

Matières premières nécessaires à la fabrication du ciment – Besoins et état de l’approvisionnement en Suisse



Berichte der Landesgeologie
Rapports du Service géologique national
Rapporti del Servizio geologico nazionale
Reports of the Swiss Geological Survey

Auteurs
swisstopo (responsabilité)
OFEV (collaboration)

Groupe de suivi / révision thématique
ARE, OFS, OFROU, OFT, SECO, canton d'Argovie, canton de Vaud, asr Recyclage matériaux construction Suisse, FGS-EPFZ, NEROS, CFF, FP, cemsuisse, VSH



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Office fédéral de topographie swisstopo
www.swisstopo.ch

Éditeur

Office fédéral de topographie (swisstopo)

Auteurs

Office fédéral de topographie (swisstopo) (responsabilité)

Office fédéral de l'environnement (OFEV) (collaboration)

Groupe de suivi

Office fédéral de la statistique (OFS)

Office fédéral des routes (OFROU)

Office fédéral des transports (OFT)

Office fédéral du développement territorial (ARE)

Secrétariat d'état à l'économie (SECO)

Canton d'Argovie

Canton de Vaud

asr Recyclage matériaux construction Suisse

Association de l'industrie suisse du ciment (cemsuisse)

Association suisse des carrières de roche dure (VSH)

Chemins de fer fédéraux suisses (CFE)

Fondation suisse pour la protection et l'aménagement du paysage (FP)

Groupe Géorressources suisses (FGS), EPF Zurich

Réseau Matières premières minérales Suisse (NEROS)

Mots clés

Matières premières minérales, matières premières du ciment, état de l'approvisionnement

Traduction française

Christian Marro, Traductonet (révision A. Morard et T. Galfetti – swisstopo)

Recommandation pour la citation en bibliographie

swisstopo (2020): Matières premières nécessaires à la fabrication du ciment – Besoins et état de l'approvisionnement en Suisse. – Rap. Serv. géol. natl. *I3 FR* (uniquement en pdf).

Illustration de la page de titre

Emplacement des cimenteries suisses (symboles en orange) et distribution généralisée des gisements de roches à concentration élevée en carbonate de calcium (surfaces en gris) qui pourraient se prêter à la production de ciment. Sources: swisstopo, FGS.

Copyright

© swisstopo, CH-3084 Wabern, 2020

Disponible en format pdf sur www.swisstopo.ch



Le ciment joue un rôle central dans la réalisation de nombreux projets de construction et d'infrastructure. Le calcaire et la marne, les deux matières premières minérales les plus importantes pour la production de ciment, sont présentes en abondance en Suisse.

Le présent rapport montre où ces matières premières sont extraites et traitées, quel est l'état actuel de l'approvisionnement de la Suisse concernant ces matières premières et comment la demande en ciment pourrait évoluer dans un avenir proche.

Matières premières nécessaires à la fabrication du ciment – Besoins et état de l’approvisionnement en Suisse

Berichte der Landesgeologie
Rapports du Service géologique national
Rapporti del Servizio geologico nazionale
Reports of the Swiss Geological Survey

Auteurs
swisstopo (responsabilité)
OFEV (collaboration)

Groupe de suivi / révision thématique
ARE, OFS, OFROU, OFT, SECO, canton d’Argovie, canton de Vaud, asr Recyclage matériaux construction Suisse, FGS-EPFZ, NEROS, CFF, FP, cemsuisse, VSH



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Office fédéral de topographie swisstopo
www.swisstopo.ch

Executive Summary – Résumé

Du point de vue géologique, la Suisse dispose de nombreux gisements de calcaire et de marne, les deux plus importantes matières premières primaires nécessaires à la fabrication du ciment. Ces matières sont extraites dans des carrières et ne peuvent être remplacées que très partiellement par des matières premières secondaires. La réalisation et l'entretien des constructions et des infrastructures suisses nécessitent environ 5 millions de tonnes de ciment par année. Ces besoins sont couverts par les six cimenteries suisses (86% en 2019) ainsi que par des importations (14% en 2019).

Un approvisionnement stable en ciment nécessite principalement d'un accès assuré aux matières premières primaires sur le long terme. Or l'accès aux emplacements sélectionnés par certaines cimenteries est actuellement limité par la législation en vigueur et par des oppositions aux projets d'extension faisant l'objet d'une demande. Le délai nécessaire pour obtenir une autorisation d'extraction, de l'établissement du plan directeur au début de l'exploitation des matières premières, peut atteindre dix à quinze ans.

Le présent rapport arrive à la conclusion que le degré de couverture des besoins suisses en ciment par la production indigène tomberait à quelque 64% à partir de 2024 faute d'autorisation des extensions de sites d'extraction sollicitées par les cimenteries. Si les projets d'extension faisant l'objet d'une demande sont autorisés d'ici 2023, cette baisse de la production suisse de ciment serait repoussée à fin 2030. À partir de 2031, si aucune extension supplémentaire n'est accordée, ou si aucun nouveau site n'est identifié, il faut s'attendre à un nouveau recul de l'approvisionnement.

Table des matières

Executive Summary – Résumé	5
1. Introduction	8
1.1 Situation initiale	8
1.2 But et structure du rapport	8
1.3 Le ciment dans notre société	9
1.4 Ciment, béton et leurs matières premières	9
2. Le ciment en Suisse	12
2.1 De combien de ciment notre société a-t-elle besoin et dans quel but?	12
2.2 Consommation intérieure, importations et exportations . . .	15
2.3 Sites de production de ciment	17
2.4 Transport des matières premières et du ciment	18
3. Prévisions des besoins en ciment jusqu'en 2030	20
4. État de l'approvisionnement de la Suisse en ciment issu de matières premières indigènes	21
4.1 Réserves et ressources	23
4.2 Gisements	24
5. Défis posés à l'approvisionnement de la Suisse en ciment issu de matières premières indigènes	27
5.1 Sécurisation de projets d'extraction par l'aménagement du territoire	28
5.2 Réduction des émissions de CO ₂	30
5.3 Substitution de matières premières et contribution au bouclage de cycles de matières	32
5.4 Impacts sur le paysage et la biodiversité	36
5.5 Impacts dus aux transports de matières premières du ciment	37
6. Résumé et conclusions	40
7. Références	42
8. Termes utilisés	44
9. Abréviations	46

10.	Annexes	47
A-1	Bases et méthodologie appliquées pour estimer les besoins en ciment jusqu'en 2030	47
A-2	Axes principaux considérés pour réduire les émissions de CO ₂ dans l'industrie suisse du ciment	50
A-3	Informations sommaires au sujet des unités lithologiques potentiellement appropriées pour produire du ciment	51
A-4	Informations sommaires au sujet des cimenteries suisses et de leurs sites d'extraction	52
A-4.1	Site de Cornaux	52
A-4.2	Site d'Eclépens	54
A-4.3	Site de Péry	56
A-4.4	Site de Siggenthal	58
A-4.5	Site d'Untervaz	60
A-4.6	Site de Wildegg	62

1. Introduction

1.1 Situation initiale

En vertu du Rapport sur les matières premières minérales [1] et de la mesure 5a pour 2016–2019 du Plan d'action «Économie verte» [2], le Conseil fédéral a chargé swisstopo et l'OFEV d'établir des rapports sur la sécurité de l'approvisionnement en matières premières, traitant des matières premières minérales non énergétiques indigènes, et de les mettre à jour périodiquement. Ces rapports présentent la consommation actuelle et l'état de l'approvisionnement de la Suisse en matières premières nécessaires et ils estiment les besoins nationaux sur le court à moyen terme.

1.2 But et structure du rapport

Le présent rapport sur la sécurité de l'approvisionnement en matières premières regroupe des données de base à jour concernant les matières premières du ciment et la production de ciment dans une optique nationale. Il fournit ainsi une base scientifique aux planifications cantonales et communales et aux pesées des intérêts relatifs à l'aménagement du territoire permettant d'évaluer l'état de l'approvisionnement de la Suisse en matières premières du ciment d'origine indigène.

L'utilisation du sous-sol, notamment des matières premières minérales, relève de la compétence des cantons. Elle est réglementée par des droits régaliens et par des lois sur le sous-sol. La sécurité de l'approvisionnement en matières premières minérales incombe donc fondamentalement aux cantons. L'extraction et le traitement des matières premières du ciment sont limitées à six cimenteries, implantées dans cinq cantons¹, le marché s'étant consolidé au cours des années 1970. À l'heure actuelle, ces sites de production satisfont autant que possible à la demande interne.

Les chapitres 1 à 4 fournissent des bases concernant le rôle et la production du ciment, la disponibilité des matières premières nécessaires ainsi que la consommation actuelle et les besoins futurs du pays en ciment. Le chapitre 5 décrit les défis auxquels l'extraction de matières premières et la production de ciment sont confrontés, puis le chapitre 6 en tire des conclusions.

Le présent rapport a été établi sous la direction du Service géologique national en collaboration étroite avec l'OFEV et un groupe de suivi composé de représentant(e)s d'offices fédéraux (ARE, OFROU, OFT, OFS, SECO), de cantons (VD, AG), d'associations industrielles (cemsuisse, asr, VSH), des CFF, du Groupe Géorressources Suisse (FGS) auprès de l'EPFZ, de la Fondation suisse pour la protection et l'aménagement du paysage (FP) et du Réseau Matières premières minérales Suisse (NEROS).

1 Argovie, Berne, Neuchâtel, Grisons, Vaud.

1.3 Le ciment dans notre société

Un approvisionnement stable en ciment, en quantité suffisante et en qualité conforme aux normes, revêt une grande importance pour le développement de la société et de l'économie d'un pays. Aujourd'hui, les secteurs du bâtiment et du génie civil recourent principalement au béton pour la construction d'ouvrages à longue durée de vie. Le ciment est le liant essentiel du gravier et du sable dans le béton, aussi est-il un matériau fondamental dans la construction et la maintenance des infrastructures de transport (routes, tunnels, ponts etc.), d'ouvrages liés à la production d'énergie (barrages de retenue, centrales électriques etc.), d'installations de traitement des eaux (stations d'épuration etc.) et d'ouvrages servant à protéger la population et les infrastructures dans le cadre de la prévention des catastrophes naturelles.

Comme pour d'autres matières premières très utiles à notre société², les composants minéraux nécessaires à la production du ciment nécessitent l'extraction et le traitement de ressources naturelles. Ces activités peuvent provoquer des émissions et des atteintes visibles au paysage. La production de ciment requiert de grandes quantités d'énergie, provenant soit de combustibles primaires fossiles tels que charbon, coke, gaz ou pétrole, soit, de plus en plus souvent, de combustibles secondaires non conventionnels, tels que pneus usagés ou déchets plastiques. Le processus thermique de transformation des matières premières et l'utilisation de combustibles fossiles rejettent de grandes quantités de gaz carbonique (CO₂), généralement considéré comme étant la cause principale du changement climatique actuel. D'après le rapport du Conseil fédéral «Environnement suisse 2018» [3], c'est le domaine du logement (et de la construction) qui a la plus forte incidence sur l'environnement, avec ceux de l'alimentation et de la mobilité. Les activités de construction actuelles requièrent chaque année beaucoup de matériaux. Elles génèrent en même temps des quantités notables de déchets de construction. Ces derniers sont réinjectés, autant que possible (et cela devrait être toujours davantage le cas à l'avenir), dans le circuit économique comme matériaux secondaires.

La forte demande en matériaux de construction et en matières premières nécessaires pour répondre aux besoins de notre société confère un intérêt public à la garantie de l'approvisionnement de la Suisse en ciment et en matières premières primaires associées. Mais leur extraction exerce une pression sur l'environnement, le climat, le paysage et la population. Les conflits entre la protection et l'utilisation du (sous-)sol qui en résultent sont évalués dans le cadre d'une pesée aussi exhaustive que possible de tous les intérêts légitimes et pertinents. Les décisions en faveur de la protection ou de l'utilisation du (sous-)sol doivent être prises en fonction de cette pesée des intérêts.

1.4 Ciment, béton et leurs matières premières

Le calcaire et la marne sont les deux principales matières premières primaires nécessaires à la fabrication du ciment. On y ajoute parfois de l'argile et/ou du sable en petites quantités. Du point de vue géologique, ces matières premières sont abondantes en Suisse. On les extrait actuellement à ciel ouvert, principalement dans le Jura, mais aussi dans les Alpes en quantités moindres.

2 P. ex. cuivre, cobalt, lithium, nickel etc.

La production de ciment, processus industriel nécessitant de grandes quantités d'énergie thermique et électrique, consiste d'abord à constituer un mélange cru de calcaire (env. 80% massiques), de marne (env. 15% massiques) et de quelques correctifs, tels que sable de quartz ou bauxite (< 5% massiques). Ce mélange est ensuite calciné à environ 1450 °C dans un four rotatif, ce qui génère un minéral synthétique nommé clinker (fig. 1). Le ciment est finalement obtenu en mélangeant du clinker avec du gypse (naturel ou issu d'installations de désulfuration de fumées³) et d'autres additifs. Le choix des additifs dépend du type de ciment souhaité. Outre le gypse, on utilise traditionnellement du calcaire pur, mais on recourt aussi de plus en plus souvent à des matières premières secondaires, telles que schistes calcinés, cendres⁴ ou granulats de béton et granulats mixtes émanant de travaux de déconstruction. Le clinker est le composant principal du ciment (fig. 2).

