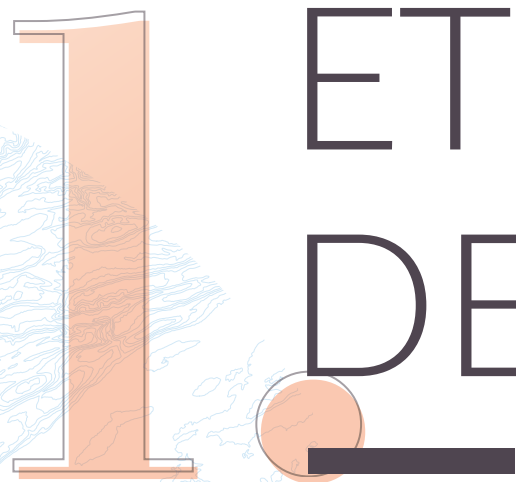




Sur les crêtes du Jura au mois de février aux environs du Crêt de la Neige, département de l'Ain.



LES ORIGINES, LA FORMATION ET L'OCCUPATION DES SOLS



Des moyennes montagnes singulières et en perpétuelle (dé)formation...



Les différences de dureté des roches et l'histoire tectonique locale sont à l'origine des paysages tels que l'on peut les observer aujourd'hui.

Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM)



**Les origines, la formation
et l'occupation des sols**



DES MOYENNES MONTAGNES SINGULIÈRES ET EN PERPÉTUELLE (DÉ)FORMATION...

À partir des composantes géologiques, topographiques, hydrographiques et infrastructurelles, ainsi que des caractéristiques de l'occupation du sol, cette partie propose une lecture synthétique de la morphologie physique des montagnes du Jura.



Baume-les-Messieurs, le village, département du Jura.



Lapiés (ou lapiaz) de Loulle, département du Jura.



Les pertes de la Valserine, Valserhône, département de l'Ain.

1.1 ORIGINE ET FORMATION GÉOLOGIQUE

La géologie, sous-jacente et le plus souvent invisible, occupe une place prépondérante dans l'explication des paysages des montagnes du Jura.

Ces dernières se sont formées lors de plusieurs temporalités successives donnant lieu notamment à des strates géologiques éponymes accompagnées de structures géomorphologiques spécifiques et faisant souvent office de cas d'école : style karstique plissé et faillé appelé également « jurassien » issu d'une masse de sédiments formés dans les mers jurassiques et crétacées reposant sur le socle hercynien (ante triasique). Ceinture de chevauchement issue de l'orogénèse « récente » alpine, les montagnes jurassiennes se sont ainsi formées par une suite d'événements géologiques majeurs : dépôt des sédiments marins (marnes, sel, calcaire) qui constitueront le substrat calcaire et marno-calcaire jurassien (250 Ma - 140 Ma) > émergence progressive et érosion des strates sédimentaires karstiques jurassiques émergées (140 Ma - 30 Ma) > décollement de leur substrat du socle hercynien par l'intermédiaire du Trias salifère puis plissement et fracturation de ces mêmes calcaires jurassiques sous l'effet de la poussée des Alpes (30 Ma - 2 Ma) > succession de périodes glaciaires et interglaciaires quaternaires laissant derrière elles des vallées creusées, cirques, moraines et sommets érodés (2 Ma à -12 000 ans). Lors des

dernières périodes glaciaires, la glace a poussé les roches et les alluvions qui ont été déposées aux marges déformant ainsi le massif. En fondant, ces eaux glaciaires ont formé les lacs ainsi que les tourbières (zones humides) des montagnes du Jura.

Les reculées, formations typiques du Jura, témoignent également de l'action de l'érosion karstique et fluviale, laissant apparaître des vallées en cul-de-sac entourées de falaises calcaires majestueuses.

Depuis 12 000 ans maintenant et l'entrée dans la période interglaciaire également appelée Holocène, le mécanisme d'érosion et de modelage des montagnes du Jura se poursuit continuellement au travers des différents processus d'altération paysagère : érosion fluviale, altération chimique des roches sédimentaires ou karstification (via la formation de dolines*, ouvalas*, lapiés (ou lapiaz)*, avens*, gouffres*...), séismes, glissements de terrains, dépôts de sédiments...

* EN QUELQUES MOTS...

Doline : excavation circulaire fermée de nature karstique, à fond plus ou moins plat, pouvant mesurer dix à plusieurs centaines de mètres de diamètre, utilisée parfois comme terrain de culture.

Ouvala : coalescence de deux dolines.

Lapié (ou lapiaz) : forme mineure la plus caractéristique du karst, rainure plus ou moins profonde résultant de la dissolution du calcaire en surface et se présentant en groupements denses.

Gouffre : cavité souterraine creusée par les eaux dans les régions calcaires.

Aven : puits d'une profondeur parfois considérable, aux parois abruptes en forme d'entonnoir, ouvert par l'érosion à la surface d'un terrain calcaire.



