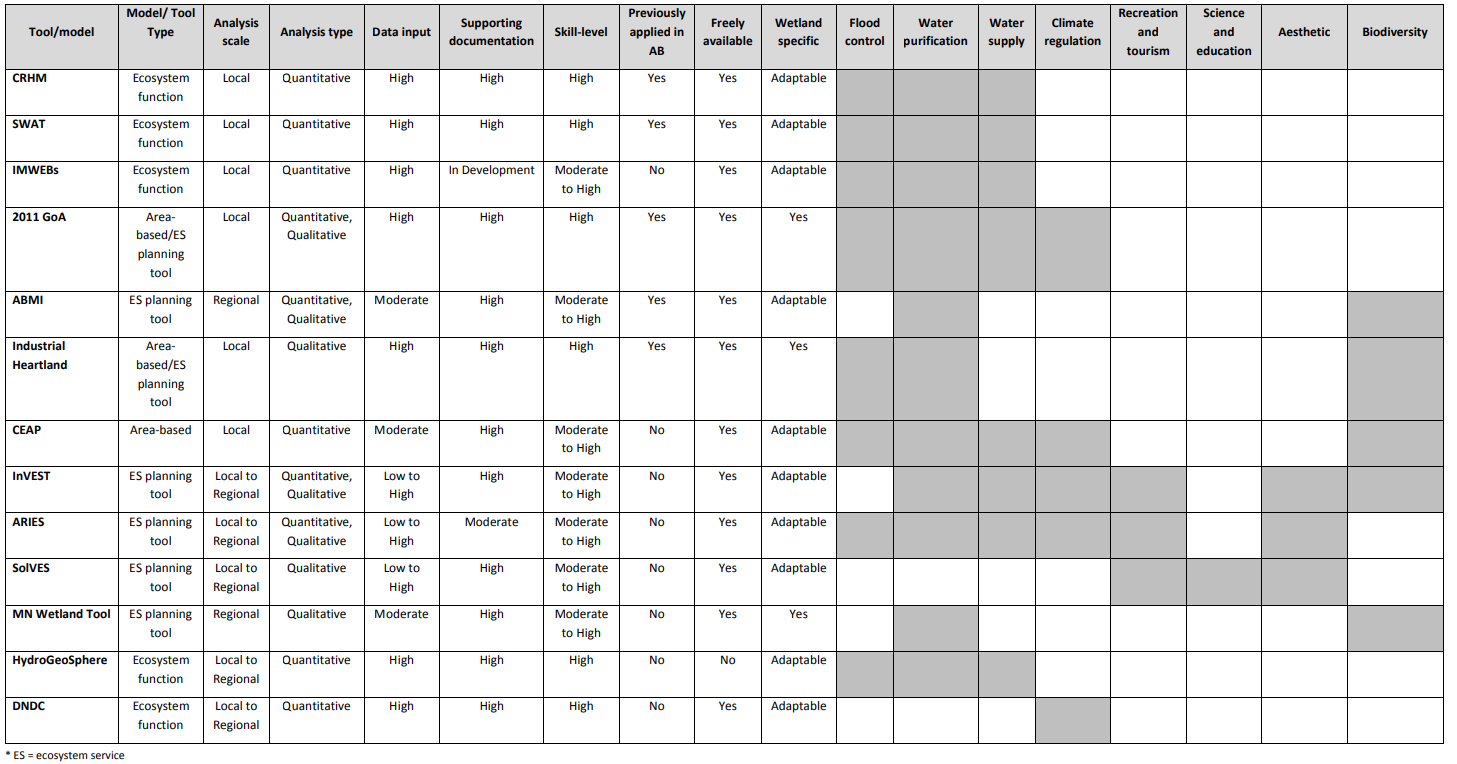
# Wetlands and their Benefits: Review and Synthesis of Tools and Models Assessing Wetland Function and Ecosystem Services

Dans cette revue, les auteurs se sont concentrés sur huit services écosystémiques de régulation, culturels et de soutien. Leurs données proviennent de milieux humides dans la province d’Alberta. Les huit services consistent de la lutte contre les inondations, de la **purification de l'eau**, l'approvisionnement et le stockage de l'eau, la **régulation du climat**, les loisirs et le tourisme, la science et l'éducation, l'esthétique et la biodiversité. Ils se sont aussi concentrés sur 13 outils et modèles lors de leur revue. Chaque outil avait différents niveaux de documentations, types de données, mise à l’échelle et autres critères. Ils ont trouvé que les outils tel que “CRHM et HydroGeoSphere” requièrent des données plus intensives. Pour les systèmes de planifications (Minnesota Wetland Tool et InVEST) fournissent une meilleure approche pour comprendre les services écosystémiques. Pour les gestions d’eaux, ils ont trouvé que divers types d’outils peuvent être utiles (CRHM, CEAP, IMWEBs). Pour la régulation du climat, tel que la séquestration du carbone, peu d’outils ont été développé (GoA meilleure approche). Finalement, pour les services culturels, trois outils pertinents ont été trouvé (InVEST, ARIES, and SolVES). Ils ont aussi trouvé 7 reccomendations, 8 indicateurs de priorités et 6 considérations essentielles pour le développement d'une application réussie des services écosystémiques.

