

Sol

Le sol est la couche superficielle de l'espace terrestre. C'est un volume meuble, agrégé et poreux, composé de matériaux minéraux, organiques, d'eau et d'air. Il est constitué de plusieurs couches superposées, les horizons, aux structures et compositions différenciées. Le sol est issu de l'altération et du remaniement d'un substrat rocheux par des processus physiques (ex. fragmentation des roches, circulation de l'eau), chimiques (ex. altération des minéraux) et des activités biologiques (ex. décomposition de la matière organique, trituration). Cette pédogenèse est très lente (de 0,1 à 10 mm/siècle^[1]) et n'a pas d'aboutissement ultime : un sol reste un [système](#) dynamique sujet à des boucles de rétroaction.

La plupart des terres émergées de la [Terre](#) sont recouvertes de sols, à l'exception des glaciers et des zones les plus désertiques. Du sol peut se former dans des espaces qui en étaient dépourvus (ex. polders, retrait glaciaire, coulée volcanique, zone exondée par remontée isostatique ou déconstruction de barrage), mais aussi disparaître (ex. urbanisation, retrait du trait de côte, mise en eau de lac de barrage, mine à ciel ouvert). Son épaisseur varie entre quelques centimètres et quelques dizaines de mètres selon des facteurs principalement latitudinaux (figure 1), lithographiques (friabilité de la roche) et topographiques (inclinaison et rupture de pente).

[caption id="attachment_2980" align="aligncenter" width="433"] Figure 1. Influence des facteurs climatiques sur la pédogenèse.
Source : Mathieu (2020) d'après Pedro (1985). Licence CC-BY[/caption]

A l'échelle globale, les sols constituent ensemble le géoderme (épiderme de la Terre) ou couverture pédologique^[2]. A l'interface entre la lithosphère, l'atmosphère, l'hydrosphère et la [biosphère](#), cette pédosphère joue un rôle de « géomembrane » (Lin, 2014) au cœur de la zone critique^[3] et donc de l'habitabilité de la planète. Contrairement aux autres sphères, la pédosphère « ne peut ni se mélanger rapidement (comme l'atmosphère), ni se déplacer de manière latérale le long du relief (comme l'eau), ni être clairement séparée en unités (comme la biosphère), ni échapper aux perturbations rapides (comme la lithosphère) » (Lin, 2014). Pour le même auteur, son hybridité intrinsèque en fait un système « semi-vivant » du fait de son absence de capacité reproductive, tandis que pour Puig de la Bellacasa (2014), il s'agit d'une « bioinfrastructure » relationnelle, car à la fois [biotopie](#), [biocénose](#) (flore, faune, champignons et bactéries) et réceptacle de matière organique morte.

A l'échelle locale, chaque sol peut être conçu comme le produit d'une configuration de milieu originale, dans un continuum spatial illustré p. ex. par les toposéquences (gradient de types de sols le long d'une pente). S'explique ainsi la prolifération de noms vernaculaires de sols agricoles comme, en France, les « boulbènes » ou les « terres franches ». La comparaison des profils de sols permet aux pédologues de construire de nombreuses typologies, comme le Référentiel pédologique français ou la *World Reference Base* internationale. Ainsi, les sous-types de sols les plus fréquents en France sont les brunisols (sols peu évolués, sur 19,4 % du territoire) et les calcosols (sols issus de matériaux calcaires, 10,8 %). Les sols sont aussi classés à l'aide de « triangles de textures » qui diffèrent d'un pays à l'autre (Richer de Forges *et al.*, 2008), mais partagent une attention pour la discrétisation de la portion minérale des sols en trois catégories : sables (2-0,5 mm en France), limons (0,5-0,002 mm) et argiles (< 0,002 mm). Les liaisons entre l'argile et la matière organique forment en effet un complexe apte à cimenter les limons et sables.

Des emplois figurés du terme « sol » s'éloignent de cette conception en ce qu'ils se réfèrent à la seule surface de la Terre (p. ex. « emprise au sol ») et non à une épaisseur tridimensionnelle. Les deux principaux sont « occupation du sol » (*land cover*) qui renvoie aux éléments matériels présents à la surface de la Terre et observables par exemple par télédétection et « usage du sol » (*land use* ^[4]) qui caractérise la manière dont est utilisée et gérée une portion de la surface de la Terre. Le plancher d'un logement est aussi appelé sol, tout comme, par extension, le matériau utilisé pour le recouvrir (parquet, marbre, moquette etc.).

