

## Mesure et cartographie de la biodiversité des lichens sur un territoire donné

### Thème

Thème 1 : La Terre, la vie et l'organisation du vivant.

### Note d'intention

Séquence permettant d'aborder le thème de la biodiversité des lichens avec reconnaissance, échantillonnage et la construction d'un SIG.

*La séquence présentée n'a pas vocation à être modélisante : elle propose une façon d'aborder cette partie du programme. Les durées proposées sont indicatives et selon les investigations menées des démarches différentes peuvent être envisagées.*

### Mots-clés

Lichen – Groupe - Espèce - Échantillonnage – Statistique - Tableur – SIG.

### Références au programme

Biodiversité, résultat et étape de l'évolution.

Les échelles de la biodiversité.

### Connaissances

La biodiversité spécifique diminue partout où la pression de sélection est forte. Ainsi les milieux pollués sont moins riches en nombre d'espèces, mais peuvent compter un grand nombre d'individus dans les populations des espèces tolérant cette pollution. Une mesure de la biodiversité peut être un indicateur de l'état de perturbation d'un écosystème et donc de la qualité de l'environnement.

### Compétences

- Pratiquer une démarche scientifique.
- Réaliser des observations, des tests chimiques, des mesures.
- Calculer des fréquences moyennes.
- Utiliser un tableur Excel partagé.
- Convertir un tableau de données en SIG.

## SOMMAIRE

<b>Objectif et scénario</b>	<b>3</b>
Documents possibles pour amorcer la séquence	3
Problématique(s)	3
Hypothèses envisageables	4
Stratégie pour répondre à cette problématique	4
<b>Déroulement de l'activité</b>	<b>4</b>
Déroulé de la première séance	4
Travail pour la séance suivante	5
Déroulé de la deuxième séance	5
Commentaires et transférabilité	6
<b>Documents ressources</b>	<b>7</b>
Document ressource 1 - Méthode de comptage	7
Choix des arbres	7
La grille de comptage	7
Renseignement du tableur partagé	8
Document ressource 2 - Du tableau de synthèse à Arcgis online	9
Le tableur	9
Arcgis online	10
Document ressource 3 - Superposition de couches de données	12
<b>Sitographie</b>	<b>13</b>
<b>Bibliographie</b>	<b>13</b>

Retrouvez éduscol sur :



## Objectif et scénario

Le programme indique que la notion de biodiversité doit être étudiée à travers un nombre limité d'exemples. Les lichens sont des êtres vivants présents en milieu urbain comme en campagne. Il est aussi facile de trouver des documents montrant que ces êtres vivants ont toujours intéressé l'être humain qui leur a trouvé et leur trouve encore aujourd'hui de nombreuses utilisations pour teindre, soigner et, plus récemment, estimer la qualité de l'air de son environnement. L'excellente application britannique « *Lichens* » conçue par *The Biological Record Centre's data*, témoigne de cet intérêt croissant pour les lichens et le développement des sciences participatives. En France, le muséum d'histoire naturelle encourage ces pratiques en proposant des protocoles de comptages de différents groupes (lichens, papillons, oiseaux...) sur le site de l'INPN (Inventaire National du Patrimoine Naturel). Ces dernières années, les SIG ont apporté de nouvelles potentialités pour représenter ces données sur des cartes. Il s'agit pour les élèves d'être acteurs de la construction d'un SIG<sup>1</sup> en partant de leurs propres données sur le terrain.

La séquence proposée nécessite deux séances espacées si possible d'un week-end pour le travail demandé à la maison (une collecte de données en reprenant la méthode travaillée lors de la première séance).

## Documents possibles pour amorcer la séquence

- Un extrait d'article sur les lichens tiré de l'agence nationale de la recherche → Ressource dans le passé (pour teindre, soigner...), mais aussi pour le futur (nouvelles molécules aux propriétés médicinales anticancéreuses par exemple).

**Objectif** : faire prendre conscience que le maintien d'une biodiversité est très important pour l'être humain.

- L'application en ligne « *lichens* ».

**Objectif** : montrer que les lichens sont utilisés comme bio-indicateurs de pollution, car certaines espèces sont très sensibles à la qualité de l'air et notamment aux polluants azotés (NOx).

- Une carte d'aménagement du territoire.