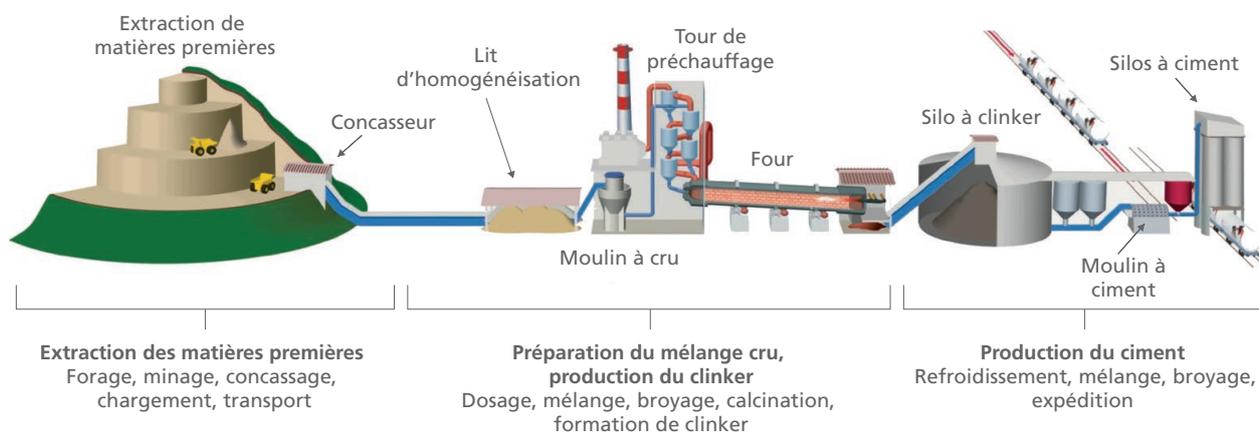


Fig. 1: Les étapes principales du processus de production de ciment. Source de l'image: Holcim (Suisse) SA.

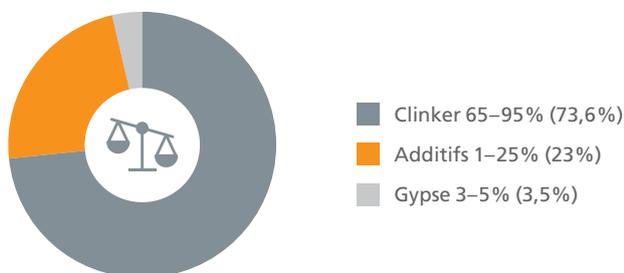


Fig. 2: Composition du ciment (teneurs moyennes des sortes de ciment les plus vendues en Suisse, CEM I et CEM II selon la norme SN EN 197-1). Les proportions varient selon la sorte de ciment. Les données entre parenthèses correspondent à la composition moyenne du ciment suisse en 2015 [4].

Le ciment joue un rôle essentiel dans la production de béton, car c'est lui qui lie les granulats – gravier et sable – en présence d'eau et d'additifs. En règle générale, la fabrication d'une tonne de béton nécessite environ 820 kg de gravier et de sable, 120 kg de ciment et 60 litres d'eau (fig. 3).

3 Aussi connu sous le nom de gypse REA.

4 P. ex. résidus d'usines d'incinération des ordures ménagères ou de centrales à charbon.

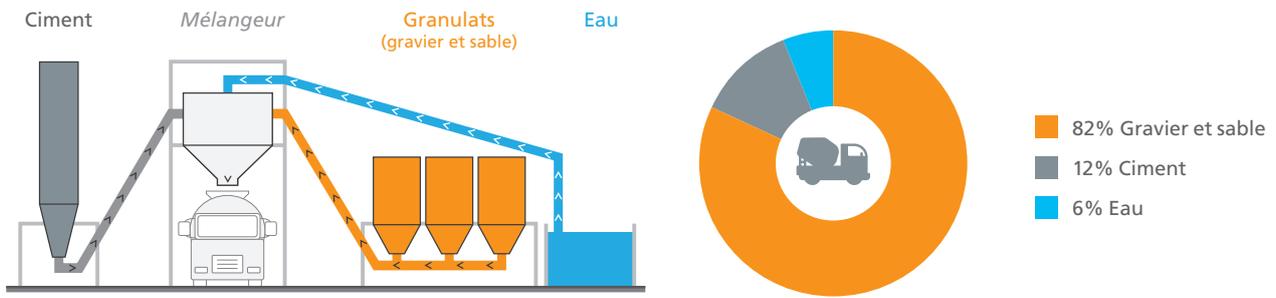


Fig. 3: À gauche: production de béton (schématisée). À droite: composition moyenne nécessaire pour la fabrication de béton [5].

Avec ses imposantes installations, une cimenterie occupe une superficie de quelque 10–25 hectares et requiert un investissement de 300–600 millions de francs selon sa taille et sa complexité. Une centrale à béton ne requiert en revanche que quelque 2–8 hectares de terrain et un investissement inférieur à dix millions de francs⁵.

Une cimenterie, dont la durée de vie dépasse cinquante ans, ne peut pas être déplacée aisément en raison de sa taille, de sa complexité et des importants investissements qui vont de pair.

Afin de limiter au maximum les effets négatifs dus aux transports des matériaux ainsi que les frais d'exploitation, une cimenterie devrait se situer le plus près possible des sites d'extraction de matières premières primaires (fig. 19). Elle devrait en outre être bien reliée au réseau ferroviaire et routier principal, et ainsi à ses débouchés commerciaux. Elle sera également intégrée si possible dans le système régional de gestion des déchets (voir le chap. 5.3).

⁵ Source: swisstopo (estimation basée sur les informations fournies par Holcim (Suisse) SA).

2. Le ciment en Suisse

2.1 De combien de ciment notre société a-t-elle besoin et dans quel but?

Au cours des dix dernières années, près de cinq millions de tonnes de ciment ont été nécessaires annuellement pour satisfaire aux besoins de la Suisse en matériaux de construction [6, 7]. Cela correspond à quelque 600 kg par habitant(e) et par année, soit une valeur proche de la moyenne mondiale, mais largement au-dessus de la médiane mondiale (fig. 4). La forte consommation de ciment par habitant(e) en Suisse s'explique par le standard de vie élevé de notre société, ainsi par la forte demande en béton – dont le ciment est un composant fondamental – requis pour réaliser de nouvelles constructions et des rénovations dans le domaine public et privé.⁶

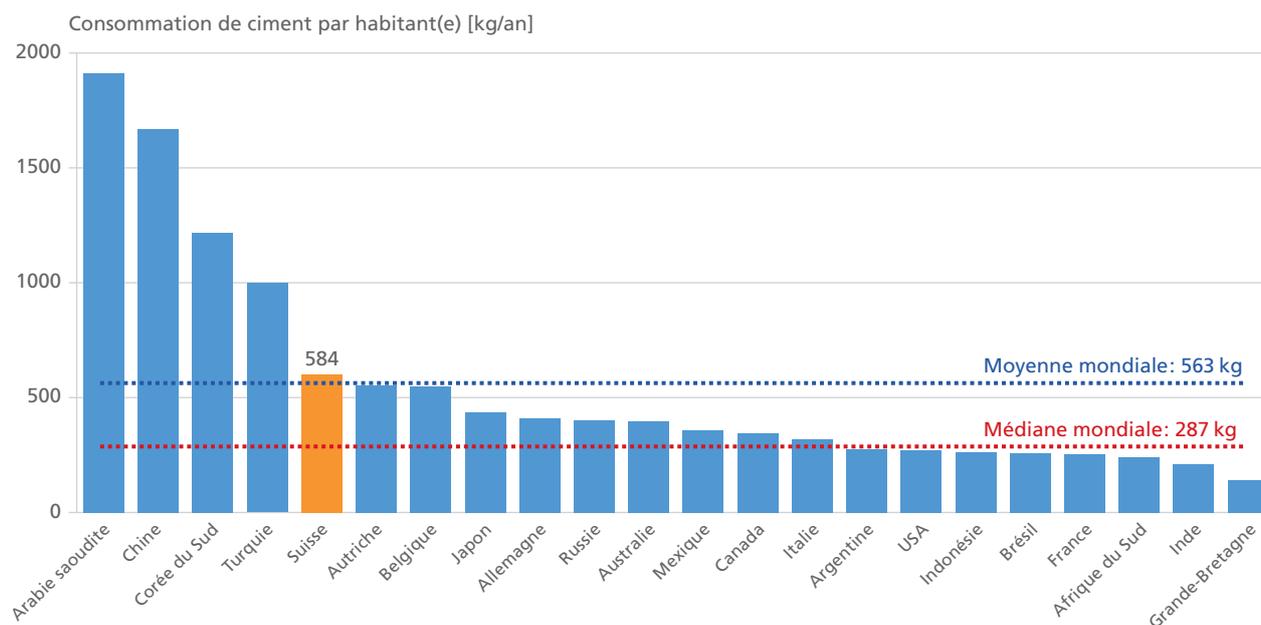


Fig. 4: Consommation moyenne de ciment par habitant(e) en Suisse au cours des dix dernières années, comparée avec une sélection de pays parmi les plus grands producteurs de ciment en 2017 (basé sur [6, 7, 8, 9, 10, 11 et 12]).

Dans une analyse des flux de matières lancée par l'OFEV (MatCH), le Laboratoire fédéral d'essai des matériaux et de recherche (EMPA) a établi en 2016 que plus de 40% du bâti suisse est composé de béton [13]. La majeure partie du béton – et par conséquent de ses composants que sont le ciment et les granulats⁷ – est stockée dans les maisons individuelles et collectives (fig. 5). Une autre part considérable est utilisée dans les infrastructures destinées à l'approvisionnement en eau, gaz et électricité et à la ges-

⁶ La consommation de béton par habitant(e) se situe entre 4,5 et 5 tonnes par année [6, 38].

⁷ Principalement du gravier et du sable.

tion des déchets. Le béton est donc le composant le plus présent dans les ouvrages de Suisse – à l’exception des routes et des voies ferrées.

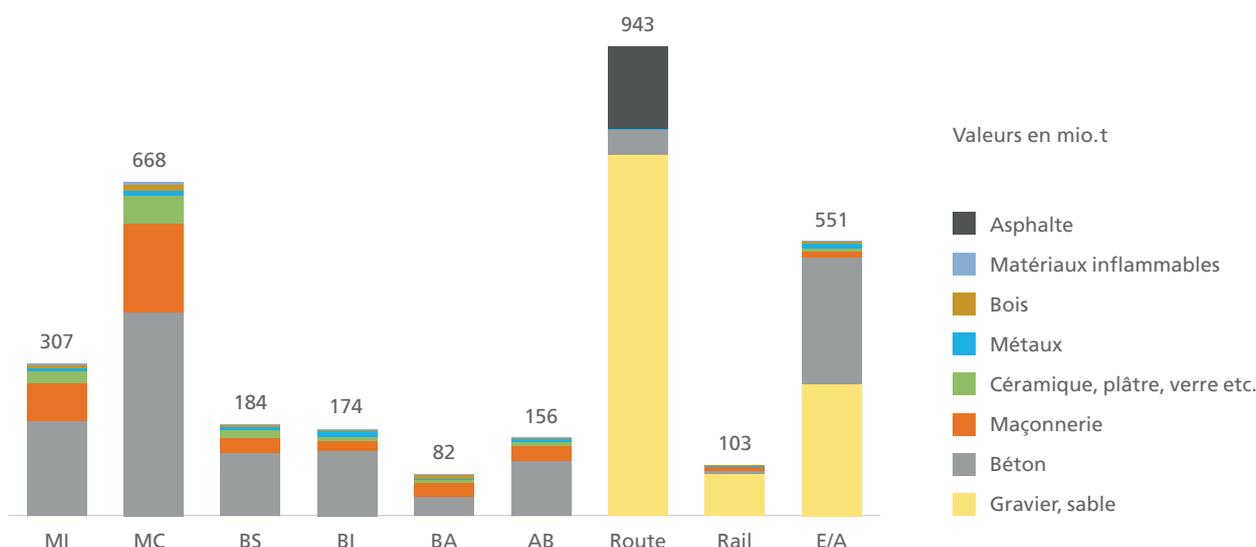


Fig. 5: Parts de différents matériaux de construction par catégorie de construction en Suisse en 2015. Abréviations: MI = maisons individuelles, MC = maisons collectives, BS = bâtiments de service, BI = bâtiments industriels, BA = bâtiments agricoles, AB = autres bâtiments, E/A = infrastructures d’approvisionnement et d’élimination [13].

L’évaluation des investissements annuels dans la construction entre 1994 et 2017, recensés par l’OFS, montre que le bâtiment privé reste le moteur du secteur de la construction [14]. On observe à partir de 2000 une croissance presque constante des investissements dans le bâtiment privé et une augmentation faible dans le génie civil public (fig. 6). Ces deux catégories dépendent fortement de la livraison dans les délais impartis de matériaux de construction, en particulier de béton et de briques, qui constituent toujours plus de 90% des structures porteuses des nouvelles constructions (fig. 7 et fig. 8).