Enfin, un faux homonyme est le terme « terre ». Il peut renvoyer à : (i) les matériaux contenus dans, et extraits du, sol, utilisés pour le jardinage et le paysagisme (terre végétale), la construction (terre crue) ou l'artisanat (terre cuite) ou (ii) un terrain (p. ex. terre agricole) qui possède des caractéristiques à la fois pédologiques, mais aussi liées au site, ainsi qu'aux relations entre acteurs à propos des droits liés à cette parcelle – donc aux aspects fonciers (Baysse-Lainé et Casanova, 2025).

« Classiquement, le sol comme objet de recherche est l'affaire des pédologues et des agronomes [...] En France, [...] il] n'est pas considérée de manière courante par le géographe comme un objet de recherche à part entière » (Le Gouée *et al.*, 2010), sauf en géomorphologie. Notons aussi que la notion bien géographique de [terroir](#) a des déterminants en partie pédologiques et que, plus largement, la question de la détermination des paysages par les sols ou de la transformation des sols par les pratiques anthropiques a traversé les recherches en géographie rurale.

Granjou et Meulemans (2023) soulignent que les sols sont toutefois devenus un objet des sciences sociales : (i) d'abord avec les travaux fondateurs de la *political ecology* et de l'ethnopédologie, ainsi qu'avec des recherches sur l'agriculture de conservation des sols ; (ii) ensuite dans les humanités environnementales (autour des notions de care multi-espèces, de matérialité et d'agentivité des sols vivants) et en *Sciences and Technology Studies* (reconfigurations des sciences et des modes de connaissances du sol). Dans la structuration anglophone de la recherche, les sols sont intégrés à plusieurs *nexus*, tels le *soil-water-energy nexus*.

L'entrée traditionnelle par la fertilité réduit les sols à une ressource productive principalement agricole, parfois même à un substrat inerte à fertiliser. Elle a été complétée depuis le début du siècle par une approche alliant les notions de qualité et de santé des sols, qui ouvrent des ponts vers les sciences sociales. La qualité d'un sol renvoie à l'ensemble des fonctions qu'il peut potentiellement assurer du fait de ses caractéristiques (physiques, chimiques, biologiques), en somme de ce que ce sol *est*. Cousin *et al.* (2024) synthétisent ce que les sols *font* en six fonctions (figure 2). Un sol peut ainsi être conçu comme plus ou moins multifonctionnel. Le niveau de réalisation effectif de ce potentiel caractérise la santé des sols : cette dernière dépend donc des modalités concrètes d'usage et de gestion appliquées à un sol en particulier. Une approche plus récente encore est celle de *soil security*, qui renvoie à l'entretien et l'amélioration de la ressource globale en sol afin de produire de la nourriture et de l'eau, de contribuer à la transition énergétique et de maintenir la biodiversité et les écosystèmes (McBratney *et al.*, 2014). Fertilité, qualité, santé et *security* se comprennent à différentes échelles (Schulte *et al.*, 2015) : le sol d'une portion de parcelle, la zone où une fonction est assurée par les sols (ex. un [bassin-versant](#) pour la régulation de l'eau), la zone où une société bénéficie d'un service écosystémique (ex. la planète pour l'atténuation du changement climatique).

[caption id="attachment_2983" align="aligncenter" width="416"] Figure 2 : Périmètre des 6 fonctions des sols retenues pour l'étude Indiquasols. Source : Cousin et al (2024)[/caption]