-250 Ma
(millions d'années)

Début de la **formation des montagnes du Jura** par une vaste plaine inscrite sur un socle primaire granitique érodé



-200 Ma
Ouverture et arrivée d'une mer intérieure peu profonde, chaude et propice à la vie animale et végétale (mer de Téthys, ancêtre de l'océan Pacifique)



25°C de **température atmosphérique moyenne** durant **l'ère jurassique**
(-200 à -140 Ma)



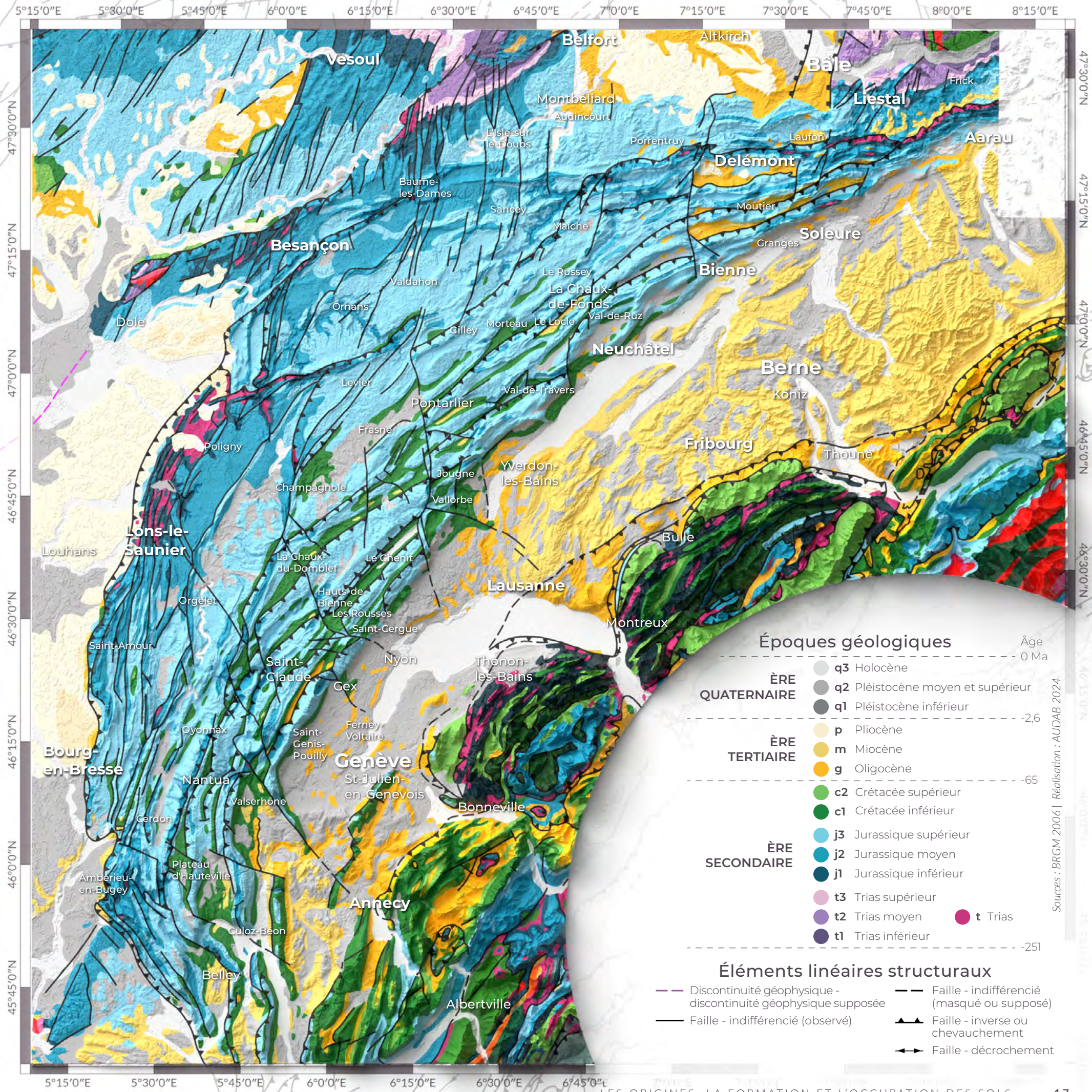
-30 à 2 Ma
(millions d'années)

Retrait progressif de la mer de Téthys, **collision continentale** avec **soulèvement alpin** qui exerce une forte pression décollant puis plissant progressivement le massif du Jura



-2 Ma à -20 000 ans

Succession d'au moins **17 périodes glaciaires** dont la dernière (glaciation de Würm) a créé un immense glacier qui a raboté une partie des montagnes du Jura.



1.2 TOPOGRAPHIE

Les montagnes du Jura sont des montagnes d'altitude moyenne qui n'ont certes pas la même ampleur que les Alpes voisines ou les Pyrénées.

Les monts les plus élevés s'amplifient progressivement vers l'est. Les plus hauts atteignent environ 1 700 mètres comme le Crêt de la Neige (1 718 m d'altitude), Le Reculet (1 717 m), le Colomby de Gex (1 688 m) en France, ou le Mont Tendre (1 679 m) et la Dôle (1 677 m) en Suisse. Ces monts situés à la limite orientale du massif jurassien surplombent le Pays de Gex ou le Plateau suisse situés environ 1 200 mètres en contrebas.

D'ouest en est, le relief du massif jurassien s'élève progressivement par paliers altimétriques successifs formant une structure topographique en escalier allant de plateaux peu élevés (400 à 600 mètres) aux hautes chaînes orientales (environ 1 700 m) et ce, en passant par des vallées isolées, profondes et de plus en plus étroites. Par conséquent, en partant des plaines de la Saône, la topographie s'élève graduellement de chaîne en chaîne et ce, jusqu'aux sommets. Schématiquement, cela donne le profil topographique suivant : plaine saônoise > faisceaux* de plis externes (dont Avants-Monts*) > plateaux en paliers > arc de la Haute Chaîne (faisceaux internes) > Plateau suisse en contrebas.