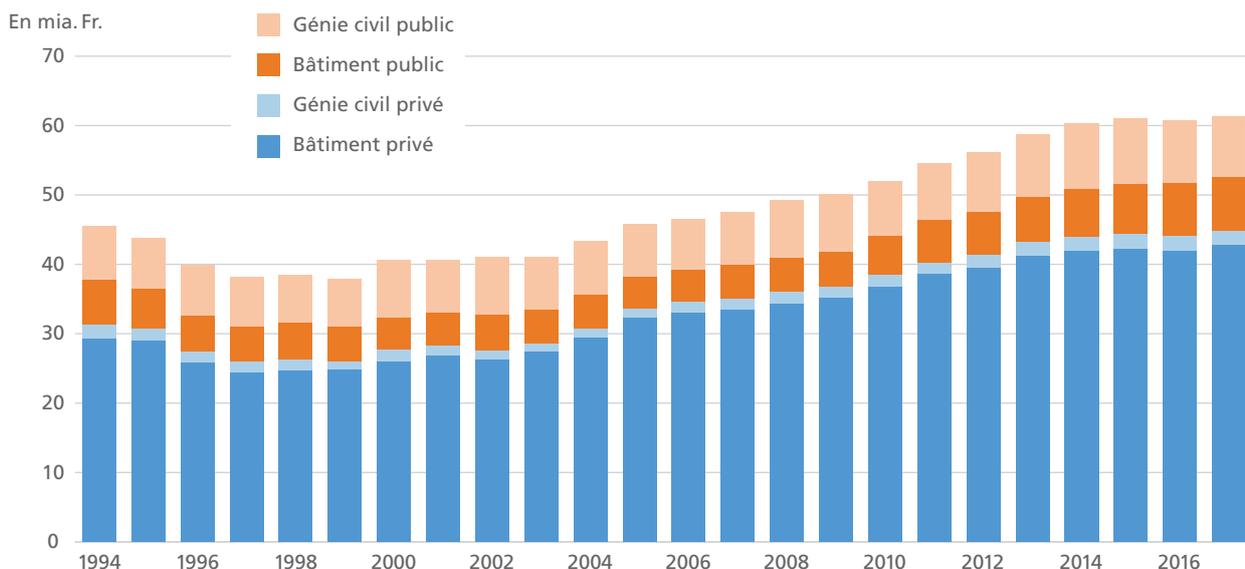


Fig. 6: Investissements dans la construction en Suisse entre 1994 et 2017. Le bâtiment privé prédomine et affiche une tendance à la hausse depuis 2000 [14].

La part du béton et de la brique continue de prédominer bien que l'utilisation de bois pour ériger des structures porteuses ait augmenté au cours des dix dernières années (fig. 7 et fig. 8). L'utilisation répandue de béton dans toutes les catégories de constructions s'explique par sa résistance et sa longévité, qui ont jusqu'à présent rendu ce matériau de construction non interchangeable pour certaines applications.

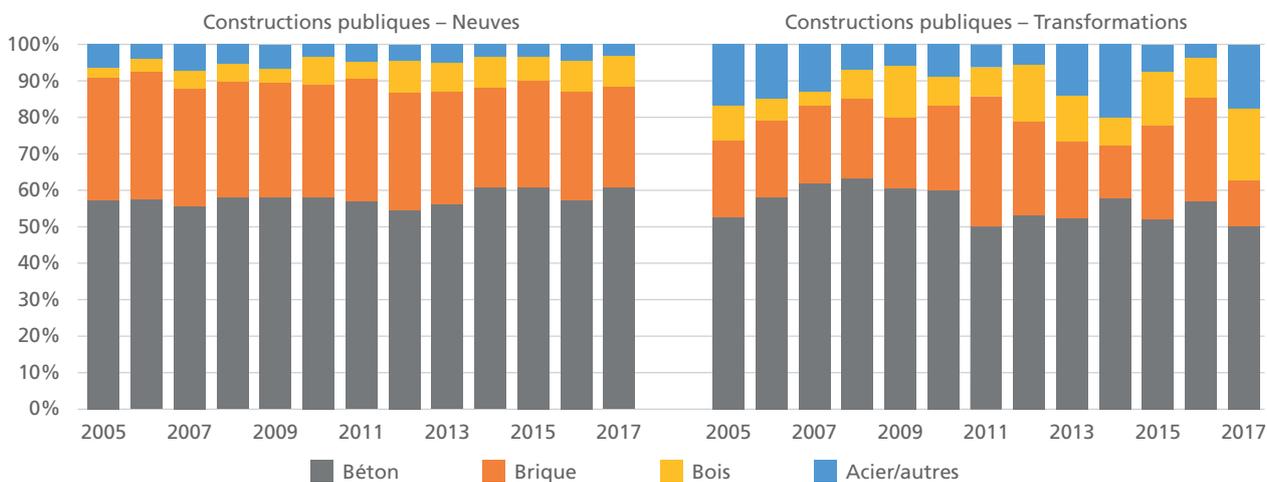


Fig. 7: Parts de matériaux dans la structure porteuse des constructions publiques entre 2005 et 2017, pondérées par le coût des constructions. Les parts du béton et de la brique dans les constructions neuves sont presque constantes [15].

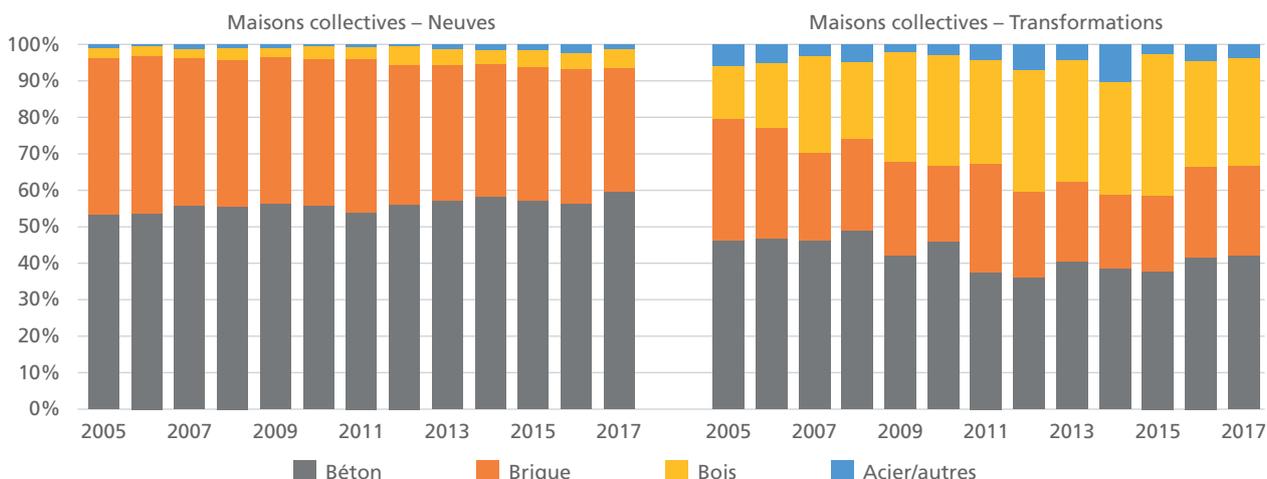


Fig. 8: Parts de matériaux dans la structure porteuse des maisons collectives entre 2005 et 2017, pondérées par le coût des constructions. Les parts du béton et de la brique prédominent dans les constructions neuves, tandis que la part du bois a augmenté dans les transformations depuis 2005 [15].

La répartition des bâtiments – et par conséquent la distribution spatiale des matériaux incorporés dans les constructions suisses – indique une concentration sur le Plateau et le long des grands axes de communication. Les six cimenteries sont reliées au réseau de chemins de fer⁸ et de routes nationales et elles se trouvent à proximité des principaux lieux d'utilisation de ciment (fig. 9).

⁸ Ces raccordements sont fixés dans la Conception relative au transport ferroviaire de marchandises de la Confédération [39]. Les capacités ferroviaires sont accrues dans le cadre des programmes de développement des chemins de fer PRODES EA 2025 et EA 2030/35.

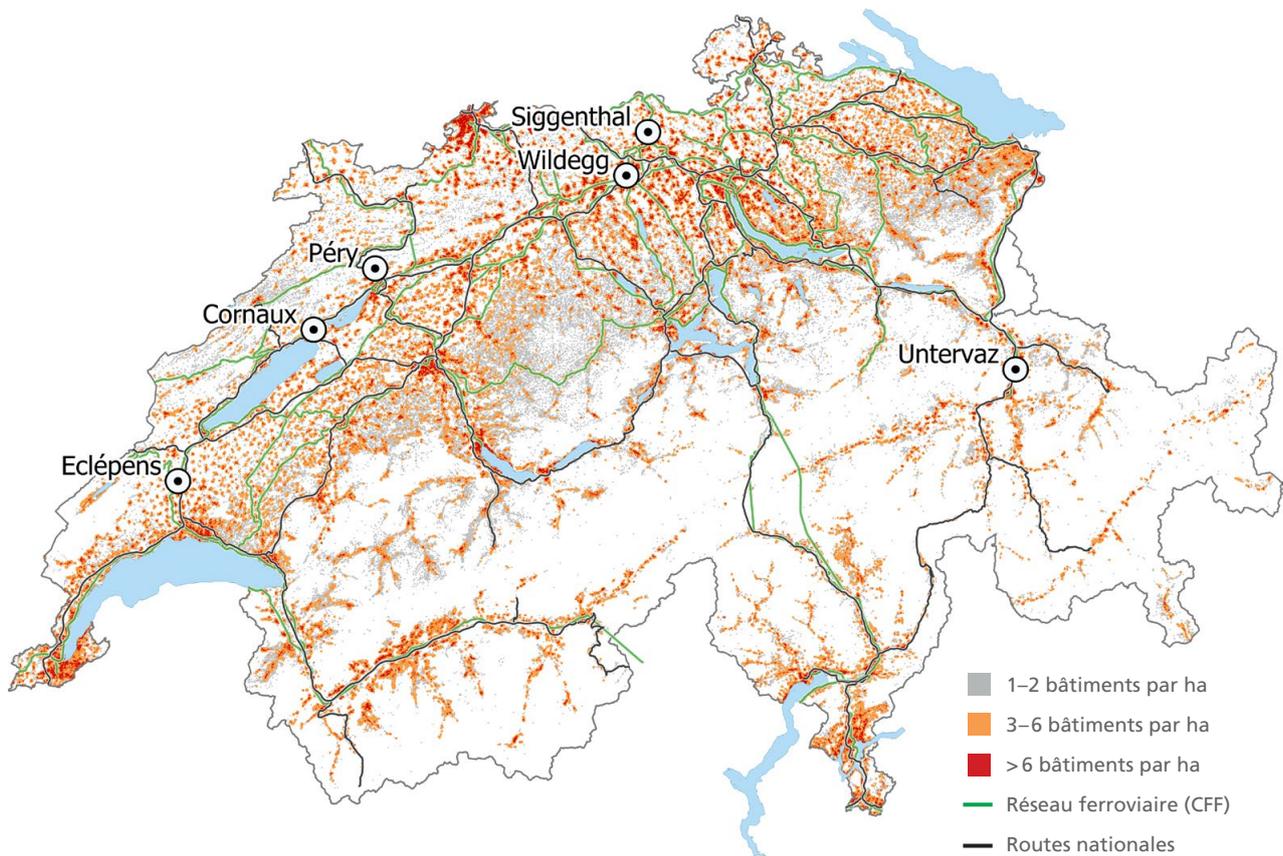


Fig. 9: Répartition spatiale des bâtiments (état en 2017) [16] et emplacement des cimenteries en Suisse.

2.2 Consommation intérieure, importations et exportations

Entre 1990 et 2019, la Suisse a utilisé annuellement entre 3,7 et 5,7 millions de tonnes de ciment (en moyenne 4,6 millions de tonnes par an) [6, 7]. Durant cette période, la population helvétique est passée de 6,8 millions à plus de 8,5 millions d'habitant(e)s [11]. Les cimenteries suisses ont couvert 84 à 98% des besoins du pays en ciment (86% en 2019) (fig. 10).

La consommation de ciment des dernières années n'est pas corrélée avec la croissance de la population. La consommation individuelle est restée sensiblement constante autour de 590 kg par habitant(e) après la deuxième moitié des années 1990. Mais les besoins en ciment ont diminué de 650 à 550 kg par habitant(e) au cours des années 2011 à 2019.

D'après les chiffres fournis par l'Administration fédérale des douanes (AFD), les importations de ciment et de clinker sont passées d'environ 0,2 à 0,8 millions de tonnes annuelles au cours des trente dernières années. Après une croissance rapide entre 2010 et 2014, les importations sont maintenant en légère diminution.

En 2019, près de 0,7 millions de tonnes de ciment ont été importées, ce qui représente 14% de la consommation totale de la Suisse (fig. 11). Les importations de 2019 provenaient essentiellement d'Italie (0,34 millions de tonnes) et d'Allemagne (0,32 millions de tonnes).

Les exportations de ciment ont été relativement faibles par rapport aux importations. Elles se sont montées en moyenne à environ 0,12 millions de tonnes annuelles au cours des dix dernières années, ce qui représente moins de 3% de la consommation totale de la Suisse. Les exportations de

2019 ont été dirigées principalement vers l'Autriche (0,1 millions de tonnes).
Le commerce de clinker a surtout eu lieu avant la crise économique de 2008 (fig.11).