Outils pour purifications des eaux: CRHM, SWAT, IMWEBs, GoA Pilot, ABMI, Industrial Heartland, CEAP, InVEST, **ARIES**, MN

Outils pour stockage de l’eau: CRHM, SWAT, IMWEBs, GoA Pilot, InVEST, **ARIES**, HydroGeoSphere

Outils pour la régulation du climat: GoA Pilot, CEAP, InVEST, **ARIES**, DNDC



### Outils pour purifications des eaux

##### CRHM

##### Cet outils est en cours de développement et n’a présentement pas de fonctions pour la purifications des eaux.

##### SWAT

Cet outil peut être utilisé pour modéliser les services d’eaux mais est limité car il englobe les services basés sur la quantité d'eau et la qualité de l'eau (regrouper toutes les zones humides dans un sous-bassin).

##### IMWEBs

Cet outil à des fonctions pour la purifications des eaux tels que la séquestrations des nutriments et la capacité de rétentions des eaux. Ceci est basé sur le type de millieux humides et l’utilisation des zones entourantes.

##### GoA Pilot

C’est un outil basé sur la prufications des eaux mais n’utilise pas les zones agricoles comme polluant (outil IH utilise). Cepedant cet outil utilise des données très simple et est relativement facile à utiliser.

##### ABMI

Cet outil est prioritairement utilisé pour identifier les sources de polluants, les zones important pour enlever les polluants et les impascts sur les utilisateurs des eaux. Cet outil est modélisé sur InVEST mais il n’a pas de paramètre spécifique aux millieux humides, aucune spécifications de types et ne prend pas en compte de la gelé.

##### Industrial Heartland

Cet outil utilise plusieurs facteurs pour déterminer le potentiel d’un millieu humide pour la séquestration de nutriments. Cependant cet outil utilise une métrique qualitative ce qui peut permet d'introduire des jugements.

##### CEAP

L'outil CEAP contient un modèle de réduction des sédiments et des nutriments, mais il s'agit principalement d'un modèle d'érosion du sol. Ce modèle conviendrait si les charges de sédiments sont intéressantes pour l'évaluation de la purification de l'eau, mais il n'est pas idéal pour mesurer les nutriments. mais il n'est pas idéal pour mesurer les nutriments.

##### InVEST

Cet outil propose un modèle de livraison des nutriments pouvant être utilisé pour évaluer les services écosystémiques de purification de l'eau des zones humides. Cependant, il n'est pas spécifiquement conçu pour les zones humides et les modélise plutôt comme des sources de nutriments avec une efficacité de rétention élevée. Bien que le modèle permette de modifier les valeurs des sources de nutriments et de l'efficacité de rétention, il n'est pas adapté à la livraison des nutriments dans les zones humides des prairies, où la plupart des nutriments sont livrés pendant le ruissellement printanier, principalement sous forme dissoute. Adapter le modèle nécessiterait une compréhension approfondie de celui-ci. Malgré cela, cet aspect du modèle pourrait être utile dans une perspective de planification, mais son application nécessiterait une étude approfondie de la littérature.

##### **ARIES**

Cet outil a un modèle de modélisation des sédiments mais aucun pour les nutriments. Dut au manque de documentation cet outil n’a pas été exploré en profondeur.

##### MN

Cet outil à été créer pour prioritizé les zones pour de la restoration et celui-ci doit être modifié pour des nouvelles zones.

### Outils pour régulation du climat

##### GoA Pilot

Pour la séquestration du carbone, cet outil est basé sur la zone du millieu humide et require de l’information sur sa classe. Il peut être utilisé pour analyser des données anciennes ou accéder aux réserves courantes.

##### CEAP

Pour cet outil, la séquestration à été déterminer à partir des données sur le carbone organique du sol (SOC) et les composés organiques volatils. Cet outil est similar à GoA mais utilise aussi des données sur l’utilisation des sols. Bien que ceci pourrait être utile, CEAP utilise des données moins détaillé (limite de profondeur) que l’outil GoA.

##### InVEST

Cet outil sépare la séquestration en quatre réserves : la biomasse aérienne, la biomasse souterraine, le sol et la matière organique morte. Ce modèle est utilisable sur seulement certain réserves ce qui le adaptable. Ce modèle ne peut pas prédire comment le carbone s'accumule dans un seul type de terrain au fil du temps mais il montre comment le stockage de carbone change lorsque l'utilisation des terres est modifiée. Ceci nécessite une base de donnée précises de l'utilisation des terres pour de meilleurs résultats.

##### ARIES

ARIES à un modèle pour la composante de modélisation de la séquestration et du stockage du carbone mais sa complexité liée aux nombre de données requis et une documentation faible rend ce modèle difficile d’utiliser.

##### DNDC

DNDC est un modèle basé sur les processus de la biogéochimie du carbone et de l'azote dans les zones humides. Il représente beaucoup processus (dynamique de la nappe phréatique, croissance des mousses et des plantes herbacées, processus biogéochimiques du sol) qui s'appliquent aux zones humides des prairies. La validation sur le terrain du modèle n'a pas été complétée pour les zones humides des dépressions. Le modèle est très détaillé et demande beaucoup de données, ce qui rend le DNDC difficle à utiliser.

# ARIES

ARIES fournit une plateforme de modélisation capable de composer des modèles de services écosystémiques complexes à partir d'une collection de modèles spécifiés par l'utilisateur. Deuxièmement, une fois définis et composés, les modèles ARIES peuvent être accessibles et exécutés à distance via n'importe quel navigateur web, avec toutes les calculs gérés par un serveur. Troisièmement, les modèles de services écosystémiques de niveau supérieur dans ARIES sont conçus pour propager l'incertitude dans toutes leurs calculs. Enfin, ARIES prend explicitement en compte la dynamique spatiale complexe des services écosystémiques. Cet outils à plusieurs modèles pour représenter diverse services mais notre sujet d’intérêt est la séquestration/stockage du carbone et la régulation de sédiments. Dans les deux prochaines sections nous allons analyser ces deux services dans cet outil.

