

Le sol : des avancées dans la connaissance

Le sol, défini comme la couche supérieure de la croûte terrestre, est un milieu multifonctionnel et complexe qui sert de support aux activités humaines. Il est soumis à de multiples menaces dont les plus importantes sont l'érosion, l'artificialisation et les pollutions. Celles-ci peuvent affecter de façon durable le fonctionnement des écosystèmes, la qualité des ressources en eau, la capacité à maintenir une activité économique, et impacter la santé humaine. Malgré l'importance de son rôle le sol reste encore peu connu et ne bénéficie pas d'une protection juridique spécifique comme d'autres milieux. La préservation des fonctionnalités du sol passe par la réalisation de leur inventaire et de leur cartographie. Près des deux tiers de la surface de la région Centre-Val de Loire sont dédiés à l'activité agricole qui dépend fortement du maintien de la qualité du sol. Tous les usages du territoire peuvent être remis en cause par une dégradation des composantes de la qualité des sols.

Le sol, une ressource non renouvelable à préserver

Le sol, la couche supérieure de la croûte terrestre, est constitué d'un mélange de particules minérales, de matière organique, d'eau, d'air et d'organismes vivants. Sa formation résulte de processus complexes d'altération des roches sous l'effet du climat, et des activités biologiques (pédogénèse) auxquels s'ajoutent les activités humaines. La lenteur de formation des sols, qui se compte en plusieurs milliers d'années, conduit à considérer le sol comme une ressource non renouvelable.

Le sol remplit de nombreuses fonctions vitales : à travers la biomasse il fournit à l'homme nourriture et énergie ; il stocke, filtre et transforme de nombreuses substances dont l'eau, le carbone et l'azote. Il peut aussi piéger les polluants. Le sol est également un habitat et un réservoir génétique. Il sert de socle aux activités humaines, au paysage et au patrimoine et constitue un gisement de matériaux. Ces fonctions, en raison de leur importance socio-économique et environnementale doivent être préservées.

Le sol subit des pressions principalement liées aux activités humaines : développe-

ment urbain, activités industrielles et agricoles. Les menaces que ces pressions font peser sur le sol sont clairement identifiées aux niveaux français et européen : artificialisation et imperméabilisation, tassement, érosion, diminution des teneurs en matières organiques, inondation et glissements de terrain, salinisation, contamination ponctuelle ou diffuse. Par ailleurs le changement climatique peut influencer sur le fonctionnement du sol qui contribue également au bilan des émissions de gaz à effet.



Exploitation agricole Chécy (Loiret)
©DREAL Centre-Val de Loire

Selon sa nature et ses propriétés, le sol est plus ou moins vulnérable à ces menaces. Pour le gérer et le protéger efficacement, il est nécessaire d'en dresser l'inventaire. En raison de sa complexité et de sa grande variabilité, il se révèle difficile à généraliser et à cartographier. Les données issues de la pédologie (études des sols), souvent peu vulgarisées, sont encore peu prises en compte dans les politiques d'aménagement et d'environnement locales. Le sol fait l'objet de nombreux conflits d'usage. Pour les arbitrer, il est nécessaire de rechercher des critères de qualité des sols.

La qualité du sol n'est pas une notion mesurable dans l'absolu et ne peut s'apprécier qu'en fonction des services dont on souhaite favoriser l'usage. C'est le plus fréquemment du potentiel agronomique du sol dont il est tenu compte.

Leurs réalisations sont le fruit de partenariat entre les chambres d'agriculture et l'INRA d'Orléans.

Carte 1 et 2 : emprises cartographiques des études pédologiques pour le 1/50 000 et 1/100 000

Des menaces bien identifiées sur les sols

La Commission Européenne, a bien identifié, dès 2002, dans le cadre de la stratégie thématique pour la protection des sols, les menaces qui pèsent sur les sols, c'est à dire susceptibles d'en dégrader les fonctionnalités de façon irréversible :

- Érosion, qui affecte 20% de près de la moitié des régions françaises,
- Baisse de la teneur en matières organiques, observée dans plus de 20% des cantons,
- Diminution de la biodiversité; cette dernière est un indicateur essentiel de sa qualité,
- Contaminations diffuse et locale, dues aux activités humaines proches ou distantes,
- Imperméabilisation/artificialisation, conséquence de l'urbanisation,
- Glissements de terrain et inondations,
- Tassement, lié au piétinement ou au poids des machines agricoles et forestières,
- Salinisation, présente dans le sud de l'Europe.

La cartographie des sols en région Centre-Val de Loire progresse.

La seule carte pédologique disponible librement à l'échelle de la région Centre-Val de Loire, comme pour l'ensemble du territoire national, est la carte au millionième (BDGSF). Elle donne une vision simplifiée de la répartition des grands types de sol. Cette base de données géographique des sols de France (BDGSF) est une extraction de la base de données européenne des sols (the European Soil Database - ESDB), téléchargeable sur le site du Bureau Européen des Sols, basé au Centre Commun de Recherche Européen, à Ispra (Italie).

Pour des travaux plus précis, seule la cartographie au 1/250 000 couvre tout le territoire régional. Issue du programme IGCS (Inventaire Gestion Conservation des Sols); elle a été achevée en septembre 2015. Les distributeurs de cette cartographie au niveau départemental sont les chambres d'agriculture, excepté pour la carte du Loiret qui est distribuée par l'INRA d'Orléans.

Des cartographies plus détaillées au 1/50 000 et au 1/100 000 sont également réalisées. Elles couvrent respectivement 67 % et 21 % du territoire régional.



1/50 000



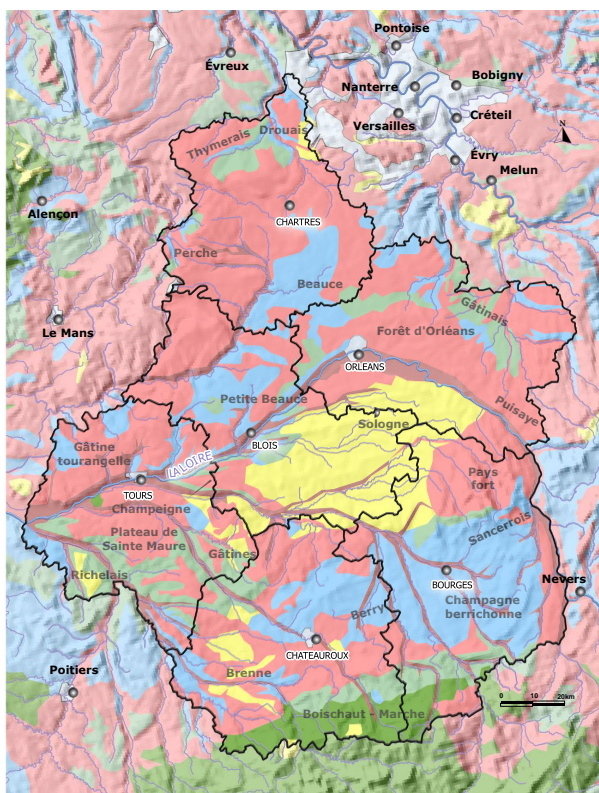
1/100 000

Outre les opérations de cartographie proprement dites, les caractéristiques des sols peuvent être évaluées par des campagnes d'échantillonnage systématique, comme celles réalisées par le réseau de mesure de la qualité des sols (RMQS) ou la collecte des résultats des analyses de terre effectuées par les agriculteurs (BDAT). La gestion de toutes ces informations est confiée, au niveau national au GIS Sol (Groupement d'intérêt scientifique sur les sols), basé à l'unité Infosol de l'INRA d'Orléans.