**Objectif** : montrer les caractéristiques géographiques de la région étudiée. Exemple : le Trégor côtier montre une certaine densité de population, mais assez peu d'exploitations agricoles par rapport au centre Bretagne, car l'économie est tournée principalement vers le secteur tertiaire. D'un autre côté, le site [marinetraffic.com](http://marinetraffic.com) permet de réaliser l'ampleur du trafic maritime en Manche et donc d'identifier une source non négligeable de pollution de l'air à proximité des côtes bretonnes.

## Problématique(s)

- La biodiversité lichénique est-elle différente entre les zones urbaines et les campagnes de notre territoire ?
- Comment rendre compte de la biodiversité lichénique sur un territoire donné ?

Retrouvez éduscol sur :



1. SIG (Système d'Informations Géographiques) : outil informatique permettant de représenter de manière cartographique différentes données à travers des couches superposables. La création de cartes et l'analyse géographique ne sont pas des procédés nouveaux, mais les SIG procurent une plus grande vitesse et proposent des outils sans cesse innovants dans l'analyse, la compréhension et la résolution des problèmes.

## Hypothèses envisageables

- La biodiversité serait sensiblement la même dans ce secteur géographique.

**Arguments** : les villes ne sont pas grandes et l'économie du Trégor côtier est tournée vers le secteur tertiaire essentiellement : l'environnement est donc peu pollué ; les vents dispersent rapidement les polluants...

- La biodiversité serait différente entre les zones urbaines et les campagnes, les bords de mer, les zones protégées (Parc naturel régional, zones Natura 2000, espèces protégées du conservatoire du littoral par exemple).

**Arguments** : certains lichens sont très sensibles aux oxydes d'azote dégagés par les moteurs diesel des voitures, des camions, mais aussi des très nombreux cargos qui naviguent en Manche.

## Stratégie pour répondre à cette problématique

- Réaliser des mesures sur le terrain pour quantifier la biodiversité en des endroits précis.
- Réaliser une carte pour comparer les résultats à chaque station : construction d'un SIG avec Arcgis online.

La méthode choisie pour le comptage est celle de Kirschbaum et Wirth, basée sur l'estimation de la biodiversité des lichens sur un territoire donné. Une grande diversité spécifique et la présence d'espèces sensibles à la pollution sont des indices de bonne qualité de l'environnement qui peut s'expliquer par la situation géographique, la densité de population, l'urbanisation, les pratiques agricoles, l'industrialisation, la vitesse des vents...

Ces paramètres peuvent être croisés avec les mesures de terrain pour expliquer les variations de la biodiversité sur un territoire. Les SIG sont des outils très efficaces dans la mesure où ils permettent de choisir des couches de données disponibles sur internet et de les superposer aux couches construites par les élèves.

## Déroulement de l'activité

### Déroulé de la première séance

**Problématisation** - 10 minutes

**Explications de la méthode de Kirschbaum et Wirth** -10 minutes

**Sortie dans l'environnement proche** de l'établissement pour appliquer la méthode (1 arbre par groupe de 2-3 élèves) – 40 minutes

Utilisation des clés de détermination et d'un test chimique simple (potasse et javel).

**Retour en salle pour le calcul des fréquences moyennes** de chaque espèce et la détermination de l'indice lichénique de la station « établissement » - 20 minutes

Le travail sur une station ne permet pas de répondre à notre problématique. Il faut étendre ce travail aux communes environnantes en choisissant des stations en campagne, au bord de la mer et en agglomération.

Retrouvez éduscol sur :



## Travail pour la séance suivante

Il s'agit de demander aux élèves de faire leur propre comptage chez eux (travail en groupe possible pour les élèves proches géographiquement) afin de multiplier les données sur un territoire plus vaste.

Deux possibilités pour le comptage sur le terrain :

- **Version papier du tableau** des fréquences de chaque espèce : l'élève devra reporter en classe ses chiffres dans un tableau Excel. Ne pas oublier de faire noter les coordonnées GPS de la station (en cas d'oubli, l'élève doit se rappeler de l'endroit de son observation et récupérer les coordonnées sur une carte en ligne).
- **Version numérique grâce à l'application Sheets** qui permet de remplir un tableur Excel partagé et de l'ouvrir sur une tablette ou un smartphone. Le fichier peut être préparé à l'avance par le professeur qui choisit les espèces à identifier en fonction du territoire. Une reconnaissance des principales espèces est indispensable pour éviter de rentrer des taxons que les élèves ne trouveront jamais !

Le fichier comporte autant d'onglets que de stations de comptage. Les élèves doivent choisir un onglet et nommer leur station par le lieu-dit ou le quartier où ils ont travaillé.