Au-delà de ces développements conceptuels dans le domaine scientifique, les sols ont été progressivement construits comme des objets de politique publique. Dans la lignée de l'émergence de la notion d'environnement, citons la Charte mondiale des sols en 1981. Cette prise en compte est toutefois restée limitée à des sols soit à risque (pollution, dégradation, désertification), soit exceptionnels (zones humides), les sols ordinaires ne bénéficiant pas d'un régime juridique propre (Desrousseaux, 2016). Depuis le milieu des années 2010, la reconnaissance est plus poussée à l'échelle mondiale : institution d'une journée puis d'une année des sols par l'ONU, inscription dans 2 des 17 ODD (n° 2.4 et 15.3), intégration dans les négociations environnementales internationales (Initiative 4 pour 1000). L'Union européenne n'est pas en reste, avec sa Stratégie Sols et sa directive *Soil Monitoring and Resilience Law* (SMRL) adoptée fin 2025. En France, les sols concourent à la constitution du patrimoine commun de la Nation (Code de l'environnement, art. L. 110-1). Dans ces contextes s'est développé un cadrage considérant les sols depuis les dix menaces auxquelles ils sont exposés en fonction de leurs modalités d'exploitation : le déséquilibre des éléments nutritifs, l'acidification, la perte de biodiversité, la compaction, la pollution, l'érosion, la perte de carbone organique, la salinisation, l'engorgement et l'imperméabilisation.

En géographie des risques, les sols apparaissent comme des vecteurs d'aléas comme p. ex. les mouvements lents et continus (retrait-gonflement des argiles, dont les effets sur le bâti croissent avec le changement climatique), les tassements par compression (diminution de volumes en cas de pompage de fluides souterrains, ex. de l'affaissement de Jakarta), les fluages sur faible pente (solifluxion et reptation) ou les mouvements rapides et discontinus (coulées de boue).

Ils subissent aussi des [aléas](#), l'érosion étant celui qui a concentré le plus d'attention, avec en moyenne la production de 1 t/ha/an de sédiment en zone tempérée. En géomorphologie, l'érosion est approchée par le modèle RUSLE^[5], qui rend notamment compte de la décorrélation entre le calendrier des pratiques culturales et celui des aléas pluviométriques (ravinements et décapage superficiel). Les rôles de la déforestation et des pratiques paysannes (cultures en terrasses, remontage de terre) dans l'érosion sont aussi un classique de la *political ecology* ; en effet, les facteurs renforçant de l'érosion, comme la suppression des obstacles qui va de pair

avec l'agrandissement des parcelles et la concentration foncière, sont notamment le produit de dynamiques inégalitaires des relations de pouvoir entre acteurs.

En complément, les pratiques de fertilisation des sols agricoles sont étudiées à plusieurs échelles. Les sols noirs sont les plus fertiles au monde, qu'ils soient naturels (*tcherzoniom*) ou artificiels (*terra preta* amérindienne). Existente de fait des anthrosols, des « sols fortement modifiés ou fabriqués par l'homme » dans divers types d'espaces agricoles : rizières, terrasses agricoles, jardins et zones maraîchères fortement enrichis en matières organiques et en sables (Association française pour l'étude du sol, 2009, p. 88 et 91). La fertilisation implique des circulations de matière, aussi bien mondialisées (exploitation minière des phosphates marocains, production d'azote par l'industrie pétrochimique) que plus locales (compostage, retour de la matière organique urbaine à l'agriculture). La fertilisation chimique de la modernisation agricole va toutefois de pair avec des pollutions (algues vertes), qui sont étudiées au prisme de la justice environnementale. Cette dernière notion pointe aussi vers les effets délétères de pesticides (chlordécone), polluants éternels (PFAS) et métaux lourds (agriculture urbaine) présents dans les sols.

Les pratiques concrètes d'utilisation des sols par leurs exploitants diffèrent largement selon les modèles agricoles ou sylvicoles mis en œuvre (Perret *et al.*, 2015), lesquels sont largement constitutifs de l'identité de ces mêmes exploitants, du fait de leur diffusion par les réseaux de relations et leur ancrage dans un système normatif (Compagnone et Pribetich, 2017). A la base de la révolution néolithique, le labour est désormais volontairement absent des formes les plus typiques de permaculture et d'agriculture de conservation des sols. Même si elle le conserve, l'agriculture biologique partage avec ces modèles un même intérêt pour la vie des sols. Les politiques publiques influent difficilement, p. ex. dans l'UE avec la Mesure agro-environnementale et climatique Sols.