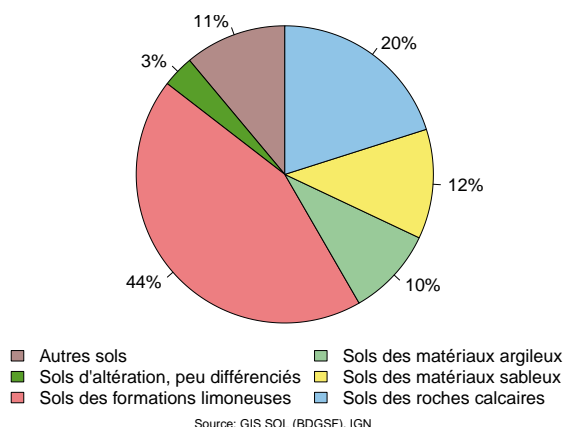
Les grands types de sols

Les sols tels que décrits par la base de données des sols au millionième (BDGSF), peuvent être groupés au niveau national en six grands ensembles pédologiques, dont il faut cependant garder à l'esprit la grande variabilité interne. A la diversité des sols correspondent des différences de qualité agricole, d'efficacité dans les fonctions environnementales (écosystèmes, épuration de l'eau, stockage du carbone, etc.) ou de résistance aux dégradations.

Carte 3 : cartographie simplifiée des grands types de sols



Graphe 1 : répartition des types de sols



En région Centre-Val de Loire, les **sols des formations limoneuses** sont les plus abondants (44% de la surface du territoire). Les trois-quarts de leur surface sont occupés par l'agriculture et le reste par de la forêt. Ils jouent un rôle efficace dans l'épuration de l'eau, et sont très sensibles à l'érosion. Ils sont particulièrement présents en Beauce, dans le Perche, le

Thymerais, en Touraine, et dans le Gâtinais, etc. En Beauce, ils possèdent une bonne capacité de rétention en eau et sont riches en éléments chimiques, dont ils sont beaucoup plus dépourvus dans les régions de Gâtines et du Perche.

Les **sols des roches calcaires** occupent 20 % du territoire régional et sont plus particulièrement présents dans le Berry, la Champagne Berrichonne, le Sancerrois et la Beauce. Près de 85 % de ces sols sont affectés à l'agriculture. Ils peuvent avoir une perméabilité élevée qui rend vulnérables les nappes d'eau sous-jacentes.

Les **sols des matériaux sableux** (12 %) sont caractéristiques de la Sologne, de la Brenne, des Gâtines de Loches et du Boischaud nord. S'ils ne sont pas associés à des argiles, ils peuvent laisser filtrer rapidement des pollutions vers des nappes d'eau lorsqu'elles sont présentes sous ces formations. Ils sont, pour près de la moitié de leur surface, recouverts de massifs forestiers.

Les **sols des matériaux argileux** (10 %), sont assez dispersés ; présents dans le Boischaud Sud, la Touraine, les Gâtines de Loches, le Thymerais et la limite sud de la Beauce. Leur capacité de rétention en eau et leur composition chimique en font des protections satisfaisantes pour les nappes d'eau. Ils sont bien représentés dans les zones humides, où ils ont pu faire l'objet de travaux de drainage, réduisant ce rôle protecteur. Près de 80 % de leur surface est dédiée à la production agricole.

Les **autres types de sols** (11 %) : il s'agit, pour la région, de sols alluviaux aux caractéristiques variables, occupés pour plus de 70 % de leur surface par l'agriculture mais qui peuvent accueillir également de la forêt, bordant notamment les cours d'eau.

Les **sols d'altération peu différenciés** (3 %) sont développés sur les roches cristallines du sud de la région (Marche berrichonne). A faible teneur en argile et généralement pauvres en calcium, ils peuvent être assez sensibles aux pollutions atmosphériques. Ils sont couverts de prairies pour plus de 40 % de leur surface.



Sol des matériaux sableux "forêt d'Orléans"
©DREAL Centre-Val de Loire

Le réservoir utile en eau des sols : une approche de la qualité des sols

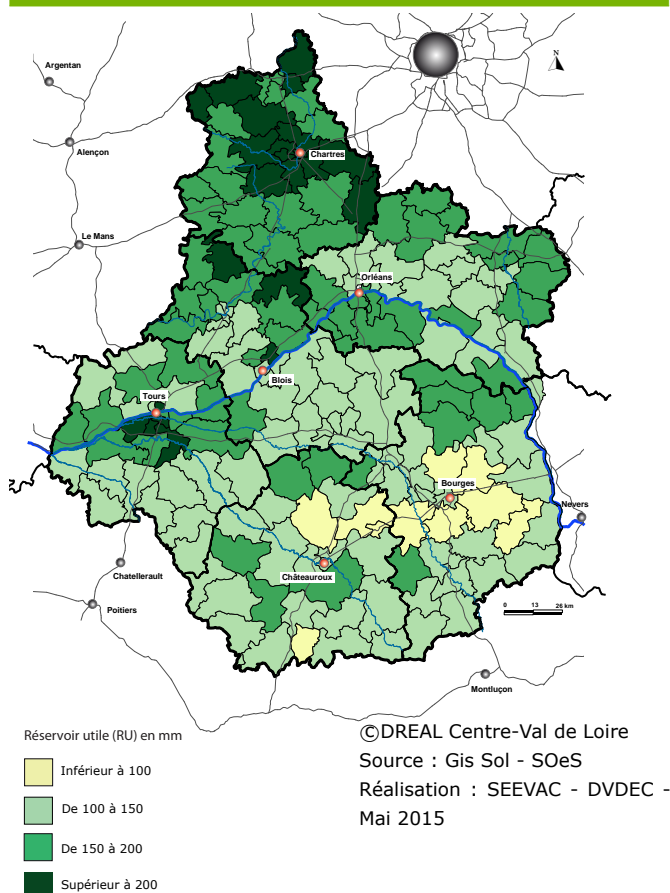
Le réservoir utile en eau d'un sol (RU) correspond à la quantité d'eau que le sol peut absorber et qui est exploitable par les plantes. Il est exprimé en millimètres. C'est un critère essentiel de la qualité agronomique des sols. La valeur de la RU peut être calculée par canton, maille géographique privilégiée pour les restitutions des données statistiques agricoles.

Le réservoir utile en eau du sol (RU) peut être estimé à partir de la base de données géographique des sols de France (BDGSF) à l'échelle du millièmes.