Le prélèvement d'un échantillon est envisageable pour les lichens difficiles à identifier, mais il faut le limiter au maximum dans un souci de préservation de l'environnement. La manipulation de produits chimiques ne peut s'envisager qu'en classe : il est important de le rappeler aux élèves. Les tests pourront être réalisés à la séance suivante sur les échantillons ramenés.

La prise de photo est à encourager, car elle n'est pas destructrice et permettra aux élèves de poursuivre leur travail d'identification en classe.

## Déroulé de la deuxième séance

**Mise en groupe des élèves** – 25 minutes. Les élèves se rassemblent par proximité géographique afin de mettre en commun leurs résultats pour une station donnée. Un temps est consacré à l'identification des espèces pour lesquelles un doute subsiste. Il n'est pas toujours nécessaire d'avoir le nom d'espèce : la famille peut suffire pour caractériser un lichen nitrophobe (exemple : Graphis). Mais la plupart du temps, il faut aller jusqu'à l'espèce, car il existe des taxons nitrophiles et nitrophobes dans un même groupe. Ce travail rigoureux est intéressant pour l'élève qui découvre la grande diversité des lichens. A l'issue de ce premier travail, chaque groupe doit avoir calculé la fréquence moyenne de chaque espèce et fait la somme de ces fréquences pour déterminer l'indice lichénique.

### Remarque

Le tableur partagé contient les formules permettant de calculer directement les fréquences, ce qui permet de gagner du temps sur le calcul des fréquences et de se concentrer sur l'identification des espèces à partir des photos et/ou des tests chimiques, la récupération des coordonnées géographiques et l'altitude de la station avec Google Earth.

Retrouvez éduscol sur :



**Création d'un nouveau fichier Excel** – 45 minutes. Chaque groupe ouvre un nouveau fichier Excel pour rentrer les coordonnées de la station étudiée (Latitude et longitude en nombres décimaux) ainsi que la fréquence des espèces nitrophiles, nitrotolérantes et nitrophobes. Le fichier est enregistré sous format CSV puis ouvert dans Arcgis online sous un seul et même compte (celui que le professeur a créé pour la classe). Les stations apparaissent au fur et à mesure sur la carte. Les élèves doivent alors observer le résultat de leur étude pour répondre à la problématique. Ils disposent de documents sur la qualité de l'air (fournis sur le site Prev'air) et d'un jeu de couches (cartes des sites naturels, des vents...) qu'ils peuvent superposer à leur production pour étayer leur raisonnement.

**Synthèse** – 25 minutes. Temps de synthèse écrite (ou oralisée). La production attendue dans chaque groupe peut être :

- un résumé de la méthode utilisée ;
- une comparaison des résultats ;
- une explication possible en fonction des paramètres locaux ;
- une critique constructive (choix des espèces d'arbres, beaucoup de lichens peu accessibles, car trop hauts dans l'arbre, 6 arbres : un minimum pour une étude statistique, risque de confusion élevé pour un débutant).

## Commentaires et transférabilité

L'intérêt pour l'élève de construire sa propre couche est de comprendre comment un SIG fonctionne, mais aussi et surtout de réaliser que la pertinence des données affichées sur la carte dépend à la fois de la rigueur de son travail sur le terrain et du traitement de ces données.

La reconnaissance des espèces de lichen requiert une grande rigueur dans l'observation et l'utilisation des tests chimiques. Une aide doit être apportée sur les critères de reconnaissance des principales espèces. Le vocabulaire spécifique est complexe (thalle, apothécies, soralies...) et ne constitue pas un objectif de connaissance. L'explication détaillée de la symbiose lichénique n'est pas nécessaire : elle peut faire l'objet d'une autre étude plus tard dans la scolarité.

La construction du SIG peut être envisagée de la même manière pour l'étude de la biodiversité d'autres groupes botaniques ou zoologiques. L'utilisation d'un tableur et l'approche statistique des comptages sont des capacités transversales qui participent à la maîtrise des TICE.

Les risques d'erreurs sont nombreux et doivent faire l'objet d'une critique constructive avec les élèves. Les informations apportées par chaque groupe doivent être précises pour discuter de la pertinence des résultats. Il serait intéressant de faire réfléchir les élèves à la liste des informations à collecter : pas seulement les noms des espèces, mais aussi le nom de l'arbre, le diamètre de son tronc, l'exposition choisie, l'altitude...