Du nord au sud, dans une large partie nord des montagnes jurassiennes (au nord d'Oyonnax), les hautes chaînes orientales se resserrent de plus en plus et ce sont les successions de plateaux (Lons-le-Saunier, Saône-Bouclans,

Champagnole, Levier-Nozeroy, Ornans, Amancey...) qui occupent la plus grande partie du massif septentrional. Tout au nord, la chaîne du Lomont barre l'ensemble et amorce la direction ouest-est du Jura suisse dont les plis décroissent progressivement. Au centre, entre Besançon et Yverdon-les-Bains, le massif atteint sa plus grande largeur (70 km). Dans la partie méridionale, un ensemble de plis s'enchevêtre sur toute la largeur et s'estompe également en allant vers l'ouest (jusqu'aux chaînons* du Revermont). Entre ces chaînes qui sont moins régulières et moins complètes qu'au nord se logent des vals plus nombreux et mieux reliés entre eux.



1 718 m
Crêt de la Neige
(Ain, France)

1 717 m
Le Reculet
(Ain, France)

1 688 m
Colomby de Gex
(Ain, France)



* EN QUELQUES MOTS...

Anticlinal : pli convexe vers le haut en forme de n.

Avant-Mont : contrefort, relief en avant d'une montagne.

Chaîne ou chaînon : ensemble montagneux constitué de sommets et de monts, voire de volcans.

Cluse : gorge par laquelle une rivière coupe un mont ou une succession de monts par le travers du pli.

Combe : dépression longitudinale due à l'érosion, située au sommet et dans l'axe du pli anticlinal*.

Crêts : surplombs qui encadrent les combes*.

Faisceaux : zones faillées, plissées qui bordent ou séparent les plateaux entre eux.

Mont : chaînon correspondant à un anticlinal*.

Plateau à structure plissée : succession de synclinaux* et anticlinaux* se développant parallèlement les uns aux autres.

Relief inversé : inversion du relief par l'érosion (val ou synclinal* perché, combe*, crêt*...).

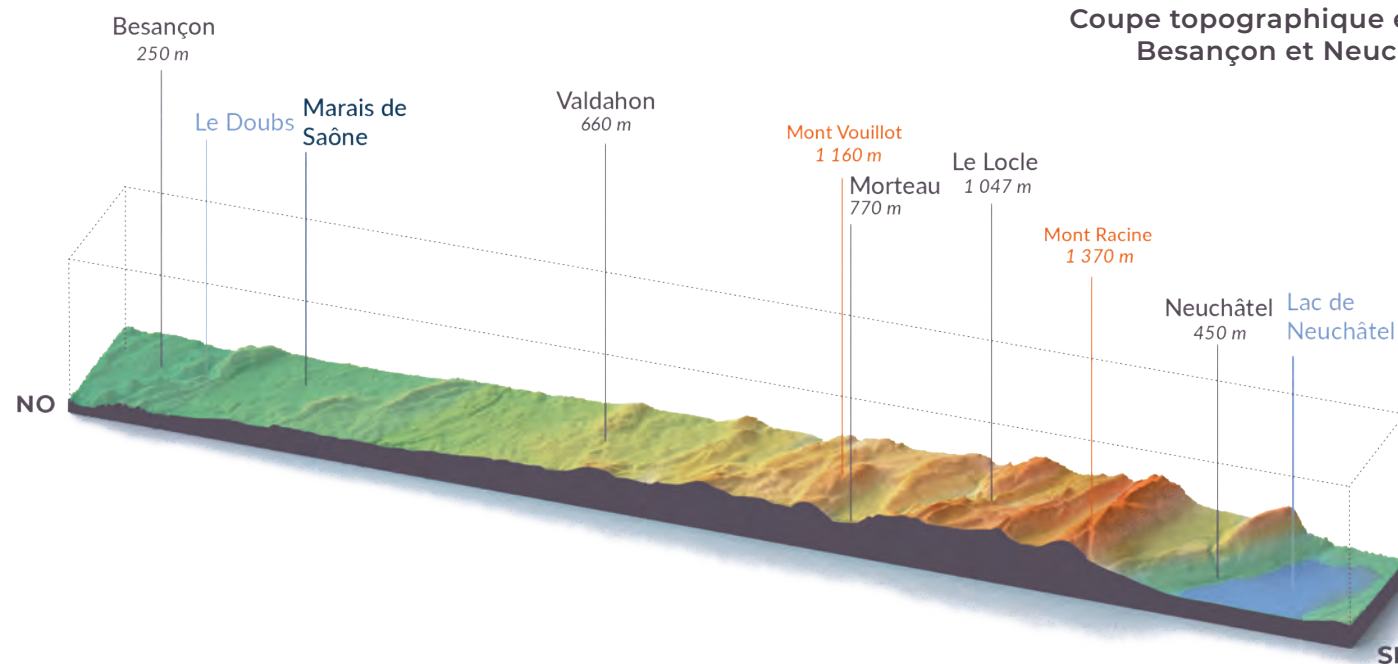
Synclinal : pli concave vers le haut en forme de U.