Pour la région Centre-Val de Loire, les sols dont les RU sont les plus élevés, sont situés essentiellement au nord de la Loire.

Par ailleurs, la valeur de RU renseigne sur la sensibilité intrinsèque des sols à la sécheresse. Les zones pour lesquelles la valeur de RU est faible, sont plus sensibles à la sécheresse.

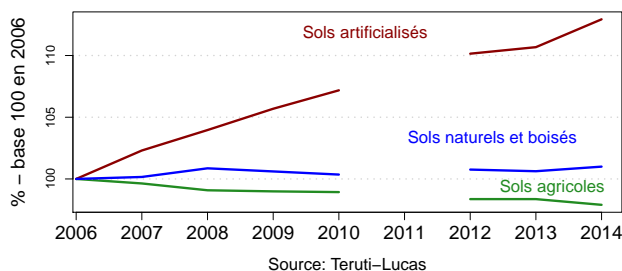
Carte 4 : réservoir utile en eau du sol



L'artificialisation des sols se fait principalement aux dépens des sols agricoles

Le terme d'artificialisation désigne la destruction des sols, ou, du moins, l'altération de leurs fonctionnalités, lors de l'urbanisation et de la mise en place d'infrastructures. L'artificialisation entraînant une réduction de l'infiltration de l'eau dans les sols, le terme « imperméabilisation » est également utilisé. L'augmentation du ruissellement accroît les risques d'inondation, amplifie les phénomènes d'érosion et peut favoriser l'apparition de coulées d'eau boueuse et les transferts de polluants vers les eaux superficielles.

Graphe 2 : évolution de l'artificialisation en fonction des types de sols



L'inventaire Teruti-Lucas, sur l'utilisation des terres s'appuie sur une enquête du service statistique du ministère de l'Agriculture (AGRESTE) utilisant des photographies aériennes et des sondages par points. La dernière enquête Teruti (2014) montre que l'artificialisation se poursuit majoritairement aux dépens des sols agricoles.

Une étude conduite en 2010 par le ministère en charge de l'environnement (MEDDE), utilisant des données de la période 2000 à 2006, conclue, au niveau national, à une artificialisation croissante aux dépens des sols qui ont les meilleures potentialités agronomiques ; c'est-à-dire qui disposent d'un RU en eau très élevée. La région Centre-Val de Loire ne fait pas partie des régions les plus affectées par ce phénomène, pour cette période, cependant 29 % de l'artificialisation de ses sols concernent les meilleures terres agricoles.

Dans l'attente de données réactualisées sur l'artificialisation, on peut observer que la croissance de population, facteur qui lui est fortement corrélé, est plus importante pour les sols dont le RU est le plus élevé, en particulier pour ceux situés près de la limite régionale administrative avec l'Île de France.



Décapage du sol lors d'une opération immobilière ©DREAL Centre-Val de Loire

L'érosion des sols : plus de 20% de la région affectée par une érosion annuelle supérieure à 2t/ha

L'érosion provoque des pertes en terre agricole, des coulées d'eau boueuse submergeant des cultures ou des infrastructures, une augmentation de la turbidité des eaux et éventuellement une pollution, par entraînement de polluants contenus dans les sols. Les régions de fortes pentes, et notamment les vignobles, sont les plus affectées par ce phénomène. Mais l'érosion est visible également dans les plaines, en zones de grandes cultures, menées sur des sols limoneux et des parcelles de grande taille. En effet, sous l'action mécanique des pluies, en l'absence de couverture végétale, une croûte imperméable (couche de battance) se forme sur ces sols limoneux fragilisant le sol. L'accélération du ruissellement arrache alors des particules de terre aux sols les plus sensibles à l'érosion (érodivibles). Différentes pratiques agricoles permettent de limiter ce phénomène ; notamment la mise en place d'un couvert végétal inter-culture ou l'amélioration du taux de matières organiques.

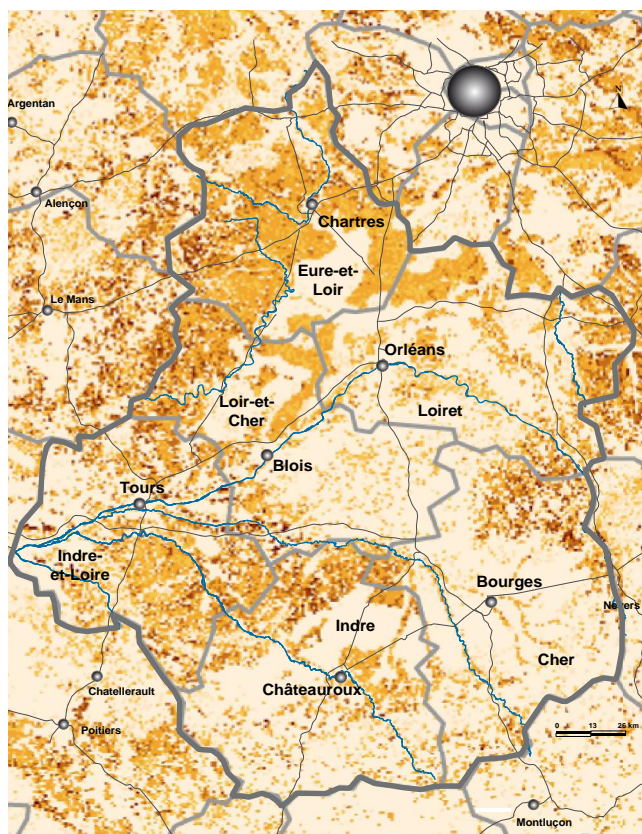


Enherbement de vignes à Sancerre
©DREAL Centre-Val de Loire

Des modèles de calculs basés sur la nature des sols, les pentes et des données météorologiques, permettent d'identifier des zones d'« aléa d'érosion » et d'évaluer de possibles « pertes en terres ».

En région Centre-Val de Loire, l'érosion est plus particulièrement présente dans les vignobles de coteaux mais également dans les zones de culture intensive du nord, de l'ouest et de l'est de la région : pays Chartrain, Perche, Gâtine Tourangelle, Gâtine : Gâtinai, Pays Fort. La modélisation de pertes de terre permet d'estimer que plus de 20 % de la région est affectée par une érosion annuelle supérieure à 2 t/ha.

Carte 5 : les pertes en terre par érosion hydrique des sols



Perte en terres
(t/ha/an)

- Plus de 20
- Entre 10 et 20
- Entre 5 et 10
- Entre 2 et 5
- Entre 1 et 2
- Entre 0,5 et 1
- Moins de 0,5

Source : BRGM 2010
d'après Cerdan et al.,
Traitements : SOeS - 2013

Matières organiques : un capital à préserver.