Retrouvez éduscol sur :



## Documents ressources

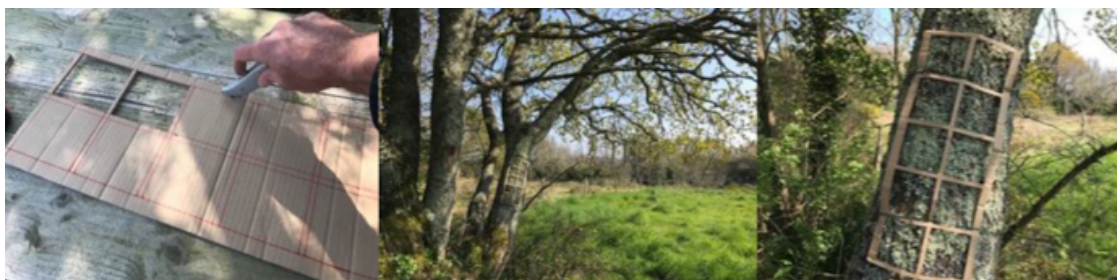
### Document ressource 1 - Méthode de comptage

#### Choix des arbres

1. Les arbres choisis doivent appartenir à la catégorie « Arbres à écorce acide » : chêne, charme, châtaigner, prunier, merisier, bouleau.
2. Le site doit présenter un minimum de 6 arbres de la même espèce ou du même groupe, soumis à de mêmes conditions.
3. Les arbres choisis doivent être isolés. Ainsi ils sont soumis à des mouvements d'air homogènes.
4. Le diamètre des arbres doit être de plus de 20 cm. En effet, la croissance des lichens est tellement lente que seuls les arbres âgés possèdent des colonies de lichens suffisamment développées.

#### La grille de comptage

La fréquence est calculée sur une surface de tronc de 0,1 m<sup>2</sup> : 10 carrés de 10cm de côté. La grille peut être construite en carton et renforcée par du scotch.



Photographies : Eric LACOUTURE

Dans le protocole proposé pour l'étude de la biodiversité lichénique, la surface minimale d'échantillonnage est de 0,1 m<sup>2</sup> de tronc, soit 10 carrés de 10 cm de côté. Le choix des arbres et de leur diamètre est très important : les lichens ont une croissance lente et sont sensibles à la pollution atmosphérique, mais aussi au pH, à la rugosité de l'écorce, son exposition...

Le site britannique Lichen préconise un autre protocole d'échantillonnage prenant en compte les troncs et les branches. La surface minimale est un rectangle de 50 cm sur 10 cm sur le tronc, mais il faut rajouter 2 m à 2 m 50 linéaires de branche.

Retrouvez éduscol sur :





Figure 3. Tree selection and sampling height.

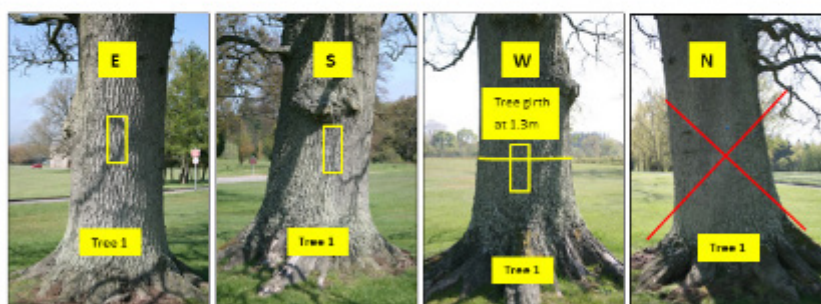


Figure 4. Selection of three aspects, east, south, west but not north.

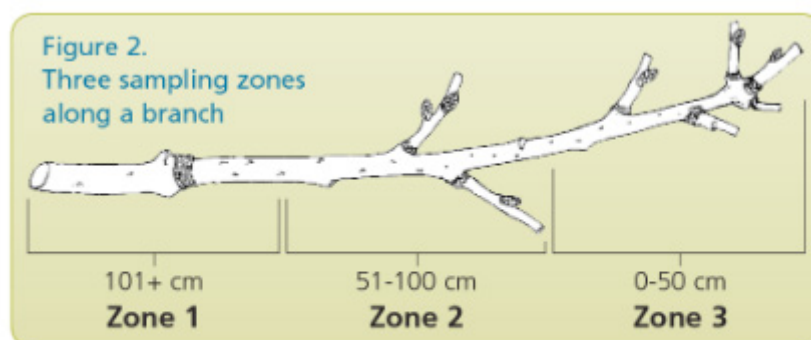


Figure 5. Three sampling zones along a branch.