Une des voies actuelles de reconfiguration du rapport entre agriculture et qualité des sols est liée à la « climatisation » des sols, ces derniers étant considérés d'abord au prisme de leur rôle de puits de carbone (variable dans l'espace selon des facteurs de température, de texture, d'occupation et d'usage des sols). Les promesses d'atténuation du changement climatique du fait de l'adoption de pratiques stockantes du *carbon farming* (travail simplifié du sol, cultures intercalaires, agroforesterie, haies et prairies, etc.) butent contre des incitations économiques contradictoires et la diversité des régimes fonciers, notamment (néo-)coutumiers dans le Sud global. Elles n'en stimulent pas moins l'émergence d'un marché de compensation autour de labels (dits bas carbone) et de la rémunération de pratiques p. ex. par des crédits carbone.

La reconnaissance du caractère non renouvelable et précieux des sols appelle à des politiques publiques permettant de préserver et restaurer leur qualité. La SMRL propose ainsi la mise en place d'une gouvernance territoriale à l'échelle de *soil districts* et *soil units* pour surveiller l'état des sols par le biais d'indicateurs. Quasi-inédite, cette initiative fait écho à la création des *soil conservation districts* aux Etats-Unis suite à la crise du *Dust Bowl*. Un frein à ce type de politiques publiques réside toutefois dans le manque d'informations standardisées et opérationnalisables pour outiller la planification et la gouvernance territoriales. La cartographie des sols a certes connu un essor depuis le début du siècle, notamment grâce à la modélisation statistique, mais ses résultats restent marqués par de l'incertitude et une grande variabilité selon l'échelle. En France, diverses bases de données permettent toutefois de suivre la qualité par échantillonnage (RMQS) ou d'approcher la diversité de 7 238 unités cartographiques de sols (ou « pédopaysages »).

Enfin, les sols urbains forment un ensemble à part car « ils peuvent être compactés, décapés, excavés, remblayés par différents matériaux terreux ou technologiques [...], traversés par des infrastructures en profondeurs, contaminés, voire [...] imperméabilisés » (Neaud *et al.*, 2024). Dans le Nord global, la prise de conscience des services écosystémiques qu'ils rendent (ex. îlots de chaleur urbains) et le développement de politiques de *No Net Land Take* (NNLT – ou ZAN en français pour Zéro artificialisation nette –, impliquant une compensation par renaturation de sols) conduit à un retour de la pleine terre en ville (voierie, cours d'école). En France, les documents d'urbanisme peuvent imposer des coefficients de surfaces non imperméabilisées constitutives de trames brunes. La mauvaise santé, voire la pollution, des sols en place conduit aussi à importer de la terre végétale depuis le front urbain, dans une économie linéaire critiquée par les tenants de la production de technosols. Issus de recherches en génie pédologique et restauration écologique (Vidal-Beaudet, 2018), ces derniers participent au recyclage de déchets organiques et de déconstruction, ainsi que de matériaux inertes (les « terres excavées » des aménageurs). Ils ne peuvent toutefois concerner que des surfaces limitées : pour atteindre le NNLT, il s'agit d'intégrer un réel souci de la qualité des sols à toute la planification territoriale (Guiony, 2023).

Adrien Baysse-Lainé

[1] Ex. : 30 ans pour un fluvisol brut, mais 13 000 ans pour un luvisol sur loess (Baize, 2024).

[2] Un autre adjectif se rapportant aux sols est : édaphique.

[3] Terme désignant « la pellicule la plus externe de la planète Terre, [...] siège d'interactions chimiques entre l'air, l'eau et les roches [...] et] habitat de l'espèce humaine » (<https://www.ozcar-ri.org/fr/la-zone-critique/quest-zone-critique>). Elle englobe les « roches altérées, eaux profondes, eaux de surface, sols, écosystèmes aériens, [le] microbiote souterrain [et la] basse atmosphère » (<https://www.ozcar-ri.org/fr/la-zone-critique>).

[4] NB : aucune des expressions anglaise n'utilise *soil*.

[5] érosivité des précipitations x érodabilité du sol x longueur et inclinaison de la pente x couverture végétale x pratiques de gestion des sols