Les matières organiques sont constituées par les produits de la décomposition des végétaux enfouis dans le sol et par les organismes qui y vivent (macrofaune¹, bactéries, champignons, etc.). Elles sont incorporées progressivement au sol sous l'effet de deux principaux processus, la minéralisation et l'humification. La minéralisation libère du CO₂ et des nutriments disponibles pour la croissance des plantes. L'humification produit une matière organique plus stable qui sera minéralisée de façon progressive. Les vitesses de formation des matières organiques sont fonctions de différents facteurs tels que l'abondance de micro-organismes, l'humidité, la température, l'oxygénation et le drainage du sol. La durée moyenne de décomposition et de minéralisation de la matière organique est d'environ 15 ans, mais la capacité de minéralisation des sols est très variable. Les matières organiques se composent en moyenne de 58 % de carbone organique.

1. macrofaune : ensemble des petites animaux visibles à l'oeil nu (4 à 80 mm)

Carte 6 : les stocks de carbone organique dans la partie superficielle des sols



Stocks de carbone organique (en kg/m²)

- Plus de 13
- Entre 10 et 13
- Entre 7,5 et 10
- Entre 4,5 et 7,5
- Moins de 4,5

Source : GIS Sol, 2013
d'après Meersmans et al., 2012
Traitement SOeS - 2013

La teneur du sol en matières organiques est un déterminant de sa fertilité, mais le rôle des matières organiques ne se limite pas à cette fonction. Les matières organiques du sol, en stockant du carbone, participent à l'atténuation du changement climatique. Ce stockage dépend du type de sol, de son usage ou des pratiques agricoles. Les matières organiques réduisent la sensibilité du sol à l'érosion, contribuent à la rétention de l'eau et stimulent la vie du sol.

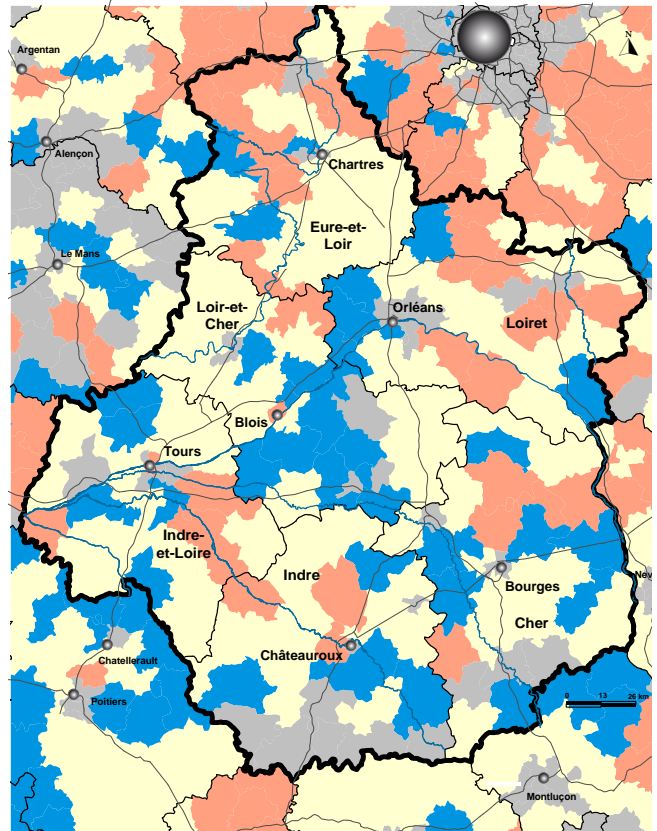
Pour la région Centre-Val de Loire, les valeurs de stocks de carbone organique de la partie superficielle des sols les plus élevées se trouvent dans le Cher et l'Indre, alors que les valeurs les plus basses sont plus caractéristiques du centre, du nord et du nord-est de la région (zones d'agriculture intensives de la Beauce).

Dans 43 % des cantons, la teneur en carbone organique de la partie superficielle des sols est stable. Dans 19 % des cantons, cette teneur est en diminution, alors qu'elle augmente dans 17 % des cantons. A noter, les variations positives du stock de carbone dans une part des cantons du nord de la région, plus déficitaires en carbone organique et lieux d'une exploitation agricole intensive.

Des évolutions dans les pratiques agricoles, l'enfouissement des résidus de culture ou les apports contrô-

lés de boues issues du traitement des eaux usées dans les secteurs favorables (Eure-et-Loir et Loiret) peuvent améliorer le contenu en matières organiques du sol.

Carte 7 : l'estimation de la variation de la teneur en carbone organique dans les sols entre les périodes 1990-1995 et 2000-2005



Variation de la teneur en carbone organique dans la partie superficielle des sols agricoles entre les périodes 1990-1995 et 2000-2004

- Diminution
- Augmentation
- Pas de variation significative
- Pas de donnée

Source : GIS Sol
d'après Meersmans et al., 2012
Traitement SOeS - 2013

Tableau 1 : variation de la teneur en carbone organique de la partie superficielle des sols

	% de cantons	% de surface
Diminution	19	21
Augmentation	17	19
Pas de variation significative	43	50
Pas de donnée	21	10



La conservation des sols est un enjeu essentiel pour la production alimentaire-(production agricole en Beauce).

©DREAL Centre-Val de Loire

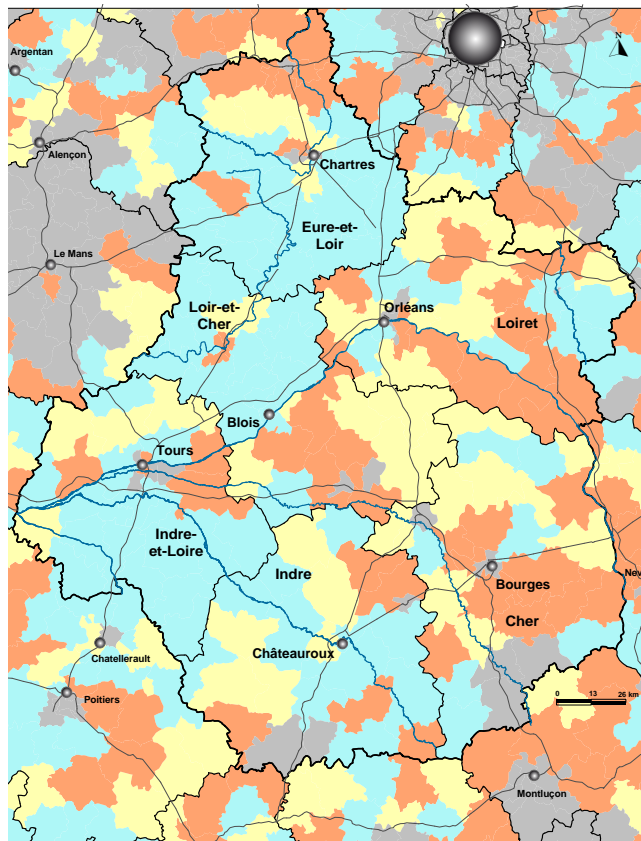
Phosphore : une baisse continue des apports.