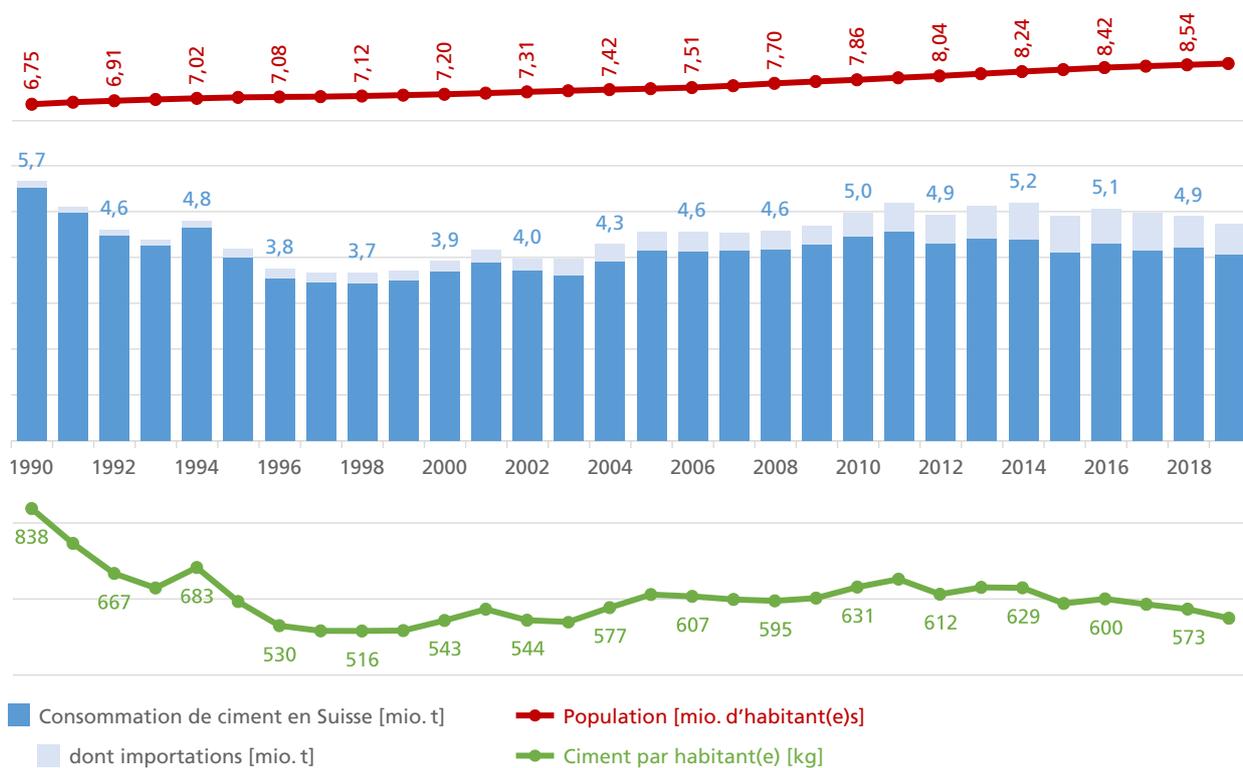


Fig. 10: Évolution de la population et de la consommation de ciment totale et par habitant(e) en Suisse entre 1990 et 2019 (basé sur [6, 11⁹ et 7]).

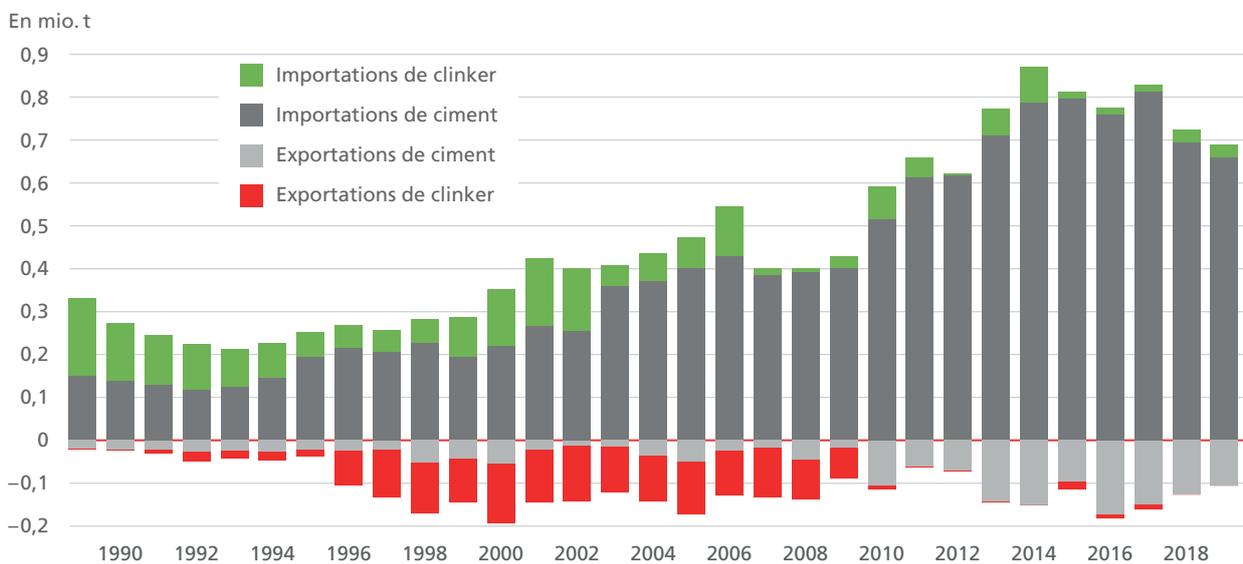


Fig. 11: Importations et exportations de ciment et de clinker [7].

⁹ L'effectif de la population en 2019 est provisoire (8,6039 millions; état au 29.5.2020).

2.3 Sites de production de ciment

L'industrie cimentière a une longue histoire en Suisse. La première usine fut fondée par Robert Vigier à Luterbach (SO) en 1871. Cette industrie a connu une forte expansion au début du 20^e siècle. C'est ainsi que 26 cimenteries, d'une capacité de production totale de 0,66 millions de tonnes par année, étaient actives en 1913 dans notre pays [17]. Aujourd'hui, six usines, d'une capacité de production totale d'environ cinq millions de tonnes par année, soit près de huit fois plus qu'en 1913 (fig. 12), emploient quelque 660 personnes [6]. Les nombreuses fermetures de sites de production et d'extraction associés survenues depuis 1990 sont essentiellement imputables au fait que les usines bénéficiant d'un accès favorable aux matières premières et aux marchés et ayant su optimiser leurs processus technologiques ont accru leurs ventes aux dépens de la concurrence.

Les cimenteries d'Eclépens (VD), de Siggenthal (AG) et d'Untervaz (GR), actuellement en activité, sont exploitées par Holcim (Suisse) SA (société mère LafargeHolcim, Suisse). Celle d'Untervaz est la seule de Suisse hors de l'arc jurassien. JURA Materials (société mère CRH, Irlande) exploite les cimenteries de Cornaux (NE) et de Wildegg (AG). Celle de Péry (BE) est exploitée par Vigier Ciment SA (société mère Vicat, France).

En 2018, cinq de ces six cimenteries ont couvert chacune entre 15 et 18% de la consommation nationale de ciment. La sixième a contribué pour une part inférieure à 10%.

L'annexe A-4 comprend une description succincte de chaque cimenterie, assortie d'une description géologique de ses sites d'extraction de matières premières.

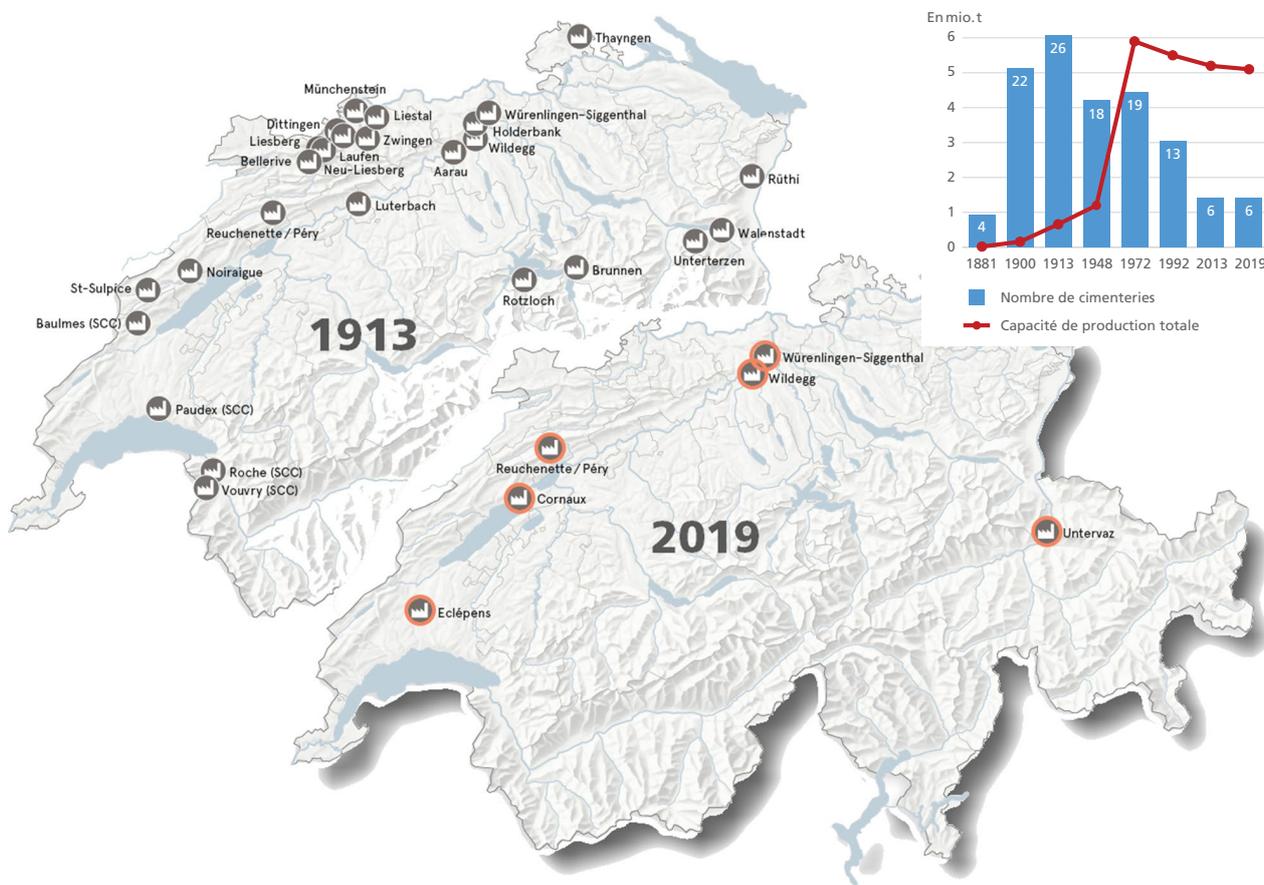


Fig. 12: Emplacement des cimenteries suisses entre 1913 et 2019. En 1913, 26 fabriques ont fourni ensemble à peu près un huitième de la production des six cimenteries suisses actuelles [17]. Source de l'image: cemsuisse (modifiée).

2.4 Transport des matières premières et du ciment

Les matières premières primaires nécessaires pour produire du ciment sont extraites dans des carrières. La roche fragmentée est généralement transportée dans la cimenterie voisine par de grands véhicules miniers (camions-bennes ayant une charge utile de 60–75 t) ou par des bandes transporteuses après concassage pour être traitée (fig. 13). Comme les carrières sont généralement situées à une altitude plus élevée que les cimenteries, l'énergie potentielle des bandes transporteuses chargées ou, plus récemment, d'un camion-benne à moteur électrique, est souvent convertie en énergie électrique [18].



Fig. 13: Camion-benne à moteur électrique (à gauche) et bande transporteuse (à droite) à Péry. Source des photos: Vigier Ciment SA.

Une fois produit, le ciment est transporté vers les centrales à béton et les chantiers par le réseau routier et ferroviaire. En 2019, 40% des livraisons de ciment en Suisse ont emprunté le rail, le reste étant passé par la route, principalement pour assurer la distribution local (fig. 14).

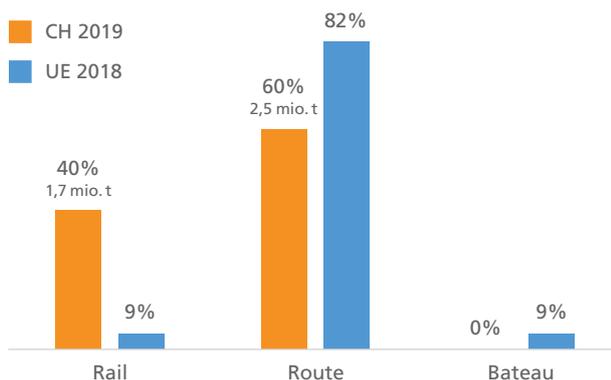


Fig. 14: Moyens de transport empruntés pour livrer le ciment en Suisse et dans l'UE. Source: cemsuisse [8].

Les entreprises cimentières suisses disposent d'un millier de wagons-silos¹⁰. Un tel wagon emporte jusqu'à 65 tonnes de ciment, si bien qu'un train entier (fig. 15) peut en transporter jusqu'à 1300 tonnes [19]. Un ca-

¹⁰ La grande majorité des wagons-silos appartiennent aux entreprises, alors qu'une petite partie est en leasing ou en location. Source: cemsuisse.

mion-silo emporte en revanche typiquement jusqu'à 28 tonnes, aussi en faut-il environ 46 pour acheminer le même poids net.

Le chapitre 5.5 comprend une discussion au sujet des transports et de leurs effets sur l'environnement, les infrastructures et la population.



Fig. 15: À gauche: train entier composé de wagons-silos de 65 tonnes. À droite: camion-silo de 28 tonnes. Sources des photos: Holcim (Suisse) SA (à gauche) et JURA Materials (à droite).