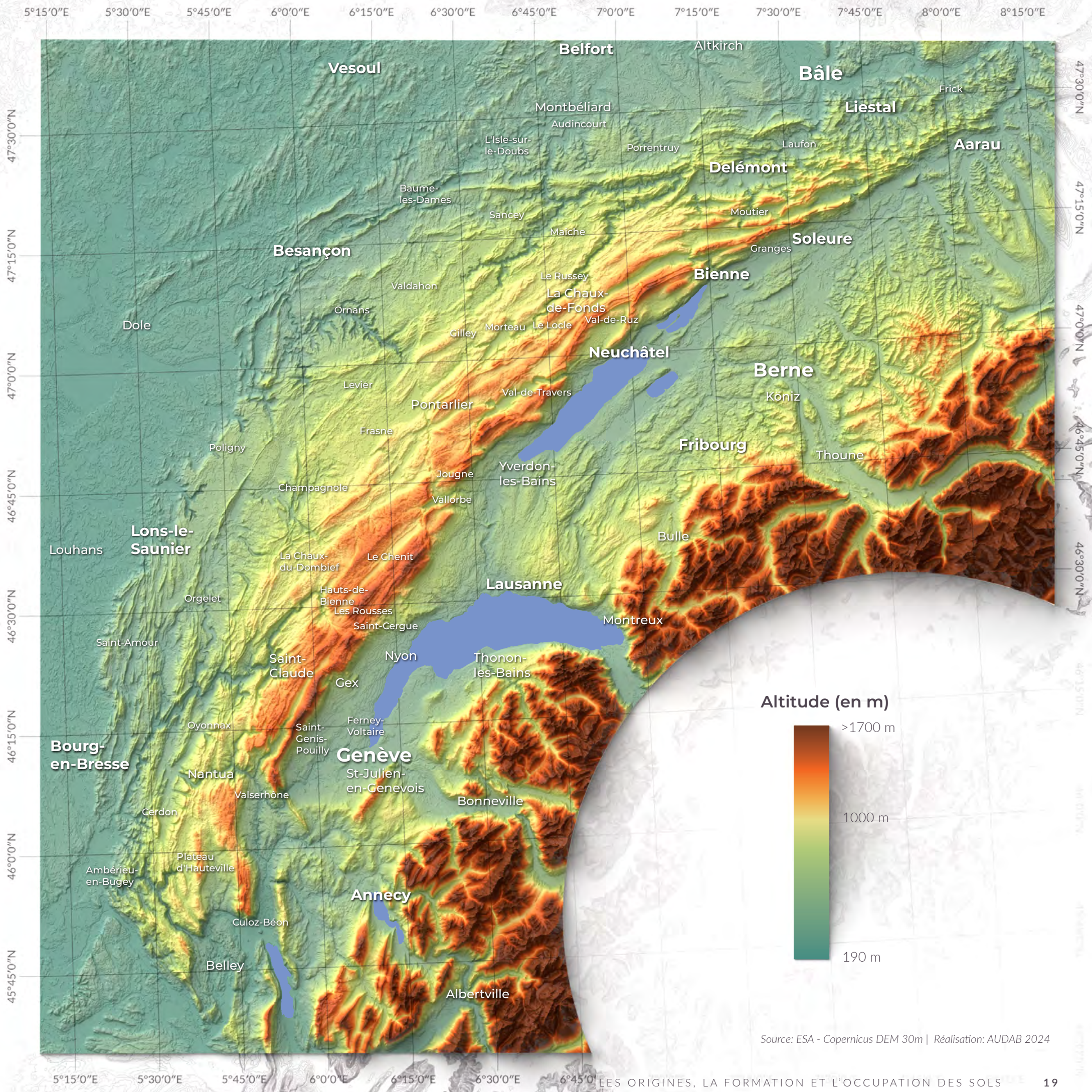
Val : dépression allongée dans l'axe du pli synclinal* située entre deux anticlinaux.

Nouveau point culminant

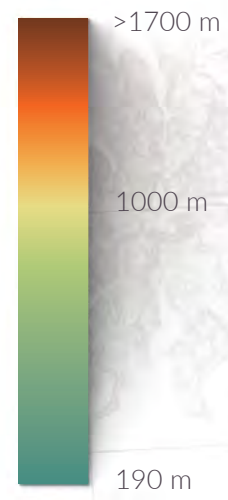
Selon une récente étude, le massif du Jura a désormais un nouveau point culminant, nommé « j1 », qui culmine à 1 720 mètres d'altitude. Ses coordonnées exactes n'ont néanmoins pas été communiquées au grand public, étant situé dans une zone protégée.

Coupe topographique entre Besançon et Neuchâtel





Altitude (en m)



Source: ESA - Copernicus DEM 30m | Réalisation: AUDAB 2024

1.3 HYDROGRAPHIE

“ **La partie suisse accueille 25 % du réseau hydrographique, la partie française 75 %.** ”

Jusqu'à ce jour, les montagnes du Jura bénéficient d'une ressource en eau abondante. Le réseau hydrographique, à la fois de surface et de surcroît souterrain (ruisseaux, rivières, résurgences, cascades, étangs, lacs, canaux, tourbières, etc.), joue un rôle essentiel dans le drainage des eaux de pluie et de neige. La configuration topographique du massif oriente majoritairement l'écoulement hydrographique vers l'ouest et le sud, c'est-à-dire vers le sillon Saône-Rhône et la Méditerranée, mais aussi, et dans une moindre mesure, vers le nord-est (Rhin puis mer du Nord). En raison de la nature karstique et par conséquent perméable des roches du massif jurassien, l'écoulement de l'eau se fait le plus souvent de manière souterraine rendant, encore à ce jour, le réseau sous-jacent (rivières souterraines, grottes et sources) complexe à identifier précisément. Cette circulation souterraine relativement peu profonde peut également déboucher au pied des falaises calcaires (sources du Lison et de la Loue) en grosses résurgences bouillonnantes.