Ce logiciel est capable d’être utilisé gratuitement à l’aide d’un explorateur basé sur le web. Cependant plusieurs données sont manquantes pour la région du Nouveau-Brunswick et pour le Canada en général. Certaines données générales mondiales sont disponibles tels que l’élévation. ARIES offre aussi le logiciel pour les gens qui veulent produire un système spécifique à des régions. Ceci aide les chercheurs à utiliser des outils pour importer des données spécifiques aux régions pour adapter le logiciel à ceux-ci.

Nous avons exploré la version consommateur et la version productrice du logiciel. Comme mentionné, la version consommateur est très limité dans ce qui est offert pour la région qui nous intéresse. Pour ce qui concerne la version productrice du logiciel, celle-ci consiste d’un niveau supérieur de complexité. Comprendre comment fonctionne ce logiciel require un niveau de compréhension intensif et beaucoup de documentions. Cepedant il serait intéressant d’explorer cet outil.

#### Séquestration/stockage du carbone

Dans les modèles pour la Séq/Stock du carbone, ARIES divise la carbone en deux sorte. La première est des **sources** tandis que la deuxième sorte sont des **puits**. Les sources sont les zones qui absorbent du carbones tandis que le puits sont des zones à risque de relacher du carbone. Ils soustraient le carbon des puits des carbones de sources pour pouvoir calculer la quantité de carbone net disponible pour compenser les émissions humaines. Dans les modèles pour la modélisation du carbone, la séquestration est considérée comme un débit (tops C/ha-yr), tandis que le stockage est calculé comme un stock (tons C/ha). ARIES modélise la différence entre la séquestration et la libération du carbone avec de données et des modèles bayésien pour remplir les données manquantes. Plusieurs modèles locaux (Madagascar, 4 É-U) peuvent être utilisé et mis à l’échelle pour des régions plus grandes. Dépendant des régions, ARIES utilisent des données spécifique à chaque région (évapotranspiration, ).

ARIES utilise des modèles de réseaux bayésiens simples pour prendre en compte les différentes influences sur la séquestration du carbone, notamment la végétation, les sols et le climat. La construction de ces modèles consiste à définir la séquestration du carbone en fonction de variables intermédiaires (densité de la végétation [Le couvert végétal, l'état de dégradation de la forêt et le stade de succession] et le taux de séquestration) qui ont été trouvé dans des revues littéraires.

Pour les puits de carbone et leur modélisations, le calcul consiste à déterminer la libération du carbone stocké en fonction des niveaux de stockage du carbone dans la végétation et le sol, ainsi que du risque de déforestation et/ou d'incendie. Le carbone du sol est déterminé pa rdes facteurs tel que la pente, pH, densité de végétation, ratio de nitrate pour le carbone du sol, variations de températures pour le carbone de végétation. Similaire au modèle de séquestration, diverses zones ont été créer pour modèliser des régions. Les données manquantes sont interpollée à partir des données intermédiates. La sorties de ce modèle est le potentiel de libération du stock de carbone.

Le modèle de flux de carbone de ARIES analyze les intéractions entre séquestration et stockage du carbone et émissions anthropiques. Ceci est utile pour calculer le ratio du région en terme de source/puits de carbone.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Service | Séquestration/stockage du carbone | Proximité espace ouvert |
| **Type de prestation**  **Moyenne/unités**  **Échelle**  **Mouvement**  **Décroissance**  **Rival ?**  **Source**  **Soulever**    **Utilisation** | Approvisionnement  Tonnes de CO2 absorbées/émises  Global  Mélange atmosphérique  Aucun  Rival  Séquestration du carbone par la végétation et le sol  Libération du C stocké (incendie, change change d'affectation des sols)  Émetteurs de CO2 | Approvisionnement  Espace ouvert  Distance de marche  Simulation de marche  Gaussien  Non rival  Espaces ouverts urbaines  Obstacles  Valeur de la propriété |

#### Régulation des sédiments

Les modèles d’ARIES pour le sédiment peut être utilisé pour identifier les sources, les zones de dépôt et qui ont bénéfie ou sont négativement impacté. Ceci inclue une estimation des bénéfices des livraison des sédiments naturels et les conséquences de modifer celles-ci. Au-lieux d’utiliser une approach déterministique, ARIES propose une approach probabilistique. Les modèles sont les mêmes modèles régionaux que la séq/stock du carbone qui peuvent être utilisé pour des échelles plus grandes.

Pour les modèles de **sources,** ARIES utilise des facteurs tels que l'absence de végétation, la maturité végétative et l'érodabilité du sol. La maturité de la végétation, influencée par le type de végétation et le couvert végétal, affecte le ruissellement, qui est déterminé par les précipitations et la probabilité de tempête tropicale. L'érodabilité du sol est influencée par des facteurs tels que la texture du sol, la pente et le groupe hydrologique des sols. Cet enchevêtrement de données fais en sorte que prédire quel facteurs est plus important très difficile. L’analyse des pistes pourrais nous donner une solution pour trouver quel facteur est important.

Pour les modèles des **puits,** ARIES focus sur les zone ou les sédiments s’accumulent (e.g Réservoirs). Le modèle utilise la pente du cours d'eau, le couvert végétal de la plaine d'inondation, la largeur de la plaine d'inondation et la présence de barrages qui créent des réservoirs. Il ajuste aussi pour la diversité des infrastructure dépendant des régions.