3. Prévisions des besoins en ciment jusqu'en 2030

Mandaté par cemsuisse, le bureau Emch+Berger a procédé entre 2015 et 2018 à une estimation des besoins futurs en ciment, qui a ensuite été validée par swisstopo [20]. Le modèle élaboré se base sur des données détaillées de l'OFT, de l'OFROU, de la Société suisse des entrepreneurs (SSE), de la Conférence suisse des directeurs cantonaux des travaux publics, de l'aménagement du territoire et de l'environnement (DTAP), de cemsuisse, de l'OFS et de l'institut BAK Economics AG. Pour établir le présent rapport, ce modèle a été mis à jour en tenant compte des chiffres actuels (consommation effective de ciment et dépenses dans la construction jusqu'en 2019) ainsi que de l'activité future dans la construction¹¹. L'annexe A-1 indique les bases et la méthodologie appliquées.

Un «scénario de base» et des scénarios simulant des évolutions différentes de l'activité de construction ont été définis sur la base de l'évolution de la consommation de ciment dans le passé et de prévisions au sujet de l'évolution future des dépenses dans la construction (en tenant compte du financement FTP¹² et du fonds FORTA¹³). Les besoins en ciment prévus jusqu'en 2030 varient entre 4,3 et 5,9 millions de tonnes par année selon le scénario, pour une moyenne de 4,9 millions de tonnes dans le «scénario de base» (fig. 16).

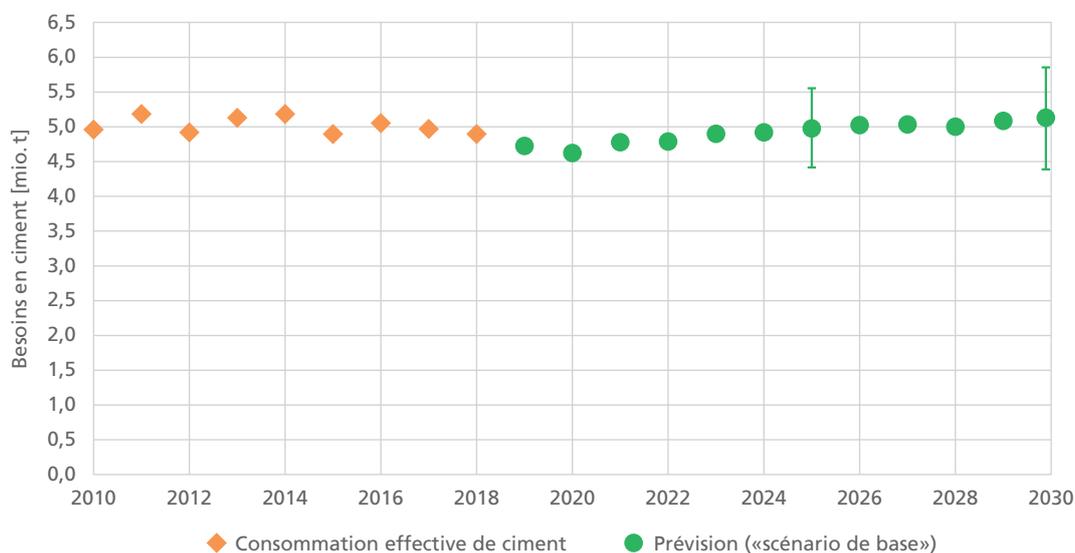


Fig. 16: Prévision des besoins en ciment jusqu'en 2030 selon «le scénario de base» [20] et consommation effective de ciment entre 2010 et 2019 [6, 7]. Pour les années 2025 et 2030, la fourchette des prévisions indiquée par les barres verticales considère la divergence des différents scénarios de développement de l'activité de construction (voir également l'annexe A-1).

¹¹ En tenant également compte du COVID-19 (BAK Economics, 7.5.2020).

¹² Financement des projets d'infrastructure des transports publics.

¹³ Fonds pour les routes nationales et le trafic d'agglomération.

4. État de l’approvisionnement de la Suisse en ciment issu de matières premières indigènes

Une production stable de ciment requiert essentiellement un accès assuré aux matières premières sur le long terme. Pour couvrir la plus grande partie de la consommation nationale de ciment¹⁴, les cimenteries suisses ont traité quelque 5,8 millions de tonnes de matières premières en 2019. Environ 90% du calcaire et de la marne, les composants qui représentent la plus grande partie des matières premières du ciment, ont été tirés des sites d’extraction voisins des cimenteries. Quelque 9% des matières premières utilisées provenaient de sources secondaires (voir le chap. 5.3). Le recours à des matières premières secondaires a augmenté au cours de la dernière dizaine d’années, ce qui a permis de diminuer légèrement la consommation de matières premières primaires dans la production de clinker (fig. 17). Des quantités relativement faibles de gypse et de correctifs ont été importées.

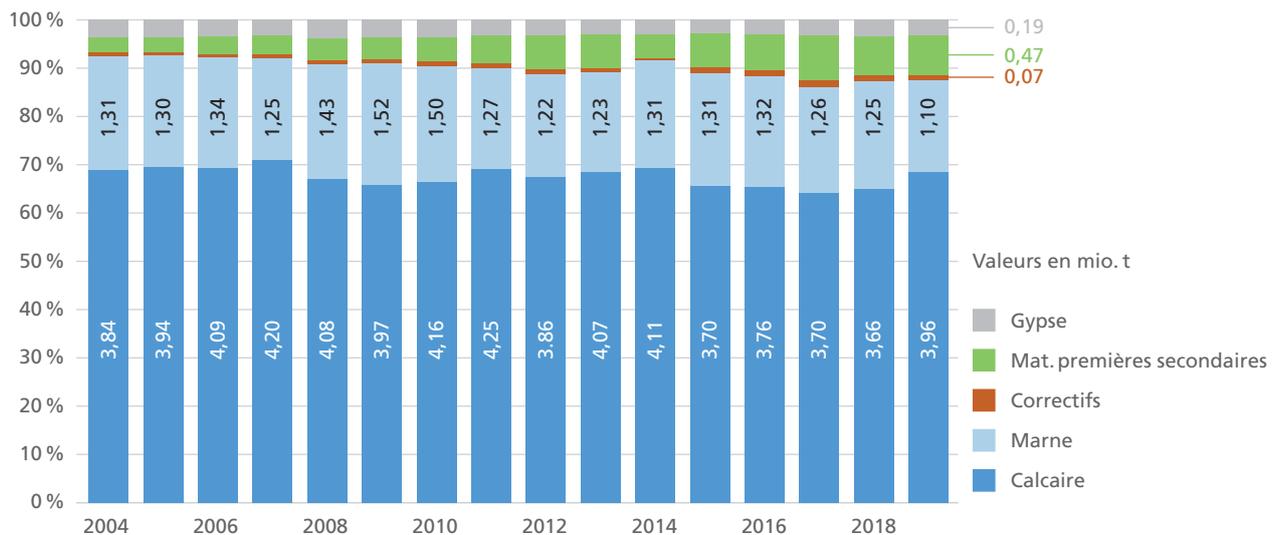


Fig. 17: Consommation de matières premières du ciment entre 2004 et 2019 [6]. Voir le chapitre 5.3 pour une compilation des matières premières secondaires utilisées.

Du point de vue géologique, la Suisse dispose de nombreux gisements de matières premières potentiellement appropriées pour produire du ciment (voir le chap. 4.2). Leur vaste répartition ne signifie toutefois pas qu’elles sont aussi accessibles, exploitables du point de vue économique et technique et susceptibles de faire l’objet d’une autorisation. L’exploitation de certains gisements sur le long terme peut être entravée par la superposition d’intérêts en termes de protection et d’utilisation du (sous-)sol (voir le chap. 5).

¹⁴ Environ 0,7 millions de tonnes de ciment ont été importées (voir le chap. 2.2).

Les termes «gisement(s)», «ressource(s)» et «réserve(s)» sont utilisés dans les chapitres suivants. Ils sont définis dans la pratique minière internationale (p. ex. [21]) et expliqués ici de manière aussi simple que possible:

Un **gisement** est une concentration naturelle de matière(s) première(s) minérale(s) ou autre(s) revêtant un intérêt économique potentiel. Ses caractéristiques géologiques en tant que matière première (en particulier qualité et tonnage) ne sont pas (encore) suffisamment bien étudiées et/ou la faisabilité de l'extraction, aux plans économique et technique, ainsi que les droits d'accès ne peuvent pas être vérifiés ou n'ont pas (encore) été examinés.

Exemples: Couche de calcaire ou de marne dont les caractéristiques clés (notamment sa localisation et qualité) n'ont pas (encore) été vérifiées; gisement de calcaire dans une zone de protection des eaux souterraines; gisement de marne sous une ville.

Une **ressource** est un gisement de matière(s) première(s) minérale(s) à fort potentiel économique dont les caractéristiques géologiques en tant que matière(s) première(s) sont suffisamment bien connues, mais dont les droits d'accès et/ou la faisabilité de l'extraction aux plans économique et technique ne sont pas établis ou vérifiés définitivement (toutes les conditions à remplir pour être classifié comme réserve ne sont donc pas satisfaites).

Exemple et application: Un gisement de matière(s) première(s) bien étudié et qualitativement approprié appartient à une cimenterie. Le périmètre concerné par le projet d'extraction est classé dans le plan directeur en coordination réglée. Aucune autorisation d'extraction n'a encore été délivrée.

Une **réserve** est un gisement de matière(s) première(s) dont les caractéristiques géologiques en tant que matière(s) première(s) sont suffisamment bien connues et dont, contrairement à la ressource, la faisabilité de l'extraction est assurée aux plans économique et technique. En outre, les droits d'accès pour procéder à l'extraction sont garantis (en particulier, les rapports de propriété sont clairement établis) et toutes les autorisations nécessaires à l'extraction ont été délivrées.

Exemple et application: Un gisement de matière(s) première(s) bien étudié et qualitativement approprié appartient à une cimenterie. Tous les documents contraignants pour les autorités et pour le propriétaire du terrain concernant l'extraction prévue (ou l'extension du périmètre d'exploitation) sont disponibles (les procédures d'établissement du plan directeur et du plan d'affectation ainsi que d'octroi du permis de construire sont achevées).

La figure 21 (chap. 5.1) illustre la position de ces définitions dans les procédures liées à l'aménagement du territoire.

4.1 Réserves et ressources

Les paragraphes suivants exposent dans quelle mesure la production de ciment indigène est à même de couvrir les besoins de la Suisse, en se fondant sur les besoins futurs en ciment (voir le chap. 3) et en tenant compte des délais actuels d'octroi des autorisations d'extraction des matières premières nécessaires. Pour ce faire, les quantités de ciment pouvant être produites à partir des réserves et des ressources de matières premières ont été estimées en considérant une cadence de production correspondant à la capacité maximale des cimenteries (environ cinq millions de tonnes au total). Si une usine ne dispose plus de réserves ou de ressources, sa contribution à la production totale n'est plus prise en compte (expiration de la durée de validité du permis d'exploitation minière, même si toutes les matières premières n'ont pas été extraites).

Les données utilisées ont été obtenues auprès des différentes cimenteries au début 2019, puis elles ont été vérifiées par les représentant(e)s des cantons concernés. Ces informations ne peuvent être présentées que sous une forme agrégée pour des raisons de protection des données.

Compte tenu des réserves de matières premières rapportées par les cimenteries et de l'échéance des autorisations d'extraction en cours de validité, l'approvisionnement de la Suisse en ciment issu de matières premières indigènes va diminuer sur le moyen terme, à moins que d'autres réserves puissent être identifiées et autorisées (fig. 18).

Sans autorisation d'extraction dans les zones d'extension sollicitées (étant actuellement classées comme ressources), l'approvisionnement de la Suisse en ciment indigène pourrait tomber à 64% d'ici 2024. La diminution prévue résulte d'un manque d'accès aux matières premières primaires lorsque les autorisations d'extraction octroyées à deux cimenteries seront échues.

Grâce aux zones d'extension de l'exploitation classées en coordination réglée dans les plans directeurs et à l'acquisition stratégique de terrains favorables, la plupart des cimenteries disposent de ressources en matières premières du ciment. La figure 18 présente la production prévue de ciment¹⁵ dans le cas où les projets d'extension seraient approuvés d'ici 2023, ce qui permettrait de convertir les ressources correspondantes en réserves (cf. barres claires dans la fig. 18). La diminution de l'approvisionnement en ciment par la production indigène serait ainsi repoussée à la fin 2030.

Actuellement, un projet d'extension du périmètre d'extraction se trouve en cours d'élaboration au niveau cantonal et/ou municipal pour l'inscription des zones correspondantes dans le plan d'affectation. Pour un second projet, la modification du plan d'affectation pour l'extension du site d'exploitation minière a été accepté par la population locale en 2020. La procédure d'octroi de permis de construire de ce dernier projet est en cours. Les deux sites sont confrontés à des oppositions de la part de la population locale et d'organisations de protection de la nature et du paysage et ils entrent en conflit avec des surfaces d'assolement (SDA).

¹⁵ En admettant une cadence de production correspondant à la capacité technique maximale des six cimenteries (environ cinq millions de tonnes par an au total).