Source : [Supplementary field manual, with recording forms, to be used in conjunction with the lichen-based index guide for determining nitrogen air quality](#)

### Renseignement du tableur partagé

L'application Sheets permet d'ouvrir un tableur partagé où figurent les noms et photos des principales espèces de lichens de la région et leurs critères de reconnaissance. Ce tableau de synthèse n'est pas une clé de détermination. Il rassemble les espèces communes que le professeur aura préalablement repérées dans la région. Elles sont classées en trois groupes : nitrophobes, nitrotolérantes et nitrophiles. Le choix est donc d'étudier le lien entre la biodiversité des lichens et la pollution par les oxydes d'azote (principaux rejets polluants des véhicules Diesel).

[Lien pour accéder au tableur<sup>2</sup>](#) et éventuellement l'adapter à sa région en rentrant d'autres taxons.

Retrouvez éducol sur :



2. La feuille de calcul est paramétrable. Il est possible de l'adapter à d'autres êtres vivants tout en conservant la démarche générale d'échantillonnage et de calculs.



The screenshot shows a spreadsheet with columns for species names (A-J) and rows for various data points. A bar chart at the bottom indicates air quality indices from 0 to 50.0, with categories: très élevée, élevée, moyenne, faible, très faible.

## Document ressource 2 - Du tableau de synthèse à Arcgis online

### Le tableur

Les élèves doivent rassembler les données dans un tableur en indiquant le lieu de la station, ses coordonnées GPS (en nombres décimaux) et toutes les précisions concernant la station. Le fichier est à enregistrer sous un format particulier : CSV pour Windows (Comma Separated Value).

J7	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Lieu dit de la station	Espèce choisie pour les lichens	Diamètre moyen	Surface	Latitude	Longitude	Fréquence des lichens nitrophobes	Fréquence des lichens nitroloévants	Fréquence des lichens nitrophiles
2	Beg Leguer	Quercus robur	42 cm	0,1 m <sup>2</sup>	46,74	-5,53	26,8		14,3

La quantification de la biodiversité amène l'élève à rassembler des données dans un **tableur** (Excel, Libre Office, Google Sheet...). Cet outil est la plupart du temps utilisé pour réaliser des représentations graphiques (histogrammes, courbes...). Dans l'exemple proposé, il permet d'obtenir un fichier CSV (Comma Separated Value) qui, ouvert dans un logiciel **SIG** (Système d'Information Géographique) comme Arcgis ou Qgis, va permettre une **représentation cartographique des données**.

« La **géomatique** est une discipline regroupant les pratiques, méthodes et technologies qui permettent de collecter, analyser et diffuser des données géographiques. L'objectif final de la géomatique est la représentation spatiale des données récoltées pour identifier, représenter et démontrer les résultats d'analyses statistiques. De ce fait, la géomatique apporte un nouvel axe d'analyse à vos données qui, jusqu'à présent, n'étaient analysées qu'en deux dimensions.

Logiquement, le terme géomatique provient de la contraction des termes géographie et informatique. La géomatique permet donc de tirer le meilleur parti de chacun de ces deux domaines. »

Source : Définition de la Géomatique par [esrifrance.fr](http://esrifrance.fr)

Retrouvez éducol sur :