Bibliographie

Références bibliographiques

- Association française pour l'étude du sol (2009) Référentiel pédologique 2008, Versailles : Quae.
- Baize D. (2024) « Âge et vitesse de formation des sols, une étude pas si facile », Planet-Terre.
<https://planet-terre.ens-lyon.fr/ressource/age-sols.xml>
- Baysse-Lainé A., Casanova Enault L. (2025) « Foncier », p. 242-244 in Collectif Martha Krug (coord.), Géographies, un dictionnaire, Paris : CNRS Editions.
- Compagnone C., Pribetich J. (2017) « Quand l'abandon du labour interroge les manières d'être agriculteur », Revue française de socio-économie, n° 18, p. 101-121. <https://doi.org/10.3917/rfse.018.0101>
- Cousin I. (coord.), Desrousseaux M. (coord.), Leenhardt S. (coord.), Angers D., Augusto L., Ay J.-S., Baysse-Lainé A., Branchu P., Brauman A., Brichler M.-C., Chemidlin Prévost-Bouré N., Compagnone C., Froger C., Gros R., Hermon C., Itey J., Keller C., Laroche B., Lelièvre V., de Mareschal S., Meulemans G., Montagne D., Pérès G., Saby N., Vaudour E., Villerd J., Violle C. (2024) Préserver la qualité des sols : vers un référentiel d'indicateurs, Synthèse du rapport d'étude, INRAE. <https://hal.inrae.fr/hal-04828558v1>
- Desrousseaux M. (2016) La protection juridique de la qualité des sols. Paris : LGDJ.
- Granjou, C., Meulemans, G. (2023). « Bringing soils to life in the human and social sciences »; Soil Security, vol. 10, art. 100082. <https://doi.org/10.1016/j.soisec.2022.100082>
- Le Gouée P., Marie M., Cantat O., Bensaïd A. (2010) « Quand le géographe fait du sol une interface essentielle entre agriculture durable, société et environnement. Exemple de deux études de cas traitées en Basse-Normandie », colloque ISDA 2010, 28-30 juin, Montpellier, 10 p. <https://hal.science/hal-00521286/>
- Guiony J. (dir.) (2023), La transition foncière, La Tour d'Aigues : L'aube.
- Lin H. (2014) « A New Worldview of Soils », Soil Science Society of America Journal, n° 78, p. 1831–1844. <https://doi.org/10.2136/sssaj2014.04.0162>
- McBratney A., Field D. J., Koch A. (2014), « The dimensions of soil security », Geoderma, n° 213, p. 203-213. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2013.08.013>
- Mathieu C. (2020) « Le sol, l'épiderme vivant de notre planète », Planet-Terre.
<https://planet-terre.ens-lyon.fr/ressource/sol-epiderme-vivant.xml>
- Neaud C., Martin M., Monod K., Branchu P. (2024), Les coefficients de surfaces non imperméabilisées et éco-aménageables : un outil de planification pour préserver les sols en milieu urbain, rapport d'étude, Cerema, 38 p.
<https://doc.cerema.fr/digitalCollection/DigitalCollectionAttachmentDownloadHandler.ashx?parentDocumentId=601669&documentId=601670&skipWatermark=true&skipCopyright=true>
- Perret É., Cahuzac É., Cantelaube P., Guiffant N., Turpin N. (2015) « Protéger les sols et lutter contre le changement climatique?: Comment mesurer les disparités de stratégies locales?? » VertigO, vol. 15, n° 2. <https://doi.org/10.4000/vertigo.16459>
- Puig de la Bellacasa M. (2014) « Encountering bioinfrastructure: Ecological struggles and the sciences of soil », Social Epistemology: A Journal of Knowledge, Culture and Society, vol. 28, n° 1, p. 26–40. <https://doi.org/10.1080/02691728.2013.862879>
- Richer de Forges A., Feller C., Jamagne M., Arrouays D., 2008, « Perdus dans le triangle des structures » Etude et Gestion des

Sols, vol. 15, n° 2, p. 97-111. <https://www.afes.fr/ressources/perdus-dans-le-triangle-des-textures/>

-Schulte R. P. O., Bampa F., Bardy M., Coyle C., Creamer R. E., Fealy R., Gardi C., Ghaley B. B., Jordan P., Laudon H., O'Donoghue C., Ó'hUallacháin D., O'Sullivan L., Rutgers M., Six J., Toth G. L., Vrebos D. (2015), « Making the Most of Our Land: Managing Soil Functions from Local to Continental Scale », *Frontiers in Environmental Science*, vol. 3, art. 81.

<https://doi.org/10.3389/fenvs.2015.00081>

-Vidal-Beaudet L. (2018) « Du déchet au Technosol fertile : l'approche circulaire du programme français de recherche SITERR

HYPERGE