Il a aussi un modèle pour prédire le flux et mouvements des sédiments et si une zone est une source/puit. Les modèles de flux cartographient le mouvement des sédiments à travers les cours d'eau, les plaines inondables et les réservoirs, en tenant compte de facteurs tels que la pente du cours d'eau, le couvert végétal de la plaine inondable et la présence de barrages.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Service | Régulation des sédiments | Approvisionnement en eau |
| **Type de prestation**  **Moyenne/unités**  **Échelle**  **Mouvement**  **Décroissance**  **Rival ?**  **Source**  **Soulever**  **Utilisation** | Provisionnement ou prévention  Sédiments (tonnes)  Bassin versant  Flux hydrologique  Aucun  Rival  Paysages le long des cours d'eau  Zones riveraines où les dépôts  se produit  Multiple | Eaux surface/souterraines (mm/an)  Bassin versant  Flux hydrologique, eaux de surface et souterraines  Aucune  Rival  Précipitations, infiltration et  Autres  Infiltration,évapotrans.,autres  Prélèvements d'eau de surface ou puits |

# [RBC Article](https://www.rbcwealthmanagement.com/en-ca/community/insights/rbc-tech-for-nature-artificial-intelligence-and-canadas-sensitive-wetlands)

Le Canada abrite environ 25 % des zones humides mondiales, mais nous risquons de perdre ces habitats plus rapidement que nous ne pouvons les mesurer. Les zones humides sont les écosystèmes les plus menacés de notre planète, disparaissant à un rythme trois fois plus rapide que les forêts. Ces zones sont cruciales aux fonctionnements écologiques tel que la séquestration du carbone la filtration d’eau.

Pour répondre à cette urgence, Ducks Unlimited Canada (DUC) utilise l'intelligence artificielle (IA) et l'apprentissage automatique pour cartographier certaines des zones humides les plus menacées du pays et identifier rapidement les besoins en matière de conservation avant qu'il ne soit trop tard. Ceci aide les chercheurs à mieux gérer les millieux humides.

Dans le cadre d'un projet soutenu par RBC Tech for Nature, DUC cartographie environ 30 000 kilomètres carrés d'habitats prioritaires en Alberta qui pourraient être envisagés pour le développement ou l'agriculture. Ils soulignent que le mappage manuel est très dispendieux et une solution ineffective au long terme.

Leur solution, basé sur l’IA et le ML utilise des images et des données LIDAR pour classifier des milieux humides. DUC à bâtit une base de données des milieux humides canadiens avec plus de 150 partenaires de conservations. Cette base de données est accessible à tous gratuitement.

[Leur service web](https://maps.ducks.ca/cwi/) offre des cartes avec de la segmentation des millieux humides. Ils offrent différentes classes de segmentation (bogs, fens, marshes, swamps, shallow/ow) au NB. Leur service offre une carte complète du NB et de plusieurs sections de diverses provinces. Cet outil est très intéressant et pourrait être utilisé pour développer un système de détection par image satellite.

## [Ecosystem Intelligence Platform](https://tnfd.global/tools-platforms/ecosystem-intelligence-platform/)

La Plateforme d'Intelligence des Écosystèmes (EI) est un outil de quantification qui fournit une analyse robuste au niveau du système des conditions de référence, des changements de scénarios et des impacts sur les écosystèmes. Ceci peut aider à mieux comprendre leur fonctionnement et la production de services écosystémiques. Les modules de la plateforme EI permettent aux utilisateurs de caractériser les performances initiales du site, de modéliser des scénarios de conception et de restauration et de comparer les performances aux conditions de référence. Ils offrent ainsi un outil pour aider les organisations à réduire les impacts négatifs et à identifier rapidement les bénéfices potentiels découlant de l'inclusion d'éléments régénératifs dans la conception des projets.

Le module de “sreening” est utilisé pour comprendre comment utile est un écosystème basé sur des données généralisé. Le but de ce module est de fournir un rapport précoce pour réduire les impacts négatifs de certains aspects.

Le module “design” est utilisé pour faire des décisions sur un site particulier à l’aide de donnée du site. Ceci peut être utilisé pour modéliser des changements.

La plateforme EI est conçue pour être globalement pertinente, facile à utiliser et à adapter aux avancées en intelligence artificielle/apprentissage automatique. Elle repose sur des données locales et un mix de données régionales et distantes, tout en mettant l'accent sur la répétabilité et la prise en compte de l'incertitude. Développée par des chercheurs spécialisés sur une période de plus de vingt ans, la plateforme EI bénéficie d'une approche collaborative et multidisciplinaire, ce qui en fait un outil idéal pour les analyses appliquées générant des résultats exploitables. Elle offre une gamme étendue de métriques personnalisables et une résolution évolutive pour répondre aux besoins d'analyse dans les environnements construits et naturels, tout en favorisant l'interopérabilité et l'adaptation aux avancées technologiques.

Cet outil n’est pas disponible gratuitement mais une période d’accès de 30 jours est disponible.

## [ai-remote-sensing-tools](https://eco-index.nz/ai-remote-sensing-tools)

Cette initiative exploite l'intelligence artificielle pour analyser des images satellites et aériennes à haute résolution, dans le but d'identifier et de surveiller les écosystèmes indigènes et leur évolution au fil du temps (New-Zealand). Le projet cherche à créer des outils efficaces produisant des résultats fiables, qui seront rendus librement accessibles tout en préservant la confidentialité et la souveraineté des données. La publication prochaine de détecteurs de zones humides souligne l'engagement du projet à fournir des ressources précieuses au public, en offrant à la fois des algorithmes (open to public) et des services analytiques pour aider à la gestion des zones humides et aux efforts de restauration. Cette approche qui s'appuie sur des méthodes de réseaux de neurones et sur la collaboration avec des experts des zones humides, promet d'améliorer la compréhension des écosystèmes des zones humides et d'éclairer les stratégies de conservation. Ceci peut aider aux systèmes écosystémiques tel que les milieux humides.