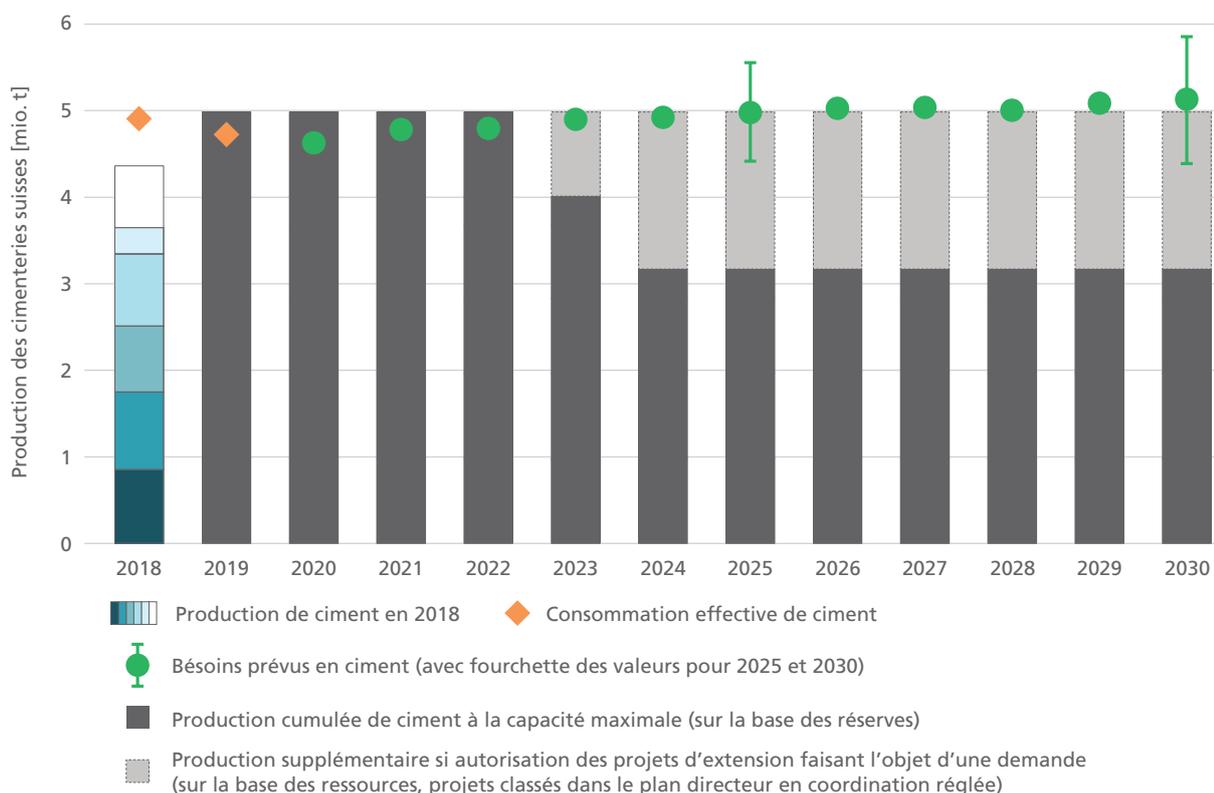


Fig. 18: Prévion de la production cumulée de ciment des six cimenteries suisses, basée sur les autorisations d'extraction actuelles (réserves), en considérant une production correspondant à la capacité maximale; consommation effective de ciment (état à fin 2019) et besoins prévus jusqu'en 2030 (voir le chap. 3). Les barres claires illustrent le cas où tous les projets d'extension classés en coordination réglée dans le plan directeur reçoivent une autorisation d'exploitation d'ici 2023, si bien que toutes les ressources présentes seraient transformées en réserves. Les couleurs de la colonne pour l'année 2018 indiquent la production effective des six cimenteries. Source: swisstopo, recensement T1/2019, basé sur des informations fournies par les différentes cimenteries et par les cantons.

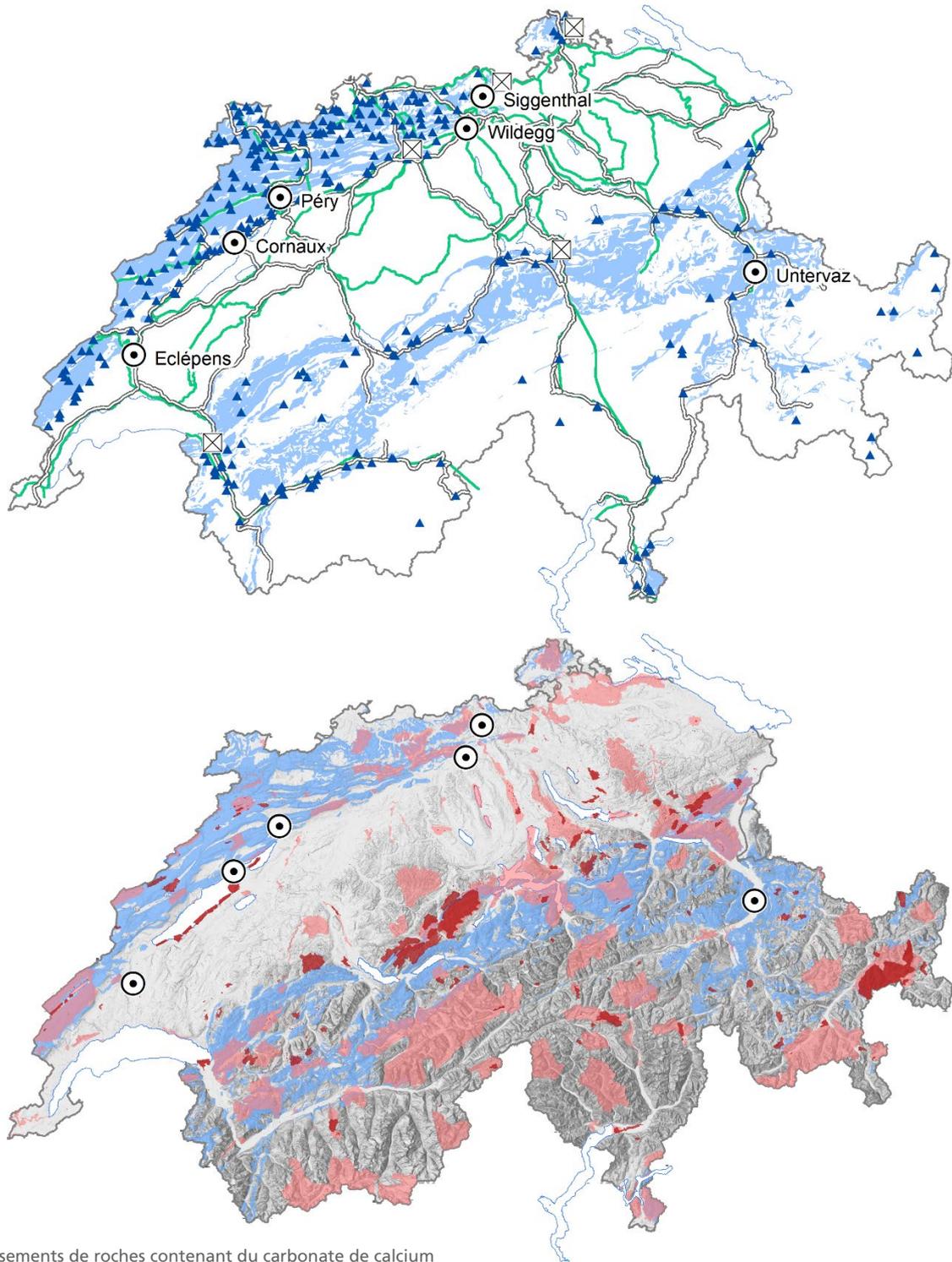
Il faut s'attendre à une diminution ultérieure de l'approvisionnement en ciment issu de matières premières indigènes à partir de 2031 si les conditions actuelles perdurent. Cela est dû à l'échéance de l'autorisation d'extraction octroyée à l'une des cimenteries et à l'épuisement des ressources classées en coordination réglée dans le plan directeur d'un autre site. Les deux extensions de périmètres d'extraction ciblées par les usines concernées¹⁶ se superposent partiellement avec des aires inscrites dans l'IFP¹⁷, avec un parc naturel régional et/ou avec des surfaces d'assolement (SDA).

4.2 Gisements

Les gisements de matières premières primaires qui se prêtent potentiellement à la production de ciment (c.-à-d. qui ont une concentration élevée en carbonate de calcium), telles que calcaire et marne, se trouvent le long de l'arc jurassien entre Genève et Schaffhouse, dans les Alpes septentrionales et dans certaines parties des Alpes méridionales (fig. 19). Sur le Plateau, la molasse renferme des dépôts de marne qui pourrait être utilisée comme composante argilo-marneuse.

¹⁶ Les projets correspondants en sont encore au stade de la planification et ne sont pas classés en coordination réglée dans les plans directeurs.

¹⁷ Inventaire fédéral des paysages, sites et monuments naturels.



- Gisements de roches contenant du carbonate de calcium
- Zones d'exclusion (sites marécageux, marais, Parc national)
- Inventaire fédéral des paysages, sites et monuments naturels (IFP)
- Cimenteries, en activité
- ⊠ Cimenteries, désaffectée
- ▲ Sites d'extraction de calcaire et/ou marne (désaffecté ou en activité)
- Réseau ferroviaire (CFF)
- Routes nationales

Fig. 19: Gisements de roches à contenu élevé en carbonate de calcium en Suisse, avec les principaux axes de communication, les sites d'extraction et de production (en haut) ainsi que les zones d'exclusion (selon les art. 23c et 18a LPN) et les périmètres figurant à l'Inventaire fédéral des paysages, sites et monuments naturels (selon l'art. 5 LPN) (en bas). Sources des géodonnées: swisstopo, FGS, OFEV, OFROU et OFT.

L'annexe A-3 localise les unités lithologiques correspondantes et les décrit géologiquement selon les connaissances actuelles.

Tous les sites actuels (ou désaffectés) de production de ciment et d'autres produits à base de carbonate de calcium se trouvent à proximité immédiate de matières premières primaires. D'autres sites potentiels d'extraction de matières premières du ciment existent théoriquement le long des formations géologiques décrites, mais, dans de nombreux cas, ils entrent en conflit avec des zones d'exclusion ou de protection ou sont situés à des endroits densément bâtis ou difficilement accessibles (fig. 19 et annexe A-4 pour des détails à ce sujet).

5. Défis posés à l’approvisionnement de la Suisse en ciment issu de matières premières indigènes

De nombreux matériaux de construction conformes aux normes et de haute qualité, notamment du béton à base de ciment, de gravier et de sable, sont nécessaires pour satisfaire aux besoins de la société actuelle. Les matières premières requises peuvent être obtenues à travers les sites d’extraction suisses et/ou via l’industrie du recyclage de matériaux inertes selon les standards environnementaux et de production usuels dans notre pays. Pour assurer l’approvisionnement de la Suisse en matériaux de construction et en matières premières sur le long terme, il faut pouvoir repérer au préalable des gisements appropriés, les intégrer dans les procédures de planification cantonales, puis les rendre exploitables à temps. Si l’approvisionnement en matières premières d’origine indigène pour la fabrication du ciment ne peut pas être assuré, les usines doivent soit obtenir ces matières premières à travers d’autres sources, soit importer du ciment.

Les chapitres suivants exposent les principaux défis auxquels l’extraction des matières premières et la production du ciment sont confrontés en Suisse. La superposition d’intérêts en termes de protection et d’utilisation du (sous-)sol ainsi qu’une recrudescence des oppositions envers les projets d’extraction influencent l’approvisionnement de la Suisse en matières premières indigènes. Les conflits d’intérêts suscités par leur extraction, leur accès ou leur utilisation sont liés en particulier aux zones de protection de la nature et du paysage, à l’agriculture, à la protection contre le bruit, à la forêt, à la protection de l’air, aux infrastructures de transport et aux eaux souterraines ainsi qu’aux intérêts économiques locaux ou régionaux, tels que zones à bâtir, zones industrielles ou tourisme (fig. 20).

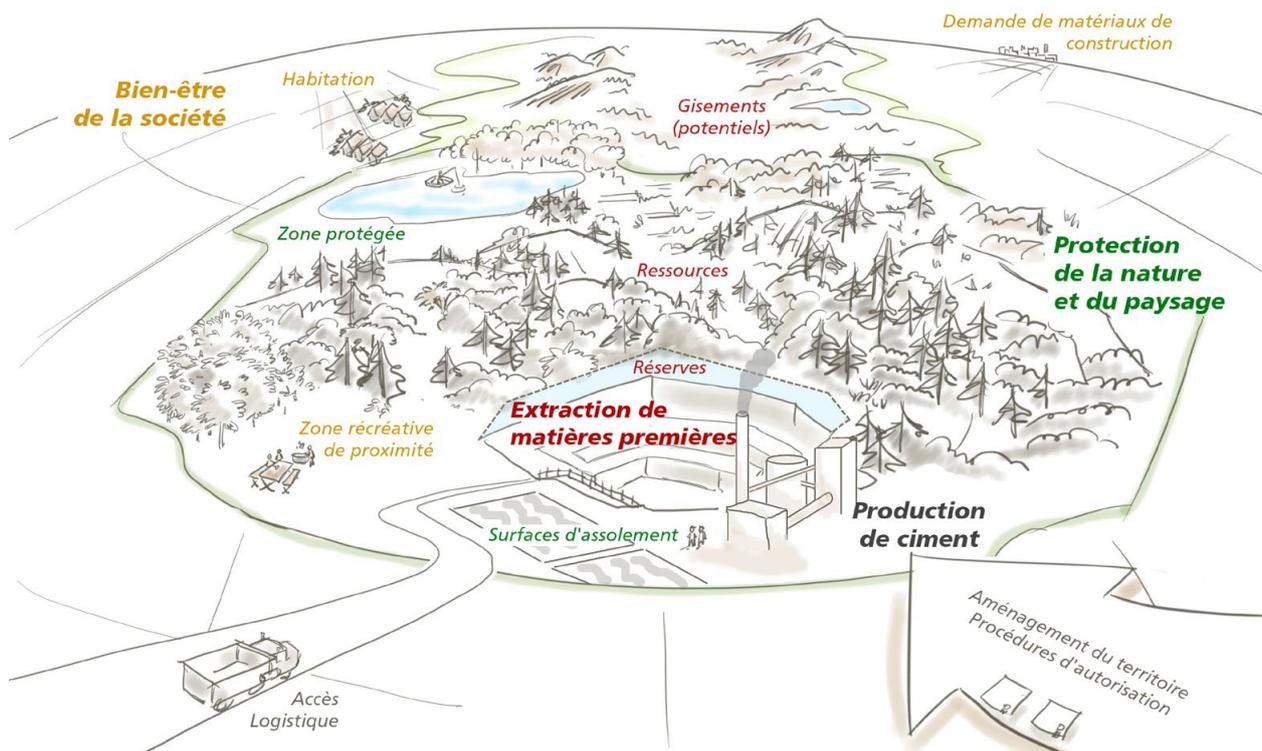


Fig. 20: Représentation d’attentes typiques en termes d’utilisation et de protection du (sous-)sol. Il est souvent inévitable que de tels intérêts se superposent. Source de l’image: Holcim (Suisse) SA, Reserves and Mining (modifiée).