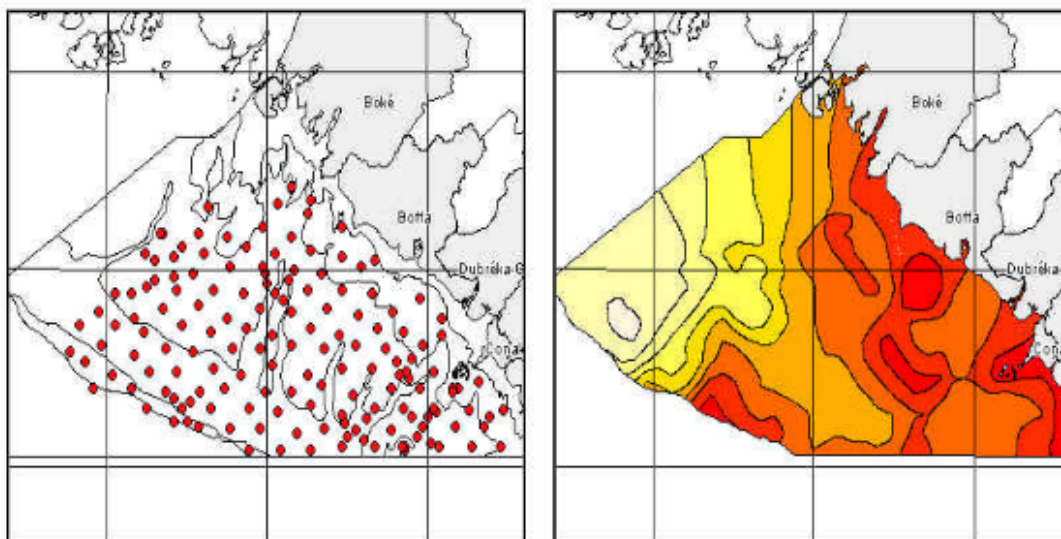
### Arcgis online

Arcgis est un logiciel propriétaire de la société française ESRI. Ce logiciel, développé par la société française ESRI est accessible en ligne<sup>3</sup> et permet aux élèves de réaliser des SIG simples et de disposer d'un fond de cartes pour croiser les données. Il faut au préalable s'enregistrer pour ouvrir un compte qui peut être partagé pour toute la classe. C'est la solution privilégiée dans l'activité présentée pour comparer les répartitions des lichens nitrophobes, nitrophiles et nitrotolérants.

Qgis est un logiciel Opensource qui permet de construire et d'exploiter des SIG. Il est cependant un peu compliqué à prendre en main pour des élèves de seconde dans le temps imparti pour traiter le sous-thème.

*« L'outil SIG permet de gérer et d'analyser les données sur les critères des bases de données (valeurs des attributs), et sur les caractéristiques spatiales des éléments géographiques en jeu. Les fonctionnalités des SIG sont opérationnelles si l'on dispose d'une bonne «couverture spatiale» des phénomènes que l'on étudie. »*

*« L'interpolation est un moyen de générer l'information aux points de l'espace non enquêtés, cela pour la cartographie et l'analyse en 2D du phénomène. Il s'agit de fournir un maillage adapté. Il est important de noter que l'interpolation, qu'elle soit déterministe ou probabiliste, est le résultat d'un traitement des données, qui permet leur exploitation dans un SIG. Les SIG intègrent de plus en plus souvent des fonctionnalités avancées d'interpolation ou des liens souples avec les outils adaptés (ArcView et module spatial de S+). On peut classer les méthodes d'interpolation en deux approches : l'approche déterministe, l'approche probabiliste. Les développements des réseaux neuronaux ont plus récemment abordé le problème de l'interpolation et fournissent une troisième approche. »*



Température de surface sur la ZEE guinéenne (saison sèche) (ref: Atlas des Pêches Maritimes de Guinée)

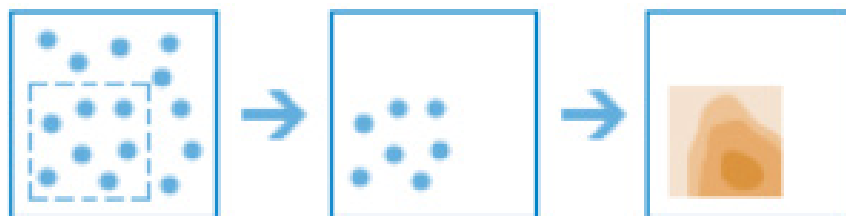
Source : [Statistiques et Interpolations dans les SIG](#)

Retrouvez éducol sur :