Cet outil est très nouveau et présentement pas disponible. Cependant il devrait être disponible à partir de Juin 2024.

## P[reserving-wetland-ecosystems-ai-innovations-for-world-wetlands-day](https://indiaai.gov.in/article/preserving-wetland-ecosystems-ai-innovations-for-world-wetlands-day)

L'intelligence artificielle aide à garder un œil sur les zones humides et à les protéger de facons automatique. Grâce à des trucs comme l'analyse des photos satellites et des algorithmes d’IA, on peut voir en direct si l'eau est propre, si les plantes poussent bien, et si les zones humides changent. Ça nous aide à vite réagir si on voit des problèmes comme la pollution ou des coupes d'arbres illégales. Il a aussi des algorithmes qui peut reconnaître les animaux et les plantes automatiquement en regardant des photos ou en écoutant les sons des zones humides. Ceci aide les scientifiques à suivre combien d'animaux il y a et à voir si les activités humaines les affectent. En utilisant des capteurs et des ordinateurs, on peut aussi mieux gérer l'eau dans les zones humides, ce qui est super important pour leur santé. La transparence sur les données (e.g comment ils sont utilisé) est crucial pour déveloper des bons algorithmes.

Aucun logiciel est offert ou présenté mais plutôt un article parlant du sujet de l’IA pour les milieux humides.

Scholar Articles

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Auteurs | Algo | TypeDonnée | Résulats |
| Jafarzadeh et al.  (**REVUE**) | Diverses (334 articles) | télédétection | Iintégration de données TD et de ML est jugée bénéfique pour la surveillance des zones humides et peut ouvrir de nouvelles perspectives de recherche. |
| Perry et al. (**REVUE**) | Diverses DL | Diverses \*Numériques\* | Les méthodes de deep learning ont une performance prédictive élevée dans divers contextes écologiques, offrant de nouvelles perspectives sur la dynamique des écosystèmes. |
| Rapinel et al. | Random Forest | Imagerie satellitaire à haute résolution, données de terrain géoréférencées | Une carte de la qualité des sols a été créée avec une précision PR-AUC de 0,76, mettant en évidence les limites graduées et le motif fin des zones humides. La carte binaire est significativement plus précise (score F1 de 0,75, précision globale de 0,67) que les cartes existantes. |
| Khatun et al.  \*utilisé pour observé l’effets des barrages\* | SVM, ANN, Bagging, RBF, M5P | Données de télédétection et de terrain | Les modèles de WHVS ont été optimisés par PSO et évalués par la courbe ROC. En pré-barrage, 8,13–14,58 % de la zone humide était classée comme très vulnérable, tandis qu'en post-barrage, cette proportion a augmenté à 21,23–50,58 %. Le modèle PSO-RBF est le plus performant. |
| Chang et al. | Modèles basés sur l'intelligence computationnelle | Données locales de capteurs et stations météorologiques | Les réseaux neuronaux artificiels ont montré des performances supérieures pour estimer le champ de vitesse dans les zones humides artificielles. |
| Granata et al. | Random Forest, Additive Regression of Decision Stump, Multilayer Perceptron, k-Nearest Neighbors | Mesures climatiques quotidiennes | Les modèles d'estimation de l'évapotranspiration basés sur l'intelligence artificielle ont montré une bonne précision, même avec un nombre réduit de variables d'entrée. Les modèles **Random Forest et k-Nearest Neighbors** ont légèrement surpassé les autres algorithmes. |
| Dunn. Et al.  \* change dans la couverture des zones humides\* | Algorithmes vision/traitements d’images | Imagerie satellites Landsat | Leur approche génère des graphiques présentant une vue multiséculaire des types de couverture biophysique des zones humides australiennes, en utilisant des données d'observation de la Terre sur 35 ans à une résolution de 30 mètres. |
| Hu et al. | MultiBoost artificial neural network (MBANN), rotation artificial neural network (RANN) | Données DEM et images Landsat 8 OLI | Les ANN améliorent significativement la classification des couvertures de zones humides, avec le RANN obtenant la meilleure précision globale (0,961) suivi du MBANN (0,942). Les méthodes d'ensemble sont également plus robustes à la réduction de la taille des données, à la variabilité des caractéristiques et au bruit des données par rapport aux méthodes traditionnelles telles que VGG11 et RF. |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

(Abstract FR only)

### [Remote sensing and machine learning tools to support wetland monitoring: a meta-analysis of three decades of research](https://www.mdpi.com/2072-4292/14/23/6104)