Comme pour la ligne sommitale du massif du Jura, la frontière franco-suisse ne suit pas toujours celle de partage des eaux. Contrairement à la partie française dont le réseau s'écoule essentiellement vers l'ouest et le sud, la partie suisse qui accueille 25 % du réseau hydrographique de la zone d'étude se partage, quant à elle, entre deux bassins-versants distincts : celui rhodanien orienté vers l'ouest ou le sud-est (le Doubs et ses affluents suisses tels que l'Allaine, le Creugenat ou la Vendine et les ruisseaux alimentant le lac Léman) et celui rhénan orienté vers l'est (l'Areuse, la Birse, la Gabiare, l'Orbe dont la source se situe en France, la Sorne ou la Scheulte). Toutefois, le Rhin situé plus au nord n'a pas toujours emprunté le fossé rhénan. Avant le Pliocène (5 Ma - 2 Ma), il rejoignait les eaux du Doubs pour se déverser dans une vaste étendue (lac bressan) devenue aujourd'hui la plaine bressane et la forêt de Chaux. L'Aar-Doubs est le nom donné à cet ancien réseau hydrographique qui a longtemps façonné les formes du tracé actuel du Doubs, long de 450 km, et qui prend sa source côté français (Mouthe). Ce dernier délimite un temps la frontière, forme un coude dans la partie suisse (Clos du Doubs) puis retourne en France et se jette dans la Saône au niveau de Verdun-sur-le-Doubs.

La partie française, qui accueille 75 % du réseau hydrographique observé, se caractérise par des cours d'eau majeurs tels que le Doubs et ses affluents (la Loue et indirectement le Lison, le Dessoubre, la Bourbeuse, l'Allaine...), l'Ain voire la Valserine. Pour atteindre le sillon Saône-Rhône, ces rivières ont dû s'extraire des vals longitudinaux nord-sud jurassiens en creusant de nombreuses cluses dans la roche. Si le Rhône marque ici la limite méridionale de la zone d'étude, il traverse et creuse également les montagnes du Jura qui s'effilent et se terminent géologiquement 35 km plus au sud le long de la faille de Voreppe (Isère).

Issues des dernières glaciations qui ont entraîné la formation de nombreuses zones humides, les montagnes du Jura abritent enfin de nombreux lacs et tourbières : les lacs naturels ou artificiels de Vouglans (16 km²), Saint-Point (5 km²), Chalain (2 km²) ou Clairvaux (0,8 km²) en France et Joux (9 km²) et des Taillères (0,5 km²) en Suisse ainsi que les tourbières de Frasne Bouverans, Malpas, Cluse-et-Mijoux ou de Remoray en France et des Ponts-de-Martel ou de la Brévine (lac des Taillères) en Suisse. Hormis les lacs des Rousses, de Joux et des Taillères dont les eaux partent vers le bassin du Rhin, par l'intermédiaire de l'Orbe, toutes les grandes étendues d'eau des montagnes du Jura alimentent le bassin du Rhône.



2 bassins versants
rhodanien (Méditerranée)
et rhénan (mer du Nord)

4 050 km
de réseau
hydrographique

998 km
dans la partie **suisse** (25 %)

3 052 km
dans la partie **française**
(75 %)