Pour se développer, les plantes utilisent trois nutriments essentiels, le phosphore, l'azote et le potassium. Ces trois éléments résultent de l'altération des roches, de la décomposition des végétaux ou, pour l'azote, de la fixation de l'élément présent dans l'atmosphère. Les cultures ont pour effet de prélever ces éléments dans le sol ; il est, par conséquent, nécessaire d'en reconstituer le stock par l'apport de fertilisants organiques (fumiers, lisiers, boues de traitement des eaux usées) ou à l'aide d'engrais minéraux, pour améliorer la fertilité des sols. Cependant, des apports trop importants dégradent la qualité des eaux. Combinés aux effets d'autres éléments en excès, notamment l'azote, lorsqu'il atteint les eaux de surface, le phosphore en favorise l'eutrophisation. Cela peut conduire à une dégradation de la qualité de l'eau et du fonctionnement des écosystèmes.

Depuis quarante ans, les politiques environnementales, l'avènement de techniques culturales tenant compte des analyses des terres, et la très forte augmentation des coûts des engrais minéraux ont eu pour conséquence une réduction des apports sur les sols. Entre les périodes 1990 à 1997 et 1998 à 2004, cette baisse des apports est notoire dans 54 % des cantons de la région, alors que dans 28 % d'entre eux on observe une augmentation. Dans 18 % des cas, la teneur en phosphore des sols ne varie pas.

En région Centre-Val de Loire, comme de nombreuses autres régions où la production agricole végétale est dominante, les sols sont considérés comme déficitaires en phosphore (L'environnement en France ; 2014). La gestion du stock de phosphore est un enjeu important pour la région et relève d'un équilibre entre la nécessité économique et les préoccupations environnementales.

Carte 8 : l'évolution des teneurs médianes en phosphore par canton entre les périodes 1990-1997 et 1998-2004



Évolution des teneurs médianes en phosphore par canton entre les périodes 1990-1997 et 1998-2004

Source : GIS Sol - Inra
Traitement SOeS - 2013

- Diminution
- Augmentation
- Stable
- Données non disponibles

La biodiversité : assurer le fonctionnement des sols

Le sol se caractérise par une grande diversité et une grande densité d'êtres vivants. Cette diversité va des espèces visibles à l'œil nu (petits mammifères, reptiles, insectes, vers de terre, etc.) ou à la loupe (collemboles) aux espèces microscopiques : protozoaires, nématodes, bactéries, champignons, algues. Ces dernières sont, de loin, les plus nombreuses et les plus diversifiées. Un hectare de sol contiendrait en moyenne 25 tonnes d'organismes dont dix tonnes de bactéries, réparties entre plusieurs milliers d'espèces, dix tonnes de champignons, quatre tonnes de vers de terre et une tonne d'organismes divers.

La biodiversité est un indicateur de la qualité des sols, car elle influe très fortement sur sa fertilité et le fonctionnement des écosystèmes. Elle est intimement liée à la matière organique dont elle favorise le recyclage et dont elle se nourrit.

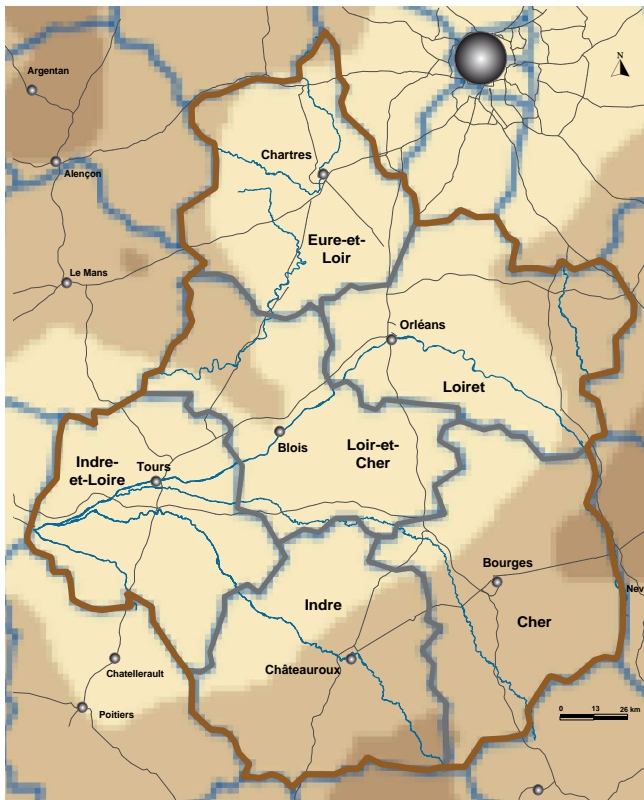
Les bio-indicateurs du sol font l'objet de programmes de recherche publics. Les vers de terre notamment sont considérés comme de bons indicateurs de l'état de la qualité des sols.



Les vers de terre sont des acteurs et des indicateurs de la qualité du sol. ©DREAL Centre-Val de Loire

Des mesures réalisées par le RMQS ont permis de dresser une carte nationale de la concentration en ADN microbien dans la partie superficielle des sols. La densité microbienne moyenne des sols sous prairie (81 $\mu\text{g/g}$ de sol) ou sous forêt (76 $\mu\text{g/g}$ de sol) est bien plus importante que celle des sols cultivés en monoculture (38 $\mu\text{g/g}$ de sol) ou des vignobles ou vergers (26 $\mu\text{g/g}$ de sol).

Carte 9 : la quantité d'ADN microbien



Quantité d'ADN (µg/g de sol)

- Plus de 125
- Entre 100 et 125
- Entre 50 et 100
- Entre 25 et 50
- Moins de 25

Source : ©Inra Dijon, plateforme Genosol - Gis Sol, 2015
Traitements : Gis Sol - SOEs - 2015

Les trois quarts du territoire de la région Centre-Val de Loire présentent une très faible biomasse microbienne (moins de 25 µg / g de sol. Cette caractéristique est commune à une partie du Bassin parisien et se retrouve également dans le Bassin Aquitain (Landes, en particulier) et en dans la plaine côtière du Languedoc-Roussillon. Les facteurs influant sur cette distribution géographique sont la teneur en carbone organique, la teneur en azote, le pH (mesure de l'acidité) et l'occupation du sol. Les plus faibles biomasses microbiennes s'observent dans les sols sableux de Sologne. Les zones agricoles de Beauce et du Val de Loire sont également appauvries en biomasse microbienne. Les valeurs les plus importantes se situent à l'Est de Bourges et au sud de Châteauneuf-sur-Loire : entre 25 et 50 µg / g de sol.

Science participative sur la biodiversité des sols

Les vers de terre sont des acteurs et des indicateurs de la qualité des sols, dont ils influencent le fonctionnement.