5.1 Sécurisation de projets d’extraction par l’aménagement du territoire

Les planifications actuelles montrent que les sites potentiellement appropriés pour extraire des matières premières sont souvent sujets à une superposition d’intérêts en matière de protection et d’utilisation du (sous-)sol. Lors de la pesée des intérêts, l’importance de l’approvisionnement en matières premières présentes en Suisse est confrontée à d’autres intérêts ayant un statut juridique différent. Il n’existe actuellement aucune vue d’ensemble des gisements de matières premières susceptibles d’être exploitées pouvant servir de base à l’élaboration de futurs projets d’extraction.

Dans le cadre de la procédure d’aménagement du territoire, les conflits éventuels entre des projets d’extraction de matières premières et d’autres intérêts en termes de protection et d’utilisation du (sous-)sol sont examinés. Les sites d’extraction actuels ainsi que les plans d’extension des cimenteries suisses sont parfois contigus à des zones de protection et d’affectation selon la législation sur l’aménagement du territoire. Il existe différents inventaires et périmètres¹⁸. Le tableau 1 énumère les périmètres de l’Inventaire fédéral des paysages, sites et monuments naturels (IFP) et du Plan sectoriel des surfaces d’assolement (SDA), les surfaces boisées, les

¹⁸ P. ex. les sites marécageux, les biotopes marécageux, le Parc national suisse, les zones centrales des parcs nationaux et des parcs naturels périurbains, les inventaires fédéraux (IFP, IVS et ISOS), les inventaires de biotopes (zones alluviales, sites de reproduction d’amphibiens, prairies et pâturages secs), les parcs naturels régionaux, les réserves de biosphère de l’UNESCO, les parcs naturels périurbains, les SDA, les zones de protection des eaux souterraines et la forêt. Les sites marécageux (art. 23b LPN), les biotopes marécageux (art. 18a LPN) et le Parc national suisse (loi sur le Parc national) sont des zones d’exclusion où aucune pesée des intérêts ne peut avoir lieu.

zones de protection des eaux souterraines et les parcs d'importance nationale qui touchent à des périmètres d'extraction ou d'extension ou s'y superposent.

Tab. 1: Liste des zones superposées ou contiguës aux sites d'extraction en activité et aux périmètres d'extension éventuels.
Sources: géodonnées de l'OFEV et des portails SIG cantonaux.

Sites	Zones superposées à des périmètres d'extraction actuels	Zones contiguës à des périmètres d'extraction actuels	Zones en conflit potentiel avec des extensions éventuelles de sites d'extraction
Cornaux	—	Zone IFP n° 1013, SDA, forêt	Zone IFP n° 1013, SDA, forêt, zones de protection des eaux souterraines, Parc régional Chasseral
Eclépens	—	Zone IFP n° 1023, SDA, forêt	Zone IFP n° 1023, SDA, forêt, Parc Jura vaudois
Péry	Parc régional Chasseral	Forêt, Parc régional Chasseral	Forêt, Parc régional Chasseral
Siggenthal	Zone IFP n° 1108, Parc du Jura argovien	Zone IFP n° 1108, forêt, Parc du Jura argovien	Zone IFP n° 1108, forêt, zones de protection des eaux souterraines, Parc du Jura argovien
Untervaz	—	Forêt	Forêt
Wildegg	SDA, Parc du Jura argovie	Zone IFP n° 1017, SDA, forêt, Parc du Jura argovien	Zone IFP n° 1017, SDA, forêt, Parc du Jura argovien

Une difficulté majeure à laquelle l'aménagement du territoire est confronté consiste à concilier spatialement différents intérêts, parfois opposés, en termes d'utilisation et de protection du (sous-)sol. La valeur juridique des divers intérêts joue également un rôle crucial. Un projet d'extraction de matières premières situé dans une zone où d'autres intérêts se superposent n'est pas fondamentalement exclu (à l'exception des zones à exclure), mais cette situation requiert une pesée appropriée, aux différents échelons, de tous les intérêts revêtant de l'importance.

Le «Guide de planification pour l'extraction de roches et de terres destinées à la production de ciment» [22], élaboré parallèlement au présent rapport, approfondit le mécanisme des procédures de planification, fournit aux instances impliquées une assistance concernant les études à accomplir et leur indique les principales étapes des procédures relatives aux projets d'extraction.

La figure 21 montre de façon simplifiée le déroulement de la procédure, de la recherche d'un gisement approprié à son exploitation. Les durées indiquées correspondent à des estimations basées sur l'expérience de l'industrie et peuvent prendre entre dix et quinze ans de l'établissement du plan directeur au début de l'extraction de matières premières. Cette estimation n'inclut pas la durée requise pour l'évaluation de nouveaux sites ainsi que le règlement éventuel des oppositions, car le temps nécessaire à cette fin peut varier considérablement. Le «Guide de planification» [22], ne concerne que les étapes nécessaires jusqu'à ce qu'un nouveau site d'extraction ou une extension d'un site d'extraction existant puisse être classé en coordination réglée dans le plan directeur cantonal.

Contrairement à plusieurs pays de l'Union européenne¹⁹, la Suisse ne dispose pas d'une vue d'ensemble reconnue des gisements de matières premières appropriées aux plans qualitatif et quantitatif et présentant un grand intérêt économique. Une telle vue d'ensemble pourrait constituer la

19 P. ex. Autriche [40], France [41], Allemagne [42].

base d'une évaluation précoce et pertinente des sites d'extraction potentiels.

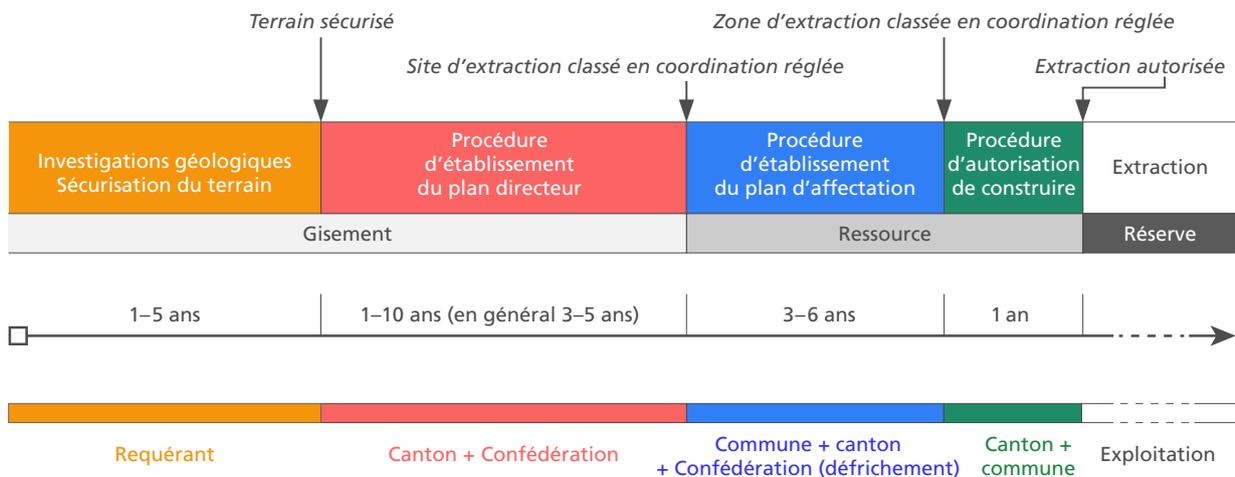


Fig. 21: Représentation simplifiée de la procédure d'autorisation d'un site d'extraction de matières premières en Suisse, avec indication estimative des durées (basée sur les expériences de l'industrie [23]) et mention des instances impliquées dans les différentes étapes (la première citée assure la coordination). Un gisement de matières premières est considéré comme une ressource quand le périmètre d'extraction est classé en coordination réglée dans le plan directeur et comme une réserve quand la procédure d'autorisation de construire, qui suit le plan d'affectation, est achevée (voir le chap. 4 pour des définitions et le «Guide de planification pour l'extraction de roches et de terres destinées à la production de ciment» [22] pour des indications supplémentaires au sujet de la procédure d'autorisation d'extraction).

5.2 Réduction des émissions de CO₂

La production de clinker rejette de grandes quantités de CO₂. Des technologies de séquestration, d'utilisation et de stockage de CO₂ sont étudiées dans le monde entier, mais il n'existe encore aucune solution techniquement et économiquement efficace applicable à l'échelle industrielle. L'industrie suisse du ciment travaille au développement et à la mise en œuvre de ciments à faible teneur en clinker, dont la production rejette moins de CO₂, et au remplacement des combustibles fossiles.

Plus de 47 millions de tonnes d'éq.-CO₂²⁰ ont été émises en Suisse en 2017, dont 2,51 millions en produisant du ciment, ce qui correspond à une part de 5,3% [24]. Dans la fabrication de ciment, un tiers des émissions de CO₂ est imputable à la combustion de matières combustibles pour atteindre la température de calcination (1450 °C) et deux tiers à la calcination du mélange cru à base de calcaire (le clinker, et donc le ciment, ne peut pas être fabriqué sans calcination) (fig. 22). Les milieux de la recherche et de l'industrie sont appelés à concevoir et à mettre en œuvre d'autres solutions pour réduire les émissions de CO₂.

²⁰ Tonnes d'éq.-CO₂ = tonnes d'équivalent CO₂ (voir le chap. 8).

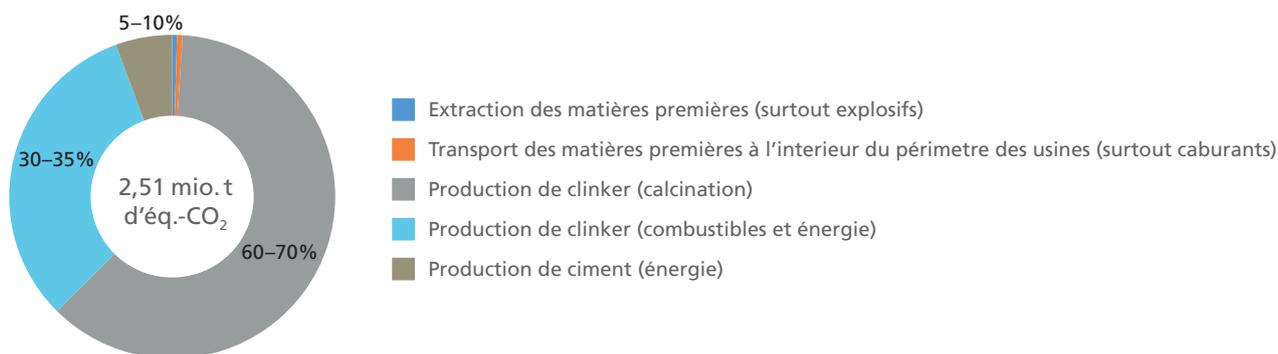


Fig. 22: Émissions de gaz à effet de serre dans les principaux sous-processus appliqués par l'industrie suisse du ciment (données dérivées d'une étude de l'OFEV de 2019 [25]).

Dans la perspective des objectifs du «European Green Deal»²¹, qui reconnaît l'importance essentielle de l'industrie du ciment dans l'économie de l'UE, l'Association européenne du ciment (CEMBUREAU) a publié en mai 2020 un agenda visant à atteindre des émissions nettes nulles tout au long des chaînes de valeur liées au ciment et au béton dans l'UE d'ici 2050 [26].

D'après les milieux de la recherche²² et l'Agence internationale de l'énergie (AIE) [27], quatre axes principaux sont considérés pour réduire les émissions de CO₂ dans l'industrie du ciment:

- Remplacement de combustibles primaires par des combustibles secondaires
- Diminution de la proportion de clinker dans le ciment
- Augmentation de l'efficacité énergétique dans le processus de production
- Application de technologies de séquestration, d'utilisation et de stockage de CO₂ (CCUS²³)

L'annexe A-2 décrit les développements réalisés à ce sujet dans l'industrie suisse du ciment et les milieux de la recherche.