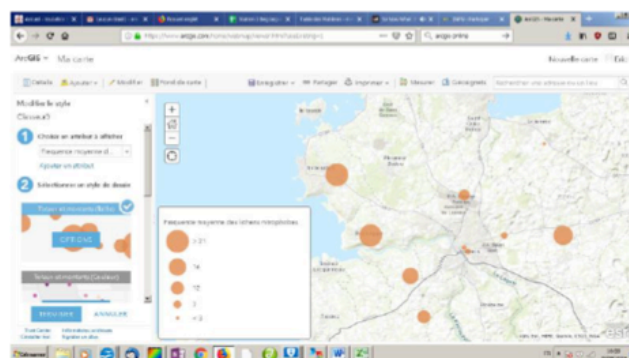
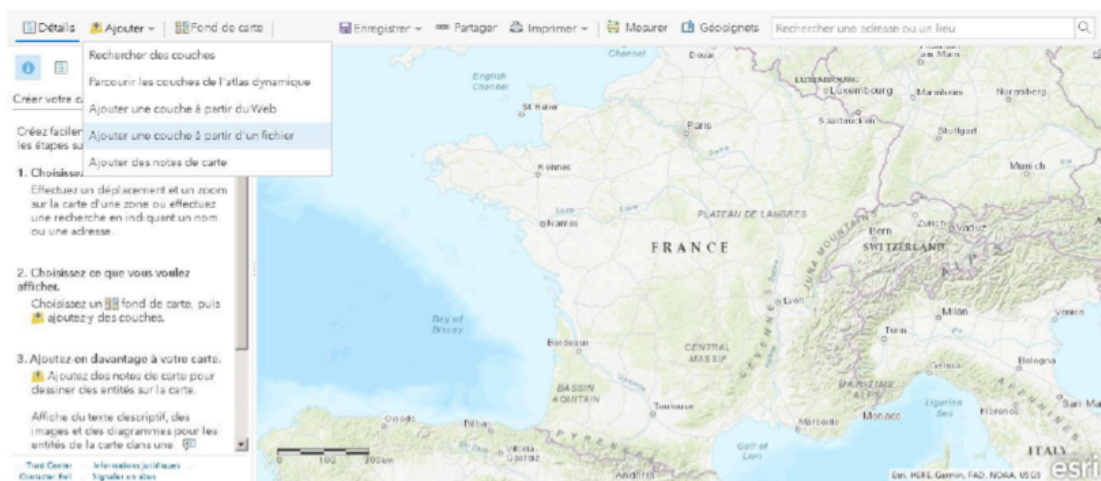
3. [Arcgis Online](#)

Arcgis online dispose d'un outil d'interpolation afin de prévoir les valeurs de nouveaux emplacements selon des mesures provenant d'un ensemble de points.



Source : [ArcGIS Online](https://www.arcgis.com/)

Chaque groupe ouvre son fichier CSV et visualise directement son point sur la carte grâce aux coordonnées GPS. Sa taille est proportionnelle aux valeurs rentrées et plusieurs modes de représentation sont proposés par le logiciel.

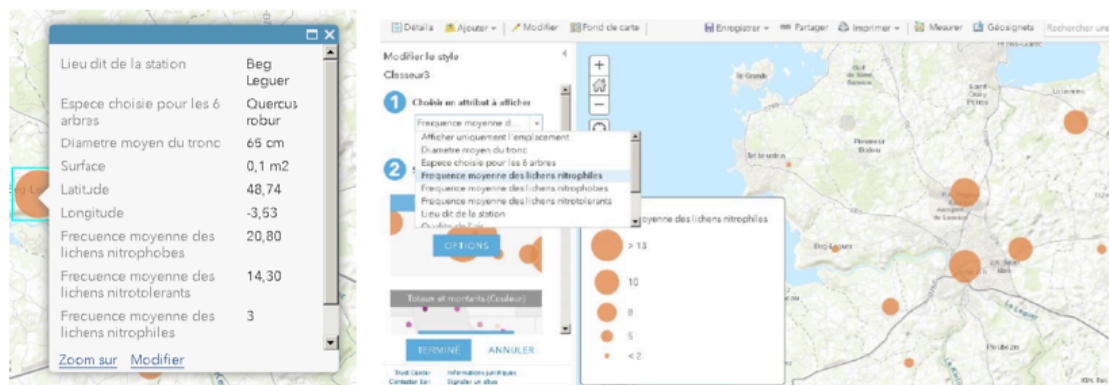


Retrouvez éducol sur :