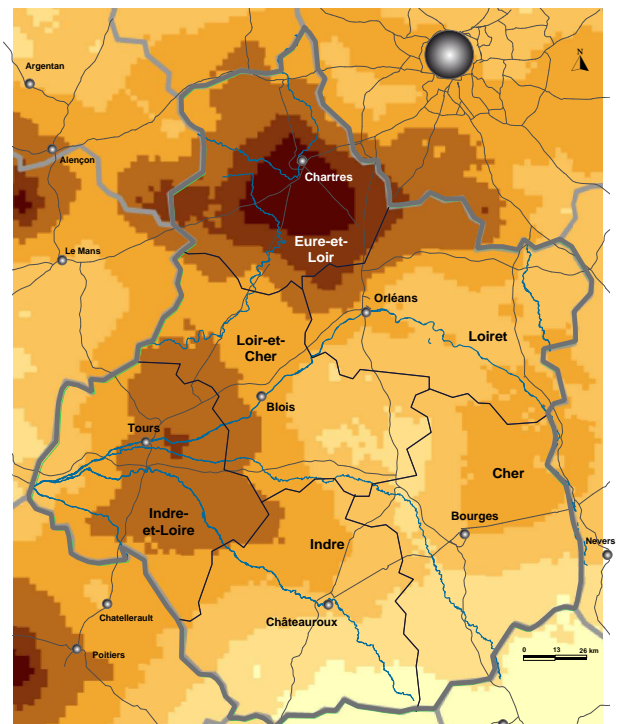
L'Observatoire Participatif des Vers de Terre (OPVT) a été mis en place à l'Université de Rennes. Son but est de proposer un outil d'évaluation simplifiée de la biodiversité animale à l'aide des vers de terre dans les sols agricoles ou naturels. Il met à disposition un protocole simplifié d'observation accessible à un large public : agriculteurs, scolaires, naturalistes, chasseurs, jardiniers, gestionnaires de milieux naturels ou très anthropisés (sols urbains, etc.). Il devrait permettre, par la multiplication des points d'observation, d'établir progressivement des référentiels sur les vers de terre (<https://ecobiosoil.univ-rennes1.fr>)

Persistance du Lindane dans le nord de la région

Le lindane est un insecticide de la famille des organochlorés qui a été utilisé pendant une cinquantaine d'années en agriculture et dans les élevages. En raison de sa capacité d'accumulation dans la chaîne alimentaire, et de sa toxicité, il a été interdit en France en 1998. Les mesures réalisées dans le cadre du RMQS montrent que le lindane est encore très présent dans les sols du quart nord-ouest de la France. Le lindane se dégrade au cours du temps mais de façon très lente. S'il n'est pas transféré dans les plantes, en revanche, il peut, lui ou ses résidus, contribuer à la pollution de l'eau ou de l'atmosphère.

En région Centre-Val de Loire, c'est principalement le département d'Eure-et-Loir qui recèle le stock résiduel le plus important et dans une moindre mesure celui de l'Indre-et-Loire. Des valeurs élevées (entre 2 et 5 µg/kg de sol) de lindane sont observées en Beauce, où ce produit a pu être utilisé comme insecticide dans les zones de culture intensive. Le lindane fait l'objet de mesures atmosphériques par le réseau Lig'air.

Carte 10 : les teneurs en Lindane



Teneurs en lindane (µg/g de terre)

- Plus de 1,36
- Entre 1,10 et 1,36
- Entre 0,86 et 1,10
- Entre 0,67 et 0,86
- Entre 0,50 et 0,67
- Entre 0,35 et 0,50
- Moins de 0,35
- Données non disponibles

Source : Gis Sol (RMQS 2013) - Traitements : SOEs - 2013

Du sol vers l'air

Les zones agricoles, certains espaces industriels ou publics, ou les jardins privés peuvent être traités par des fongicides, herbicides ou insecticides, communément groupés sous le vocable de pesticides. Certains d'entre eux peuvent s'accumuler dans le sol qui joue alors le rôle d'un réservoir de pollutions vis-à-vis des autres compartiments de l'environnement, notamment l'air et l'eau. Les pesticides solubles et non volatils font l'objet d'un suivi dans l'eau ; ceux qui passent sous forme gazeuse ou particulaire d'une surveillance dans l'air. Les mesures font l'objet de discussions méthodologiques.

Lig'Air, dans le cadre Plan Régional Santé Environnement (PRSE), réalise un suivi des principaux pesticides dans l'air ambiant (108 molécules en 2014), dont le lindane. Celui-ci peut passer dans l'air par volatilisation, entraînant à la vapeur d'eau, ou sur les particules résultant de l'érosion des sols. Les teneurs mesurées sont par conséquent dépendantes des conditions météorologiques, qui influent sur tous les paramètres physico-chimiques et biologiques du sol. Pour le lindane, les concentrations les plus élevées sont observées entre la mi-avril et la fin juin, puis à la mi-août, quelque soit la typologie du site d'observation : urbain ou rural. Le cumul des concentrations en lindane a subi une nette augmentation depuis 2009 (entre 4 et 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Source : Contamination de l'air par les produits phytosanitaires en région Centre-Val de Loire ; mars 2015 ; www.ligair.fr.

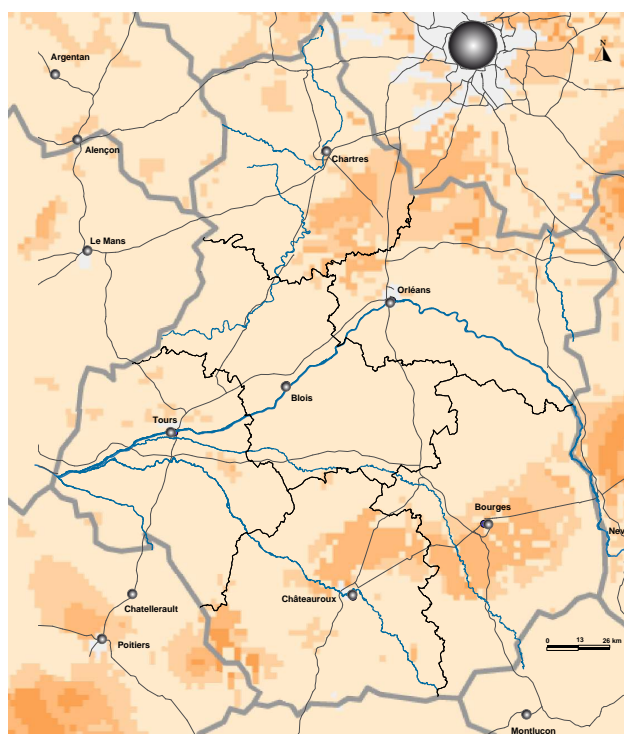
Métaux : des teneurs assez faibles

Le RMQS réalise des mesures systématiques des teneurs de différents métaux dans la couche superficielle des sols ; notamment pour le cadmium, le zinc, le mercure le cuivre, le plomb, etc. Naturellement présents dans les sols qui héritent de la chimie des roches dont ils sont issus par altération, les métaux peuvent aussi se trouver à des doses plus importantes en raison d'apports anthropiques : retombées atmosphériques dues aux transports ou à des activités industrielles ; épandage de boues de traitement des eaux usées ; utilisation d'engrais minéraux et d'effluents d'élevage ; utilisation de pesticides. Les métaux dus à des apports anthropiques peuvent se trouver sous des formes chimiques qui les rendent plus mobiles et réactifs et présentent par conséquent un risque plus élevé que les métaux naturellement présents.

Les sols de la région Centre-Val de Loire ne se distinguent pas particulièrement par leurs teneurs élevées en métaux.