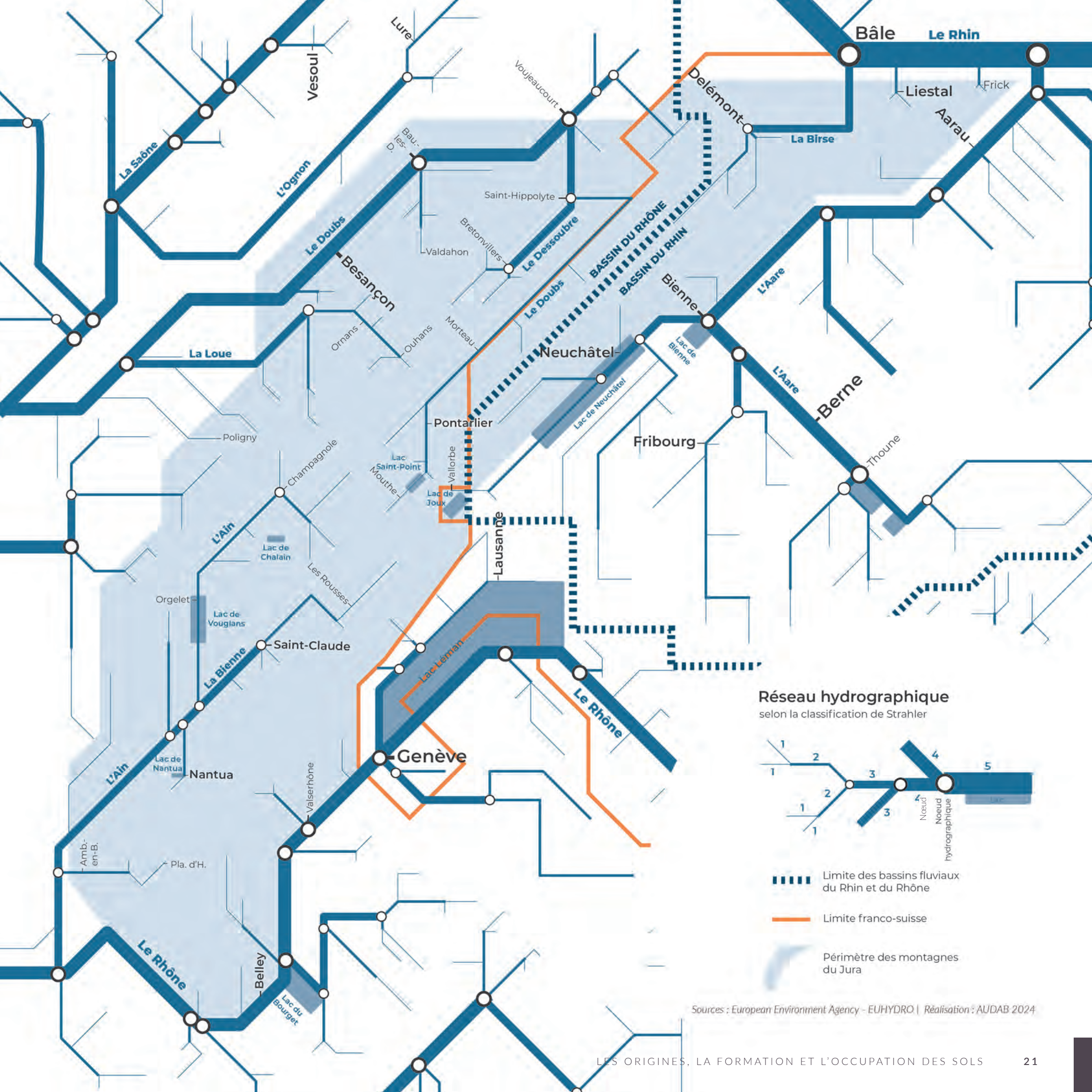
118 lacs
qui recouvrent

6 950 km²



Changement climatique et sécheresse

Les phénomènes récemment observés de canicules et de sécheresses en France et en Suisse (2022 - 2023) présentent de nombreux risques pour le réseau hydrographique jurassien : baisse des niveaux d'étiage ; réduction de la biodiversité locale ; augmentation de la pollution ; restrictions pour les activités humaines, l'agriculture et l'industrie ; incendies ; dégradation des tourbières locales...



Sources : European Environment Agency - EUHYDRO | Réalisation : AUDAB 2024

1.4 INFRASTRUCTURES

Les montagnes du Jura restent bordées voire contournées par les axes majeurs européens de communication situés de part et d'autre et en contrebas du massif.

Le massif du Jura, bien que d'altitude modérée et moins imposant que les Alpes voisines, constitue un obstacle naturel majeur aux circulations est-ouest. Cette contrainte est particulièrement marquée à l'est, où la première chaîne jurassienne, la plus élevée, forme une barrière difficilement franchissable. Les passages routiers se concentrent ainsi sur quelques points stratégiques, dont les cols de Jougne (N57, 1 012 m d'altitude), de la Faucille (D1005, 1 320 m) et des Roches (D461, 920 m). Pour le transport ferroviaire, les principaux points de franchissements sont le tunnel du Mont d'Or (6 km de long, 900 m), qui permet à la ligne Paris - Dijon - Lausanne (TGV Lyria) de relier les deux versants du massif, la cluse de Pontarlier (860 m) empruntée par la ligne Frasné - Verrières-de-Joux, ainsi que le tunnel des Roches (920 m) sur la ligne des Horlogers entre Besançon et Le Locle.

À l'intérieur du massif français, deux lignes ferroviaires nord-sud assurent une desserte complémentaire. La ligne du Revermont, reliant Bourg-en-Bresse à Besançon via Lons-le-Saunier et Mouchard, longe les contreforts ouest du Jura avec un tracé relativement doux. À l'inverse, la ligne des Hirondelles, reliant Dole à Saint-Claude, s'enfonce au cœur du massif par un parcours plus accidenté, ponctué de viaducs et tunnels emblématiques (viaducs

de Morez). Elle constitue un lien essentiel pour les territoires enclavés du Jura central (Champagnole, Morbier, Morez, Saint-Claude).

Plus au nord, la traversée du massif est facilitée par l'axe Paris - Berne, qui emprunte la N1019 et l'A16 en Suisse, ainsi que par la ligne ferroviaire Belfort - Bienne via Delle et Delémont. Cet itinéraire, où le relief est plus vallonné, offre un accès direct et plus rapide au territoire helvétique.

Malgré un réseau de plus de 25 000 km de routes, 400 km d'autoroutes et 1 400 km de voies ferrées, les grandes infrastructures de communication restent en périphérie, concentrées dans les piémonts où le relief est moins contraignant. À l'ouest et au nord, les autoroutes A39, A36 et A16 (« Transjurane » en Suisse) accueillent les principaux flux. À l'est, les autoroutes A5, A9 et A1 longent le plateau suisse et connectent les grandes métropoles fédérales. Plus au sud, l'A40 (appelée aussi « Autoroute des Titans » à cause de ses nombreux ouvrages d'art franchissant le Jura), relie Mâcon à la Haute-Savoie, tandis que l'A404 dans un tracé sud-nord dessert Oyonnax.

Le réseau des grandes lignes ferroviaires suit une logique similaire. Tandis que les lignes Lyon - Genève et Lyon - Besançon - Mulhouse longent



Vue sur le viaduc de l'Evalude et le viaduc des Crottes, ligne des Hirondelles, département du Jura.