Malgré leur importance pour les services écosystémiques, les zones humides sont menacées par la pollution et le développement. Au cours des dernières décennies, un nombre croissant d'études sur les zones humides ont utilisé la télédétection (RS) pour surveiller scientifiquement l'état des zones humides et soutenir leur durabilité. Compte tenu de l'évolution rapide des études sur les zones humides et des progrès significatifs réalisés dans le domaine, cet article constitue une vue d'ensemble des études utilisant les méthodes RS dans la surveillance des zones humides. Il examine les publications de 1990 jusqu'au milieu de 2022, fournissant une enquête systématique sur les types de données RS, les outils d'apprentissage automatique (ML), les détails de publication (par exemple, auteurs, affiliations, citations et date de publication), les études de cas, les métriques de précision et autres paramètres d'intérêt pour les études sur les zones humides basées sur la RS en couvrant 344 articles. La combinaison de données RS et de techniques ML est jugée utile pour la surveillance des zones humides et les études multi-proxy, et elle peut ouvrir de nouvelles perspectives pour les études de recherche. Dans un paysage de zones humides en évolution rapide, l'intégration de plusieurs types de données RS et d'algorithmes ML est une opportunité pour faire progresser le soutien scientifique aux décisions de gestion. Cet article fournit un aperçu de la sélection des types de données ML et RS appropriés pour la surveillance détaillée des systèmes associés aux zones humides. Les conclusions synthétisées de cet article sont essentielles pour déterminer les meilleures pratiques en matière de gestion environnementale, de restauration et de conservation des zones humides. Cette méta-analyse établit des voies pour la recherche future et décrit un cadre de référence de base pour faciliter la recherche scientifique ultérieure en utilisant les derniers outils ML de pointe pour le traitement des données RS. Dans l'ensemble, le présent travail recommande que la durabilité des zones humides nécessite une politique d'utilisation des terres spéciale et des protocoles, réglementations et/ou législations pertinentes.

### [An outlook for deep learning in ecosystem science](https://link.springer.com/article/10.1007/s10021-022-00789-y)

Cet article examine l'utilisation de la télédétection et de l'apprentissage automatique dans la surveillance des zones humides, essentielles pour les services écosystémiques mais menacées par la pollution et le développement. Sur la période de 1990 à mi-2022, 344 études ont été analysées, mettant en lumière les types de données de télédétection, les outils d'apprentissage automatique, et les métriques de précision utilisées. L'association de ces méthodes permet une surveillance efficace des zones humides et ouvre de nouvelles perspectives pour la recherche. Les résultats synthétisés de cette méta-analyse sont cruciaux pour définir les meilleures pratiques en matière de gestion environnementale, de restauration et de conservation des zones humides, tout en établissant des pistes pour la recherche future. Malgré le débat suscité par l'apprentissage profond, il offre aux écologistes des écosystèmes des opportunités de prédiction et de compréhension dans l'ère du big data. Ces opportunités vont de l'amélioration des questions existantes à l'expansion de la portée des questions posées et à la découverte de nouvelles questions et capacités de traitement. Les modèles hybrides combinant apprentissage profond et modèles mécanistes offrent des opportunités spécifiques pour l'écologie des écosystèmes, bien que les méthodes d'apprentissage profond soulèvent également des débats sur la place des données, de la théorie et des modèles en science. Le défi pour les écologistes des écosystèmes est de concilier ces narratives concurrentes pour faire face à un environnement en rapide évolution.

### [National **wetland** mapping using remote-sensing-derived environmental variables, archive field data, and **artificial intelligence**](https://www.cell.com/heliyon/pdf/S2405-8440(23)00689-8.pdf)

Ce travail vise à cartographier les zones humides en France (continentale) en utilisant l'intelligence artificielle (IA) et des données environnementales dérivées de la télédétection et des archives de données de terrain. Un modèle de forêt aléatoire a été calibré à l'aide de la validation croisée spatiale, en utilisant environ 135 000 parcelles de sol ou de flore issues de bases de données d'archives, ainsi que des variables topographiques dérivées d'un modèle numérique de terrain aéroporté et d'une carte géologique. Le modèle a été validé à l'aide d'une stratégie d'échantillonnage expérimentalement conçue avec environ 3 000 parcelles collectées lors d'une enquête sur le terrain en 2021. La précision de la carte obtenue par le modèle (indice PR-AUC 0,76) met en évidence les frontières progressives et le motif fin des zones humides. Comparé à neuf cartes existantes, le modèle produit une carte binaire significativement plus précise (score F1 de 0,75, précision globale de 0,67). Cette approche et ses résultats revêtent une grande importance pour la planification spatiale et la gestion environnementale, car les cartes de qualité et binaire à haute résolution permettent des mesures de conservation plus ciblées pour soutenir la conservation de la biodiversité, la préservation des ressources en eau et le stockage du carbone.

### [Integrating remote sensing with swarm intelligence and **artificial intelligence** for modelling **wetland** habitat vulnerability in pursuance of damming](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1574954121001400)

L'article visait à examiner l'état de vulnérabilité de l'habitat des zones humides résultant de la construction de barrages. Des modèles d'état de vulnérabilité de l'habitat des zones humides (WHVS) pour les périodes pré et post-barrages ont été construits pour enquêter sur l'impact, et la différence a été évaluée. Seize paramètres hydrologiques, de composition des terres et de qualité de l'eau ont été utilisés pour modéliser le WHVS. Des algorithmes d'apprentissage automatique optimisés par intelligence de groupe tels que SVM (Support Vector Machine), ANN (Artificial Neural Network), bagging, radial basis (RBF) et M5P model tree ont été développés. L'efficacité des modèles a été évaluée à l'aide de méthodes statistiques telles que la courbe ROC (Receiver operating characteristics). Selon les modèles d'apprentissage automatique, 8,13 à 14,58 % de la zone dans la zone de frange des zones humides, les petites parcelles et les bordures étaient sous un état d'habitat de zones humides très vulnérable pendant la période pré-barrage. Pendant la période post-barrage, la région couverte par les franges et les zones humides à noyau petit et moyen a augmenté pour atteindre 21,23 à 50,58 %. Le modèle PSO-RBF a été identifié comme le meilleur modèle représentatif. Cette étude fournit une vaste base de données sur les conditions de l'habitat des zones humides, qui pourrait aider les décideurs à élaborer des plans de conservation et de restauration des zones humides.