Pour ce qui est du **cadmium**, des teneurs localement plus élevées peuvent être observées dans les zones où dominent les calcaires jurassiques réputés riches en cet élément (Berry). Les apports anthropiques sont liés essentiellement à l'usage d'engrais minéraux (en particulier les phosphates contenant des impuretés) dans les zones céréalières, et dans une moindre mesure aux effluents d'élevage et retombées atmosphériques (Beauce).

Carte 11 : les teneurs en Cadmium dans les sols



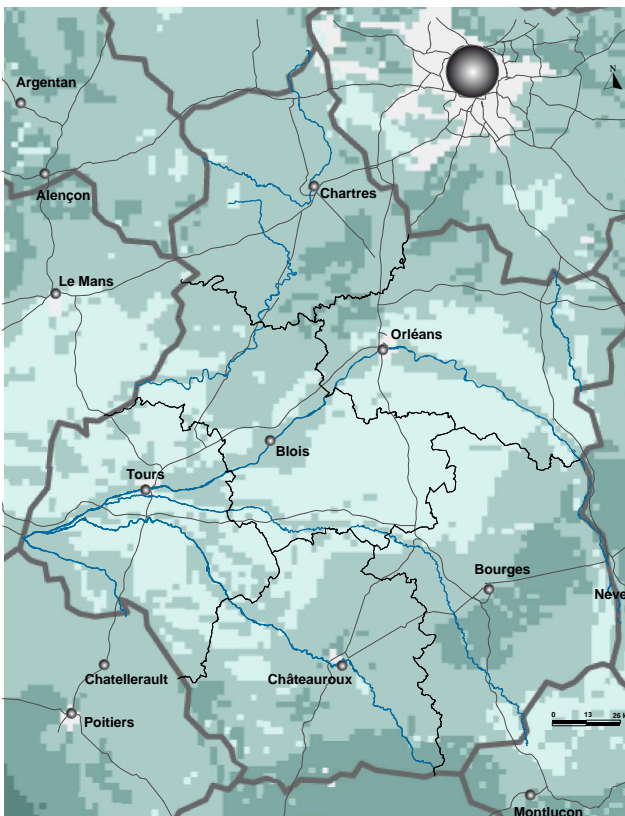
Teneurs en cadmium total entre 0 et 30 cm de profondeur (mg/kg)

- Plus de 2
- Entre 1 et 2
- Entre 0,5 et 1
- Entre 0,35 et 0,5
- Entre 0,25 et 0,35
- Moins de 0,25
- Données non disponibles

Source : Gis Sol (RMQS 2013)
Traitements : SOeS - 2013

La répartition des zones les plus enrichies en **zinc** se superpose à celle du cadmium en région Centre-Val de Loire. Le zinc se trouve naturellement en concentration faible dans les sols sauf dans ceux issus de roches cristallines (bordure sud de la région) et de calcaires jurassiques (Berry). Les concentrations les plus élevées sont d'origine anthropique.

Carte 12 : les teneurs en Zinc dans les sols



Teneurs en zinc total
entre 0 et 30 cm
de profondeur (mg/kg)

Source : Gis Sol (RMQS 2013)
Traitements : SOeS - 2013

- Plus de 250
- Entre 150 et 250
- Entre 100 et 150
- Entre 60 et 100
- Entre 30 et 60
- Moins de 30
- Données non disponibles

Le **cuivre** se trouve en teneurs assez faibles dans les sols formés sur des roches sédimentaires. Quelques valeurs plus élevées sont situées en amont du Val de Loire, mais elles sont loin d'atteindre les niveaux constatés dans d'autres régions de vignobles, de vergers ou d'élevage. Le traitement des vignes et vergers à la « bouillie bordelaise » et l'épandage des lisiers de porcs sont considérés comme de sources importantes d'apport de cuivre. Cet élément est par ailleurs peu mobile dans le sol.

Les teneurs en mercure sont faibles, hormis une anomalie située dans la région de Bourges, due à d'anciennes activités industrielles.



Prélèvement de sol à la tarière
©DREAL Centre-Val de Loire

La bonne gestion des sols agricoles : un enjeu de société (un avis du Conseil Économique Social et Environnemental-CESE)

Le CESE part du constat que le sol est encore largement méconnu mais qu'il joue un rôle primordial face aux grands défis démographiques, alimentaires, environnementaux et climatiques. Pour le protéger, face aux multiples menaces dont il est l'objet, il préconise quatre grands axes d'actions, déclinés en recommandations :

- *renforcer les outils de la connaissance* : poursuivre les inventaires et cartographies détaillées et diffuser les informations pour éclairer les décisions en matière d'usage de sols et de pratiques agricoles.
- *protéger le foncier agricole* : lutte contre l'artificialisation
- *préserver et améliorer l'état des sols agricoles* : développer la recherche sur les pratiques agricoles et agroforestières permettant d'améliorer l'état de sols en ce qui concerne la matière organique et la biodiversité.
- *sensibiliser aux enjeux liés aux sols* : mener des actions de communication vers le grand public, intégrer le sol dans les programmes scolaires, faire prendre en compte le sol dans la COP 21 de décembre 2015.

Liste exhaustive des recommandations sur : <http://www.lecese.fr/> ; les avis du conseil Economique Social et Environnemental ; La bonne gestion des sols agricoles : un enjeu de société ; Agnès Courtoux et Cécile Claveirole, mai 2015.

Contamination ponctuelle : sites et sols pollués

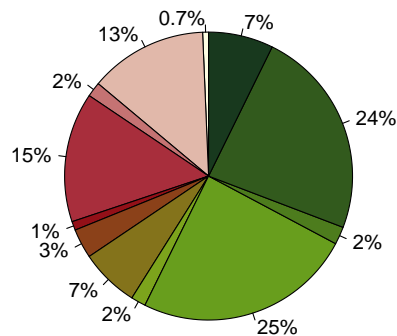
Les activités humaines peuvent être à l'origine d'émission de polluants vers le sol et le sous-sol. Ces pollutions sont susceptibles d'avoir un impact sur la faune et la flore, la qualité de l'eau, de l'air ou de la chaîne alimentaire et d'affecter la santé humaine. Avec l'avènement de l'ère industrielle ces flux de polluants vers les sols se sont accrus et leur maîtrise constitue un enjeu de santé publique.

La politique de résorption des sites et sols pollués initiée par le ministère en charge de l'Environnement, en 1993, est organisée autour de trois axes : recenser, sélectionner, traiter. L'objectif visé est d'avoir une approche globalisée et raisonnée de cette problématique afin de réhabiliter les sites jusqu'à un niveau de pollution acceptable par rapport à leur usage (industriel, habitation, jardins). La première étape, consiste à rechercher systématiquement et de manière organisée les sites concernés pour permettre une définition concertée des priorités d'intervention. Les informations des inventaires historiques régionaux constituent la base de données BASIAS regroupant et organisant les informations sur les anciens sites industriels et activités de services susceptibles d'être pollués.