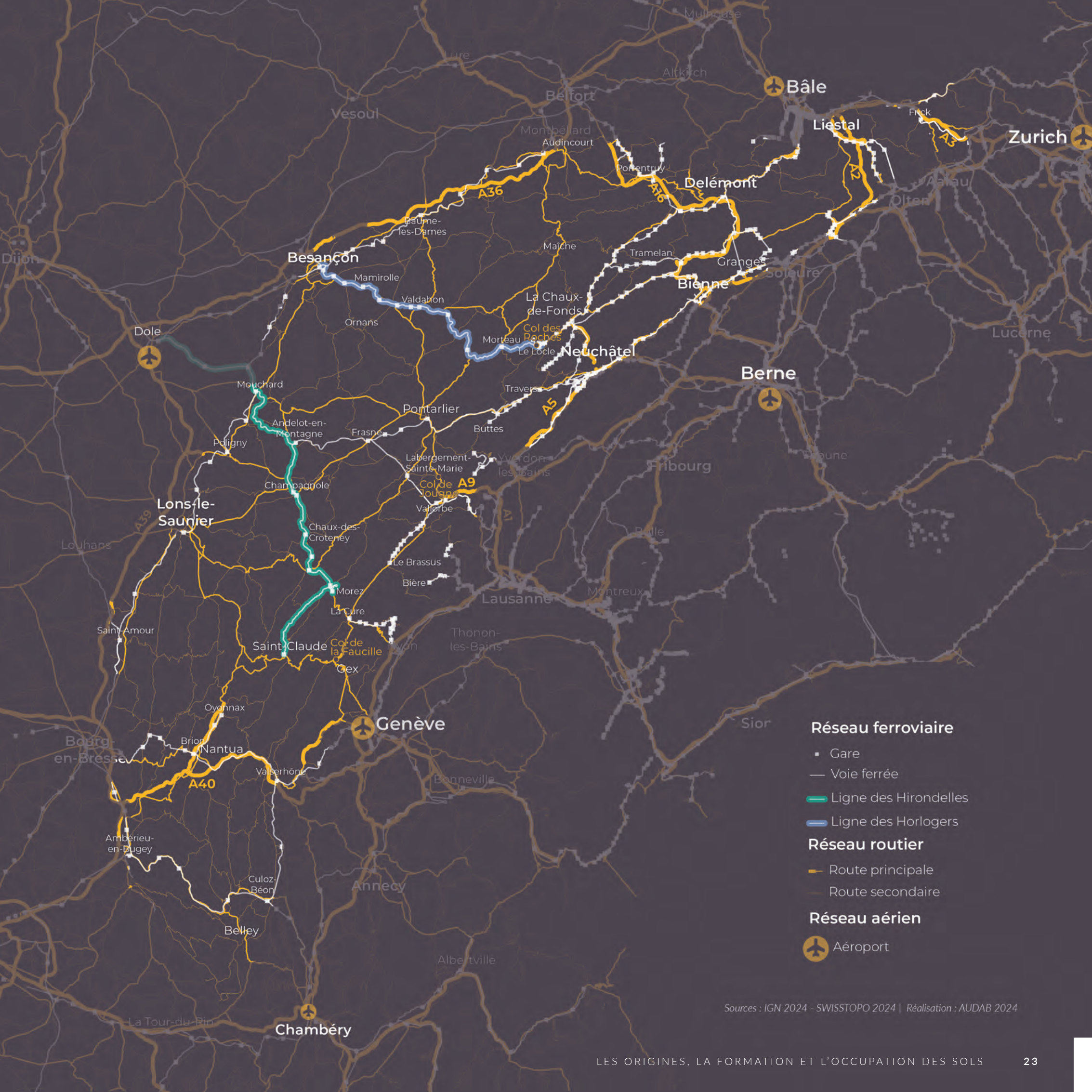
les marges ouest et sud du massif, la ligne Genève - Lausanne - Zurich via Yverdon ou Fribourg joue un rôle structurant à l'est. Ces infrastructures illustrent le contournement du massif par les flux de transport, privilégiant de fait les itinéraires directs et évitant les contraintes du relief.

Enfin, la desserte aérienne repose sur des plateformes situées également en périphérie des montagnes du Jura. L'aéroport de Genève (14 millions de passagers en 2022) constitue la principale porte d'entrée vers la Suisse romande et le bassin lémanique, tandis que celui de Bâle-Mulhouse-Fribourg (7 millions de passagers) dessert le nord du massif. Plus modeste, l'aéroport de Dole-Jura (100 400 passagers) joue toutefois un rôle régional pour la Bourgogne-Franche-Comté.



La ligne des Hirondelles

Véritable prouesse technique du XIX^e siècle, la ligne ferroviaire des Hirondelles qui relie Dole à Saint-Claude, met en valeur la richesse géologique et naturelle des montagnes du Jura tout en desservant des territoires enclavés. Sur plus de 120 km, cette ligne traverse des paysages variés, entre plateaux calcaires, forêts denses et vallées encaissées, franchissant viaducs et tunnels spectaculaires.



Réseau ferroviaire

- Gare
- Voie ferrée
- Ligne des Hirondelles
- Ligne des Horlogers

Réseau routier

- Route principale
- Route secondaire

Réseau aérien

- Aéroport

Sources : IGN 2024 - SWISSTOPO 2024 | Réalisation : AUDAB 2024

1.5 OCCUPATION DES SOLS

La majeure partie de l'espace jurassien est couverte par des espaces forestiers et agricoles.

En 2018, 5,5 % de la surface des montagnes du Jura est artificialisée (5,0 % dans la partie française et 6,7 % dans la partie suisse). Ce degré d'artificialisation (logements, bâtiments industriels ou commerciaux, infrastructures de communication...) qui est supérieur à celui observé dans l'Union européenne (4,8 %) reste en-deçà des taux observés en France métropolitaine (6,0 %) ou en Suisse (6,8 %) notamment. Les territoires les plus artificialisés concernent les communes urbaines de Besançon, Bienne (Biel), Valserhône, Neuchâtel, Ambérieu-en-Bugey, La Chaux-de-Fonds, Yvertois, Pontarlier et Lons-le-Saunier puis dans une moindre mesure les communes de Val-de-Travers, Granges (Grenchen), Belley, Val-de-Ruz, Valentigney, Audincourt et Champagnole.