### [Diagnosis of the **artificial intelligence**-based predictions of flow regime in a constructed **wetland** for stormwater pollution control](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1574954115000795)

La surveillance du champ de vitesse et des variations de niveau dans les environnements aquatiques hétérogènes, tels que les zones humides artificielles, est essentielle pour comprendre les schémas hydrodynamiques, la capacité d'élimination des nutriments et l'impact hydrographique sur l'écosystème de la zone humide. L'obtention de mesures de faibles vitesses représentatives de l'ensemble du système de zones humides peut s'avérer difficile, coûteuse, voire irréalisable dans certains cas. Les techniques de modélisation basées sur les données dans le régime de l'intelligence informatique peuvent fournir des prédictions rapides du champ de vitesse sur la base d'une poignée de mesures locales. Elles peuvent constituer un outil pratique pour visualiser la distribution spatiale et temporelle générale de l'ampleur et de la direction du débit avec une précision raisonnable dans le cas où les modèles hydrauliques habituels souffrent d'un manque d'informations de base et d'un temps d'exécution plus long. Dans cet article, une comparaison entre deux types de modèles d'intelligence informatique bio-inspirés, y compris la programmation génétique (GP) et les modèles de réseaux neuronaux artificiels (ANN), a été mise en œuvre pour estimer le champ de vitesse dans une zone humide artificielle (c'est-à-dire la zone de traitement des eaux pluviales dans le sud de la Floride) dans les Everglades, en Floride. Deux modèles ANN différents, comprenant l'algorithme de rétropropagation et la machine d'apprentissage extrême, ont été utilisés. L'étalonnage et la validation des modèles ont été effectués à l'aide de données collectées par un réseau local de capteurs composé de vélocimètres acoustiques Doppler (ADV) et de stations météorologiques. En général, les deux modèles basés sur l'ANN ont surpassé le modèle GP en termes de plusieurs indices. Les résultats peuvent améliorer les stratégies de conception et d'exploitation de systèmes de zones humides similaires.

### [**Artificial intelligence** based approaches to evaluate actual evapotranspiration in **wetlands**](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969719356487)

Les zones humides sont des écosystèmes extraordinaires et des régulateurs climatiques importants qui contribuent également à réduire les risques de catastrophes naturelles. Malheureusement, les zones humides régressent beaucoup plus rapidement que les forêts. La sauvegarde des zones humides nécessite également la connaissance de la dynamique qui contrôle l'équilibre hydrique de ces environnements. Par conséquent, une estimation précise de l'évapotranspiration dans les zones humides est une tâche essentielle.

Lorsque des données expérimentales adéquates sont disponibles, certains algorithmes issus de la recherche en intelligence artificielle représentent une alternative prometteuse aux techniques d'estimation les plus courantes.

Dans cette étude, à partir de mesures quotidiennes de variables climatiques telles que le rayonnement solaire net, la profondeur de l'eau, la vitesse du vent, l'humidité relative moyenne, la température maximale, la température minimale et la température moyenne, en utilisant les algorithmes Random Forest, Additive Regression of Decision Stump, Multilayer Perceptron et k-Nearest Neighbors, 24 modèles d'estimation, différents en termes de variables d'entrée, ont été développés et comparés. Les données ont été fournies par l'USGS. Elles ont été obtenues à partir d'un site de mesure dans les zones humides du comté d'Indian River, en Floride, en utilisant la technique de covariance des tourbillons.

La précision de ces modèles basés sur des algorithmes d'IA reste bonne même si le nombre de variables d'entrée est réduit de 7 à 3. Le rayonnement solaire net, la température moyenne et l'humidité relative moyenne ou les mesures de la vitesse du vent permettent d'obtenir un modèle d'estimation suffisamment précis. Random Forest et k-Nearest Neighbors sont légèrement plus performants que la régression additive, Decision Stump et Multilayer Perceptron. Les modèles analysés présentent dans la plupart des cas la précision la plus faible dans la plage 2-4 mm/jour, tandis que la précision la plus élevée est obtenue dans les plages 0-2 mm/jour et 6-8 mm/jour, à l'exception des modèles basés sur la régression additive, qui présentent des niveaux de précision similaires dans les différents sous-intervalles considérés.

### [**Artificial intelligence** classification of **wetland** vegetation morphology based on deep convolutional neural network](https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/nrm.12248)