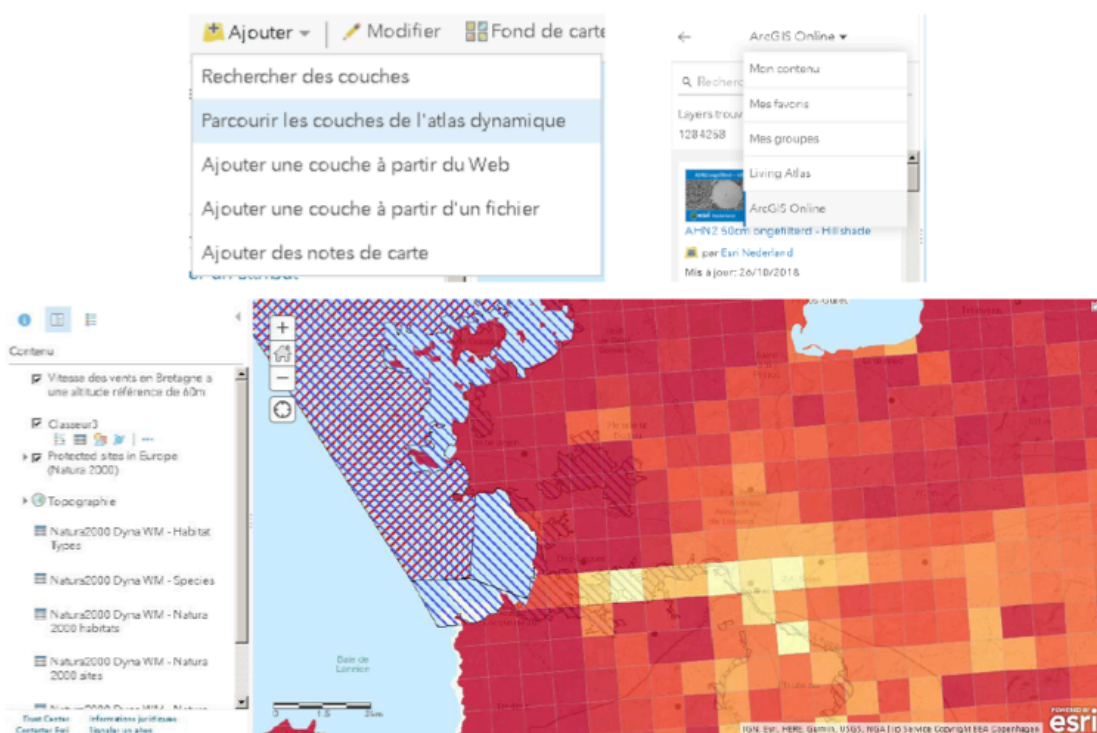
## Document ressource 3 - Superposition de couches de données

Chaque point peut être interrogé. Les élèves peuvent donc vérifier si le protocole a été respecté et juger de la pertinence des résultats. Ils ont aussi la possibilité de choisir l'un ou l'autre des groupes de lichens dans un menu déroulant.



En fonction des régions, différentes couches peuvent compléter l'étude et confronter certaines hypothèses des élèves à d'autres mesures de terrain.

Si la recherche peut être menée seule par les élèves, il est préférable de se constituer une banque de couches pour gagner du temps. Dans l'exemple ci-dessous, les hachures montrent les zones classées Natura 2000 dans le Trégor. D'autres données comme la vitesse moyenne des vents à 60 m d'altitude sont disponibles en tapant le nom de la région dans le moteur de recherche.



Retrouvez éducol sur :



## Sitographie

- [Inventaire national du patrimoine naturel](#)
- [Conservatoire national de Brest](#) : Guide de terrain pour la réalisation des relevés phytosociologiques
- Air Pollution Information System [Developed in partnership by the UK conservation agencies](#), guide en anglais pour l'étude de la biodiversité lichénique, publié sur Air Pollution Information System
- [Application britannique lichen](#)
- Répartition de la biodiversité en France métropolitaine, [une synthèse des Atlas faunistiques](#), Witté et Julien Touroult, publié en mai 2014 dans la revue Vertigo (Volume 14 Numéro 1)
- [Statistiques et Interpolations dans les SIG](#), Laurent Drapeau, IRD
- [Association française de lichénologie](#) : bulletin d'informations 1999
- Les lichens bio-indicateurs (Kirschbaum & Wirth)
- [Site très complet sur les lichens](#) de Monsieur Alain GERAULT (France, Brest, Finistère)
- [Article sur les lichens](#) paru sur le site de l'ANR (Agence Nationale de la Recherche) dans le cadre du projet MALICA (« Marine Lichens as an innovative source of anti-Cancer drugs ») financé par l'ANR, collaboration entre l'Observatoire Océanologique de Banyuls sur Mer, l'Institut des sciences chimiques de Rennes et les laboratoires Pierre Fabre.
- [Ressource de l'académie de Lyon](#)
- [Ressource de l'académie de Rennes](#) : « L'usage pédagogique des TICE » (rentrer SIG dans le moteur de recherche)
- [Ressource de l'Université catholique de Louvain](#)

## Bibliographie

Guide des lichens de France - éditions BELIN – 2013

Les lichens bio-indicateurs - de KIRSCHBAUM et WIRTH – ULMER – 1997

Retrouvez éduscol sur :