La majeure partie de l'espace jurassien est couverte par des espaces forestiers (51,2 % dans l'ensemble jurassien, 52,5 % dans la partie française et 48,1 % dans la partie suisse) et agricoles (42,1 % dans l'ensemble jurassien, 41,2 % dans la partie française et 44,4 % dans la partie suisse). Les surfaces en eau et les zones humides occupent, quant à elles, 1,2 % de l'espace total (1,3 % dans la partie française et 0,8 % dans la partie suisse), ce qui est légèrement au-dessus du degré d'occupation européen (1,0 %). Par rapport à la répartition de l'occupation

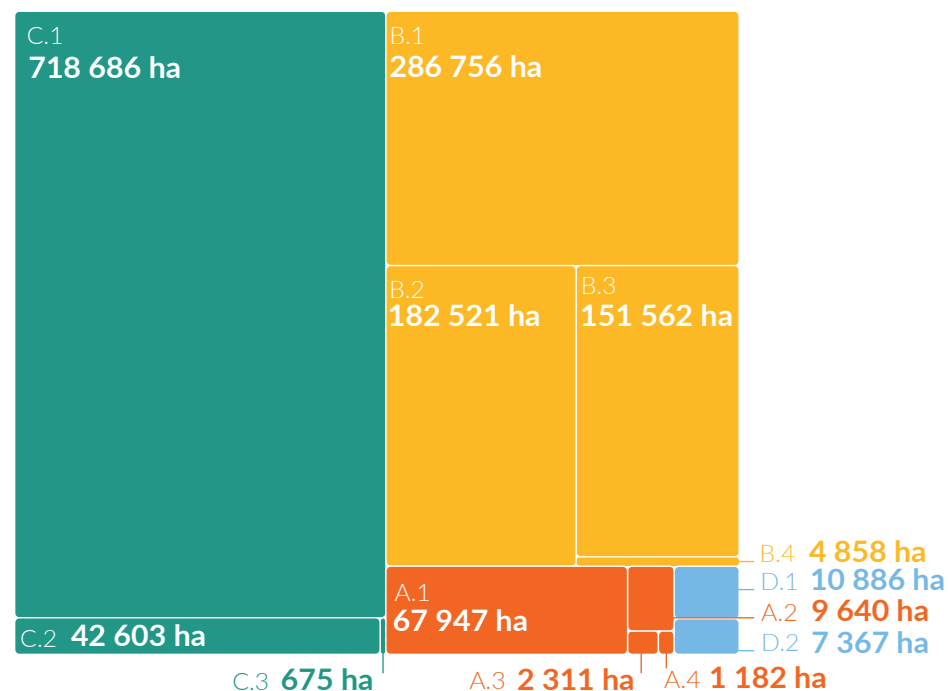
des terres observée dans l'Union européenne et en France métropolitaine, les principales spécificités biophysiques de l'ensemble jurassien s'expriment par une surreprésentation des milieux forestiers et semi-naturels (51,2 % contre 45,6 % dans l'Union européenne) et ce, aux dépens des terres agricoles globalement sous-représentées ici (42,1 % contre 44,7 % dans l'Union européenne). Comparé à la Suisse, les forêts et milieux semi-naturels y sont sous-représentés (51,2 % contre 62,2 %) tandis que les territoires agricoles y sont fortement surreprésentés (42,1 % contre 27,4 %).

Entre 2012 et 2018 et dans l'ensemble des montagnes jurassiennes, les territoires artificialisés ont progressé de 466 ha (hectares), soit +0,7 %, dont 408 ha supplémentaires concernant la partie française (+0,9 %), et 58 ha supplémentaires pour la partie suisse (+0,2 %). Les territoires qui ont connu les plus importantes artificialisations sont ceux frontaliers des Portes du Haut-Doubs, du Pays de Gex, de Champagnole Nozeroy Jura et du Grand Pontarlier mais également ceux d'Arbois, Poligny, Salins, Cœur du Jura et de Grand Besançon Métropole plus éloignés de la frontière. Dans une moindre mesure, les districts suisses de Bienne (Biel) et du Jura bernois ont connu une croissance modérée de leur artificialisation, processus nettement moins marqué sur le versant suisse.

Chaque année, sous la pression de l'ensemble des activités humaines, les montagnes du Jura perdent environ 70 ha agricoles (60 ha versant français et 10 ha versant suisse) et 18 ha forestiers (11 ha versant français et 7 ha versant suisse). Si les changements d'affectation des sols concernent essentiellement

les espaces agricoles voire forestiers au profit de l'artificialisation, d'autres mutations, certes moins importantes, existent également : près de 11 ha artificialisés (9 ha versant français et 2 ha versant suisse) et 8 ha forestiers (6 ha versant français et 2 ha versant suisse) ont été annuellement transformés en terres agricoles. Contrairement aux territoires artificialisés (+0,7 % entre 2012 et 2018) et agricoles (+0,1 % entre 2012 et 2018), les surfaces forestières et semi-naturelles des montagnes du Jura restent stables (-0,02 % entre 2012 et 2018).

Occupation du sol 2018



A. Territoires artificialisés

- A.1 Zones urbanisées
- A.2 Zones industrielles ou commerciales et réseaux de communication
- A.3 Espaces verts artificialisés, non agricoles
- A.4 Mines, décharges et chantiers

C. Forêts et milieux semi-naturels

- C.1 Forêts
- C.2 Milieux à végétation arbustive et/ou herbacée
- C.3 Espaces ouverts, sans ou avec peu de végétation



Artificialisation des sols

Selon l'INSEE, Les zones où l'artificialisation a le plus progressé entre 2012 et 2018 cumulent ainsi dynamisme démographique, construction de maisons individuelles et faible densité de peuplement. Ce processus d'artificialisation des sols exerce une pression forte sur la biodiversité car elle entraîne la destruction de milieux naturels et la fragmentation du territoire. De plus, certaines terres agricoles peuvent également, selon les pratiques culturales employées, imposer de fortes pressions sur la biodiversité.