Dans la détection de la morphologie de la végétation des zones humides (WVM) dans le monde réel, les grandes variations de la scène telles que celles dues au relief, à la végétation, à la lumière du soleil, aux conditions météorologiques et au ciel, ainsi que les réglages des paramètres de la caméra tels que la longueur focale et l'angle de prise de vue, nécessitent une technologie d'intelligence artificielle systématique et compliquée pour discriminer avec précision les objections inter et intra-classes des zones humides. Pour relever ces défis, nous avons introduit un modèle discriminant de niveau profond basé sur les réseaux neuronaux convolutionnels (CNN) pour classer les images des zones humides intertidales du port de DongZhai, alpines du lac Lashi, côtières de Yancheng et du plateau de Zoige en Chine. Une opération de convolution à 96 dimensions avec des noyaux de 11 × 11 × 3 a d'abord été appliquée aux images d'entrée redimensionnées de 227 × 227 WVM afin d'acquérir les caractéristiques morphologiques efficaces. Les couches de perceptron de l'unité linéaire rectifiée et de la normalisation par lots ont été utilisées dans la couche intermédiaire pour obtenir une meilleure propriété de propagation du gradient au cours du processus d'apprentissage. Les caractéristiques WVM ont été sous-échantillonnées par les réseaux de mise en commun afin de réduire les dimensions des neurones. La couche entièrement connectée est reliée à la sortie des couches convolutionnelles et de mise en commun pour obtenir les informations de haut niveau sur les espèces d'onde de masse pour la classification finale de l'onde de masse. La méthode de niveau profond basée sur le CNN a été comparée aux algorithmes traditionnels de niveau superficiel conçus pour les caractéristiques, à savoir la régression conditionnelle du maximum d'entropie, le perceptron multicouche et la machine à vecteurs de support. L'algorithme de niveau profond a montré une performance supérieure pour la détection des espèces de WVM, ce qui a fourni une routine alternative supérieure pour la classification précise de WVM par l'intelligence artificielle dans l'application de l'ingénierie écologique. Recommandations pour les gestionnaires de ressources - Le modèle d'intelligence artificielle proposé peut être utilisé pour aider efficacement les gens à comprendre les changements macroscopiques des éléments écologiques à partir des images de la morphologie de la végétation des zones humides. - Les résultats de la détection montrent la robustesse du modèle discriminatif, car il n'est pas affecté par les facteurs naturels complexes tels que le relief, la végétation, la lumière du soleil, le temps et le ciel, ainsi que par les facteurs humains tels que le réglage des paramètres de l'appareil photo (longueur focale et angle de prise de vue) dans une certaine mesure. - Le modèle de niveau profond basé sur le cadre de convolution en cascade peut être utilisé pour extraire des caractéristiques écologiques détaillées plus distinctives des images originales de la morphologie de la végétation des zones humides par rapport aux algorithmes de niveau peu profond utilisant une seule couche convolutive.

### [**Wetlands** insight tool: characterising the surface water and vegetation cover dynamics of individual **wetlands** using multidecadal Landsat satellite data](https://link.springer.com/article/10.1007/s13157-023-01682-7)

Les zones humides du monde entier fournissent des services écosystémiques cruciaux et sont soumises à des pressions croissantes provenant de multiples sources, notamment le changement climatique, la modification des régimes d'écoulement et d'inondation, et l'empiétement des populations humaines. Les archives d'imagerie satellitaire Landsat fournissent un registre d'observation unique sur la façon dont les zones humides ont réagi à ces impacts au cours des trois dernières décennies. Les informations stockées dans ces archives ont toujours été difficiles d'accès en raison de leur taille en pétaoctets et des difficultés à convertir les données d'observation de la Terre en mesures biophysiques pouvant être interprétées par les écologistes des zones humides et les gestionnaires de bassins versants. Cet article présente l'outil Wetlands Insight Tool (WIT), un flux de travail qui génère des tracés WIT présentant une vue multidécennale des types de couverture biophysique contenus dans les différentes zones humides australiennes. Le flux de travail WIT résume les données d'observation de la Terre sur 35 ans à une résolution de 30 m dans les limites d'une zone humide définie par l'utilisateur pour produire un tracé de série temporelle (tracé WIT) du pourcentage de la zone humide couvert par de l'eau libre, des zones d'eau mélangée à de la végétation ("humide"), de la végétation verte, de la végétation sèche et du sol dénudé. Nous comparons ces parcelles WIT avec les changements documentés qui se sont produits dans les zones arbustives de plaine inondable, les zones humides tourbeuses alpines et les zones humides lacustres et palustres, démontrant ainsi la capacité des observations par satellite à compléter la collecte de données au sol dans une gamme variée de types de zones humides. L'utilisation de parcelles WIT pour observer et gérer les zones humides permet d'améliorer la prise de décision fondée sur des données probantes.

### [Improving **wetland** cover classification using **artificial** neural networks with ensemble techniques](https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15481603.2021.1932126)

La classification de la couverture des zones humides découle de la nécessité de gérer et de protéger les sources de zones humides afin de décrire les paysages de zones humides. Il est important d'étudier des méthodes de classification améliorées pour obtenir des produits cartographiques de bonne qualité sur les zones humides. Cette étude examine et applique deux méthodes d'ensemble basées sur les réseaux de neurones artificiels (ANN), à savoir le réseau de neurones artificiels MultiBoost (MBANN) et le réseau de neurones artificiels de rotation (RANN), pour la classification de la couverture des zones humides, en prenant la zone humide de Zoige située sur le plateau Qinghai-Tibet, en Chine, comme zone d'étude de cas. Le RANN entraîne et combine divers RNA en construisant une série de matrices de rotation éparses, tandis que le MBANN est développé à partir de l'itération séquentielle en combinaison avec la technique d'échantillonnage parallèle. Seize caractéristiques liées à la couverture des zones humides ont été extraites à partir des données du modèle numérique d'élévation et des images Landsat 8 OLI. Le groupe de géométrie visuelle profonde (VGG11) et les forêts aléatoires (RF) ont été mis en œuvre à des fins de comparaison avec nos méthodes. L'évaluation de la capacité de classification montre que nos méthodes d'ensemble améliorent de manière significative l'ANN unique et surpassent le VGG11 et le RF. Le RANN donne la plus grande précision globale (0,961), suivi par le MBANN (0,942), le VGG11 (0,934), le RF (0,931) et l'ANN (0,916). Nous nous intéressons également à la robustesse du classificateur et l'évaluons, car elle reflète l'uniformité de la capacité de classification. Le RANN et le MBANN sont insensibles à la réduction de la taille des données, résistent à la variabilité des caractéristiques et ne sont pas influencés par le bruit des données. Dans l'ensemble, l'utilisation de techniques d'ensemble permet d'affiner la capacité de classification et la stabilité d'un seul ANN. Les résultats de cette étude attestent du rôle important de l'apprentissage d'ensemble, qui fournit un schéma prometteur pour la classification de la couverture des zones humides.