La base de données BASOL recense, quant à elle, les « sites et sols pollués ou potentiellement pollués appelant une action des pouvoirs publics, à titre préventif ou curatif ». Cette base est mise à jour en continu, et intègre les nouveaux sites pollués dont le niveau de pollution suspectée nécessite l'action des pouvoirs publics.

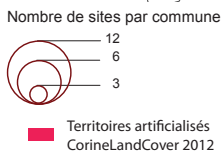
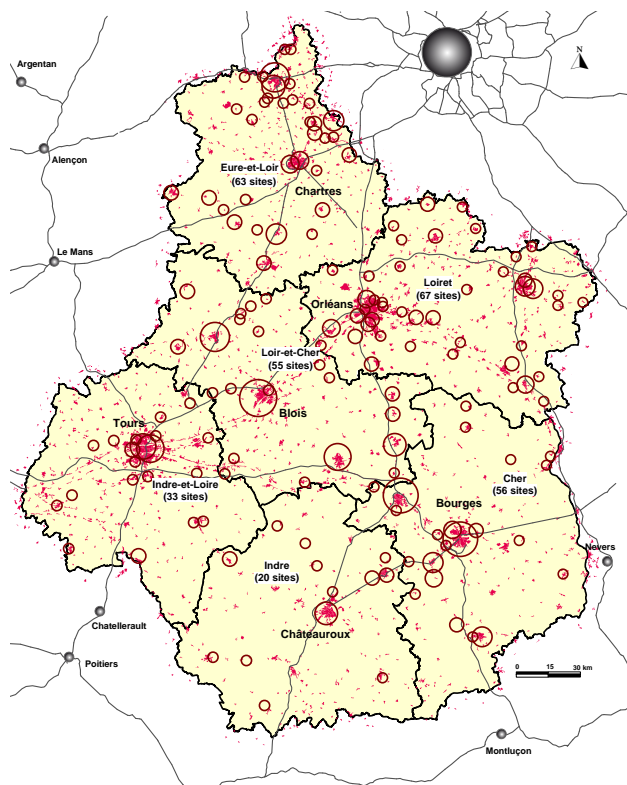
Les sites traités sont supprimés de la base mais conservés dans les inventaires historiques régionaux BASIAS. Selon l'inventaire BASOL, la région Centre-Val-de-Loire compte en septembre 2015, 302 occurrences de « sites et sols pollués », soit 4,8% des 6287 sites répertoriés au niveau national. Les pollutions, selon la nomenclature utilisée par BASOL, sont dues pour les deux tiers à trois secteurs d'activités, reflétant pour une part l'histoire industrielle de la région marquée par les industries métallurgique, mécanique et chimique à destination civiles ou militaires. Ce sont les départements du Loiret, d'Eure-et-Loir, du Cher et du Loir-et-Cher qui ont le nombre le plus élevé de sites nécessitant une remédiation ; respectivement : 67,63,56,55. Dans les départements d'Indre et d'Indre-et-Loire ce sont respectivement 33 et 20 sites qui sont recensés par Basol.

Graphe 4 : secteurs d'activités à l'origine des pollutions de sol



Source: BASOL 2015

Carte 13 : les sites et sols pollués



©DREAL Centre-Val de Loire - SEEVAC
Source : Basol (septembre 2015)
IGN - BD-Carto
BD-CorineLandCover 2012
Réalisation : SEEVAC - DVDEC - Septembre 2015

- Production d'électricité
- Sidérurgie, métallurgie, coke
- Industries diverses, santé
- Déchets et traitements
- Textile, tannerie
- Bois, papier et carton
- Entreposage, transports, vente d'automobiles et de carburants
- Stockage de céréales, industrie agro-alimentaire
- Mécanique, traitements des surfaces
- Céramique, verre, enrobés
- Chimie, parachimie, pétrole

2015

Année internationale
des sols

La FAO (Organisation des Nations-Unies pour l'alimentation et l'agriculture) a été désignée pour mettre en œuvre l'Année internationale des sols 2015, dans le cadre du Partenariat mondial sur les sols et en collaboration avec les gouvernements et le secrétariat de la Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification. A cette occasion, elle réaffirme la dépendance de l'humanité à la ressource sol et la nécessité de mieux le connaître. Par ailleurs, depuis 2010, le 5 décembre a été décrété "Journée mondiale des sols", pour rappeler régulièrement tous les enjeux liés au maintien de qualité des sols.

Pour en savoir plus : <http://www.fao.org/soils-2015/about/fr/>

Webographie - Bibliographie :

- Les cartes agrandies sont extraites du rapport national « L'environnement en France 2014 » ; Medde/CGDD/SOeS ; 382 pages : L'état des sols de France : Gis Sol ; 2011 ; 188 pages
- Ministère de l'Ecologie - Service de l'Observation et des statistiques - Sol : <http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr>
Thème : Environnement/Milieus/Sols
- Site du Groupement d'intérêt scientifique sur les sols : <http://www.gissol.fr>
- L'état des sols en France : <http://temis.documentation.developpement-durable.gouv.fr>
- Site du programme de recherche sur les sols GESSOL (Fonctions environnementales et gestion du patrimoine sols) du Medde : <http://www.gessol.fr>
- Association Française d'Etude des Sols : www.afes.fr
- Site du bureau européen des sols : <http://eu soils.jrc.ec.europa.eu>
- Portail "sols" de la Commission européenne : http://ec.europa.eu/environment/soil/index_en.htm
- Site de la FAO et de l'année internationale des sols <http://www.fao.org/soils-2015/fr/>
- Site de la DREAL Centre-Val de Loire : <http://www.centre.developpement-durable.gouv.fr>
- Portail documentaire de la région Centre-Val de Loire : <http://www.side.developpement-durable.gouv.fr/centre>

Profil Environnemental Régional :

Le Profil Environnemental Régional (PER) de la DREAL Centre-Val de Loire fait l'objet d'une mise à jour en continu, en lien avec les données. Son contenu se compose de chapitres portant sur les thèmes de l'environnement et ceux du développement durable et de la transition énergétique. La réalisation d'un chapitre est le fruit d'un travail transversal co-élaboré avec les services de la DREAL et avec une recherche constante d'ouverture vers des partenariats externes.

Directeur de publication :

Christophe Chassande

Service coordinateur du Profil Environnemental Régional : SEEVAC

- Chef de service : Olivier Clérycy Lanta
- Chef de département : Jacques Thorette
- Chef de projet Profil Environnemental Régional : Florence Couturier

Équipe rédactionnelle :

- Auteur : Jacques Thorette
- Cartographie : Marie-Christine Pellé
- Calculs et graphiques : Murielle Lethrosne
- Mise en page : Murielle Lethrosne
- Documentation : Françoise Matéos
- Remerciements : Véronique Antoni (CGDD/SOeS); Bertrand Laroche (INRA Orléans)
- ISSN : à venir

Crédits photographiques :

- Photothèque de la DREAL Centre-Val de Loire



Direction régionale de l'environnement,
de l'aménagement et du logement
5, avenue Buffon - CS 96407 45064 ORLEANS CEDEX 2
Tél : 02 36 17 41 41
Fax : 02 36 17 41 01