Parmi les nombreux procédés susceptibles de diminuer les émissions de CO₂, la technologie CCUS est à même d'apporter une contribution majeure à la décarbonisation de l'industrie d'ici 2050²⁴. Elle en est à la phase pilote au plan mondial²⁵. Sa faisabilité technique n'est pas encore établie et le capital nécessaire pour construire les installations requises n'est pas encore réuni. Bien qu'il y ait dans l'UE des plans visant à appliquer intégralement le procédé CCUS, sa mise en œuvre généralisée est largement tributaire du développement d'une infrastructure (inter)nationale de pipelines pour le transport de CO₂, de l'affectation d'un réservoir souterrain approprié ainsi que de mesures et financements politiques de grande ampleur. Il est indispensable de consentir des efforts conjoints pour atteindre l'objectif «zéro net» dans la politique climatique.

21 Le «European Green Deal» est une nouvelle stratégie de croissance qui vise à faire de l'UE une société juste et prospère dotée d'une économie moderne, économe en ressources et compétitive, sans émissions nettes de gaz à effet de serre d'ici 2050 et où la croissance économique est découplée de l'utilisation des ressources [43].

22 P. ex. étude de l'EPFL-ETHZ de 2018 [44].

23 Carbon Capture, Utilisation and Storage.

24 D'après le CEMBUREAU, la méthode CCUS a un potentiel de réduction de 42% des émissions de CO₂ dans l'industrie cimentière de l'UE [26].

25 P. ex. ECRA et le projet LEILAC (Low Emissions Intensity Lime and Cement) dans le cadre du programme européen Horizon 2020, à Lixhe (Belgique): www.project-leilac.eu.

Dans le domaine de l'administration et de la recherche en Suisse, l'OFEN est impliqué dans des projets de recherche au sujet de la technologie CCUS conjointement avec le SCCER (Swiss Competence Center for Energy Research), les EPF et le laboratoire souterrain du Mont Terri. Au plan européen, cemsuisse prend part à des recherches et développements avec l'ECRA (European Cement Research Academy) et CEMBUREAU. Les entreprises actives dans l'industrie du ciment participent en outre à différents projets pilotes aux plans européen et mondial (voir l'annexe A-2).

5.3 Substitution de matières premières et contribution au bouclage de cycles de matières

Le processus de fabrication du ciment requiert de grandes quantités de matières premières et d'énergie thermique. En optimisant continuellement ses processus, l'industrie cimentière est aujourd'hui en mesure de valoriser dans ses fours et ses moulins une grande quantité de déchets produits par notre société. Cette pratique, bien établie au plan international, permet aux usines de diminuer l'utilisation de combustibles fossiles, d'éviter ou réduire la mise en décharge et de remplacer une partie des matières premières du ciment – en sachant que le calcaire et la marne ne peuvent être remplacés que très partiellement à ce jour. Le recours accru à du béton de recyclage, et à du ciment de recyclage dans une faible mesure, nécessite toutefois la mise à disposition plus systématique de déchets appropriés selon l'ordonnance sur la limitation et l'élimination des déchets (OLED) [28].

Afin de réduire la consommation élevée de matières premières primaires en Suisse, la Confédération se focalise sur tous les flux de matières et de substances le long de la chaîne de valeur – de l'extraction des matières premières à la conception des produits jusqu'à la gestion des déchets. D'après le rapport sur l'environnement du Conseil fédéral de 2018 [3], environ 80 à 90 millions de tonnes de déchets sont générées chaque année en Suisse. Les matériaux d'excavation et de percement non pollués ainsi que les matériaux de déconstruction en constituent la plus grande partie (fig. 23).

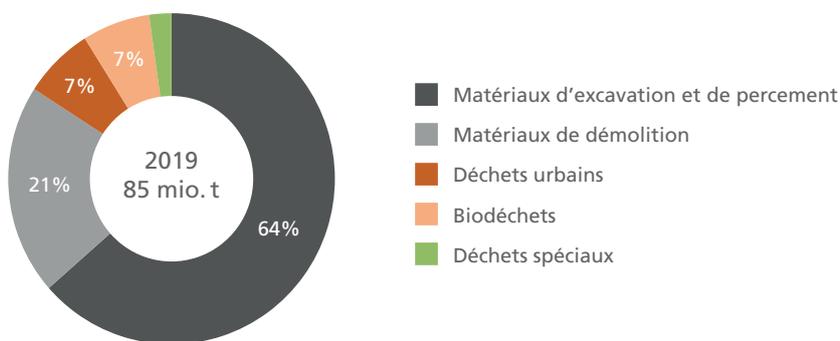


Fig. 23: Production annuelle de déchets en Suisse. Outre les grandes quantités de matériaux d'excavation et de percement (54 millions de tonnes), l'activité de construction génère annuellement 17,5 millions de tonnes de matériaux de déconstruction, dont une grande partie est valorisée [29].

Dans le cadre de la mesure 5a du Plan d'action «économie verte» [2], le remplacement de matières premières primaires par des matières premières secondaires revêt une grande importance en vue d'assurer l'approvisionnement de la Suisse en matières premières primaires minérales non énergétiques et de boucler les cycles de matières. L'industrie suisse du ciment et du béton ainsi que les milieux de la recherche collaborent activement avec le secteur de la valorisation et du recyclage des déchets²⁶ pour élaborer et mettre en œuvre des solutions de substitution.

Avec la loi sur la protection de l'environnement [30] et l'ordonnance sur les déchets [28], la Confédération a posé les bases légales nécessaires pour protéger les personnes et l'environnement contre les atteintes nuisibles ou incommodes imputables aux déchets produits [3]. L'OLED spécifie, entre autres, quels déchets peuvent être valorisés dans les cimenteries et de quelle manière – notamment comme matières premières dans la production de clinker et de ciment et/ou comme combustibles pour alimenter les fours.

5.3.1 Remplacement des combustibles primaires fossiles

Les cimenteries ne peuvent employer des déchets comme combustibles secondaires que si cela n'accroît pas la concentration de polluants dans les fumées et dans le clinker. L'utilisation de combustibles secondaires est soumise aux mêmes valeurs limites selon l'ordonnance sur la protection de l'air [31] que l'utilisation de combustibles primaires.

Dans les cimenteries suisses, les combustibles primaires fossiles, tels que charbon, coke, gaz ou pétrole, sont de plus en plus souvent remplacés par des combustibles secondaires. Sont susceptibles d'être utilisés comme combustibles secondaires des déchets à fort pouvoir calorifique, tels que boues d'épuration, farines et graisses animales, déchets de bois, huiles usagées, solvants, pneus usagés ou déchets de plastique (fig. 24). Les températures élevées des processus permettent, d'une part, de récupérer l'énergie contenue dans les déchets et, d'autre part, d'intégrer la cendre produite dans le clinker. Cela a pour avantages directs ou indirects de réduire les émissions nettes de CO₂²⁷ (voir le chap. 5.2 et l'annexe A-2), de ménager les aires de décharge spéciales²⁸ et de réduire l'utilisation de combustibles primaires. En 2019, le taux de substitution dans les cimenteries suisses était proche de 68% (fig. 25) [6].

26 asr Recyclage matériaux construction Suisse, Geocycle (Holcim (Suisse) SA), Altola (Vigier Holding SA), A.RO.MA. (JURA Materials).

27 Selon cemsuisse et des données de l'OFEV, ce procédé a permis à l'industrie suisse du ciment de réduire les émissions de CO₂ dues aux combustibles primaires de l'ordre de 67% depuis 1990 [6].

28 Dans le cas des cendres issues d'une usine d'incinération d'ordures ménagères, il s'agit de décharges de type D selon l'OLED [28].

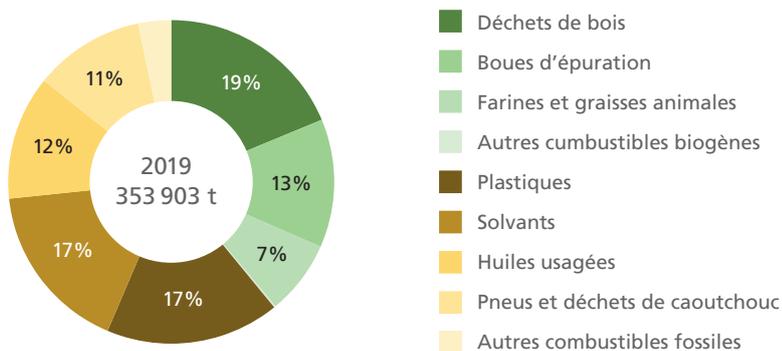


Fig. 24: Parts des différents combustibles secondaires utilisés en 2019 pour remplacer des combustibles primaires dans les cimenteries suisses [6].

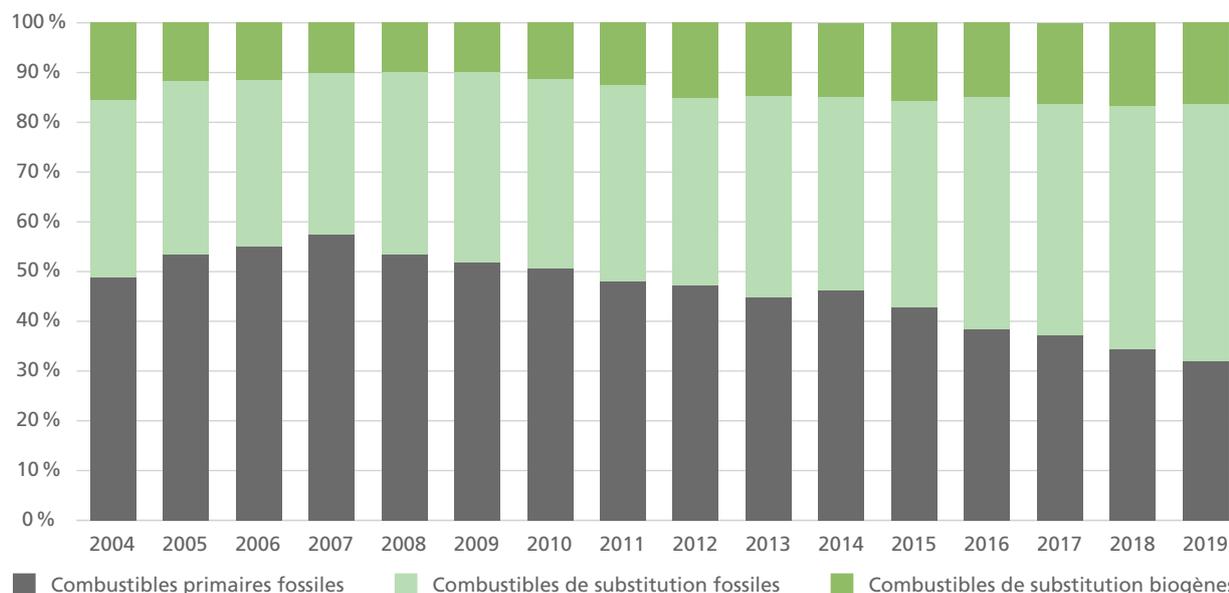


Fig. 25: Remplacement des combustibles primaires fossiles par des combustibles secondaires pour fabriquer du clinker dans les cimenteries suisses [6].

5.3.2 Remplacement des matières premières primaires du ciment

Pour produire du ciment, on utilise en Suisse des matières premières secondaires issues de déchets minéraux, tels que résidus industriels (cendres), matériaux d'excavation pollués et non pollués, terres contaminées (p. ex. boues de dépotoirs et de balayures de routes), boues d'épuration séchées, certaines fractions provenant de l'assainissement de sites contaminés et plus récemment des granulats mixtes traités émanant de travaux de déconstruction (fig. 26). En 2019, 0,47 millions de tonnes de matières premières secondaires ont été utilisées, ce qui représente un taux de substitution proche de 9% de la consommation totale de matières premières du ciment (voir fig. 17).

Il est important de noter que, même s'il sera possible d'accroître encore la part des matières premières secondaires à l'avenir, les matières premières primaires que sont le calcaire et la marne – composants principaux du ciment²⁹ – ne pourront pas être remplacées, ou alors dans une très

²⁹ Part massique de 85% dans le mélange cru servant à fabriquer du clinker.

faible mesure, malgré les progrès technologiques réalisés. La diminution de la production de ciment indigène à laquelle il faut s'attendre, due au manque d'autorisations pour extraire du calcaire et de la marne (voir les chap. 4 et 5.1), ne peut donc pas être compensée uniquement en recourant à des matières premières secondaires.

5.3.3 Remplacement des matières premières primaires du béton

La plus grande partie du gravier et du sable, matières premières primaires qui entrent à plus de 80% dans la composition du béton, peut théoriquement être remplacée par des composants recyclés sélectionnés émanant de travaux de déconstruction et d'excavation pour fabriquer des produits en béton de recyclage satisfaisant aux normes (fig. 26).

Quelque 40 millions de tonnes de béton sont utilisées annuellement en Suisse dans la construction. Mais la déconstruction et l'assainissement d'ouvrages ne livrent qu'environ six millions de tonnes de béton de déconstruction par année. Après traitement, 85% sont réutilisés comme granulats de béton recyclé et 15% sont mis en décharge [13]. Il en résulte que la substitution de matériaux pour produire du béton ne peut être assurée que dans une faible mesure par des composants recyclés.

Les technologies de remplacement du ciment dans le béton jusqu'à obtenir du béton sans ciment en sont à la phase de développement (voir l'annexe A-2). Dans le cadre des travaux visant à renforcer l'économie circulaire, l'OFEV s'engage parallèlement à promouvoir le remplacement des matières premières primaires par des matières premières secondaires, en particulier l'utilisation accrue de béton recyclé et, en général, de matériaux recyclables.

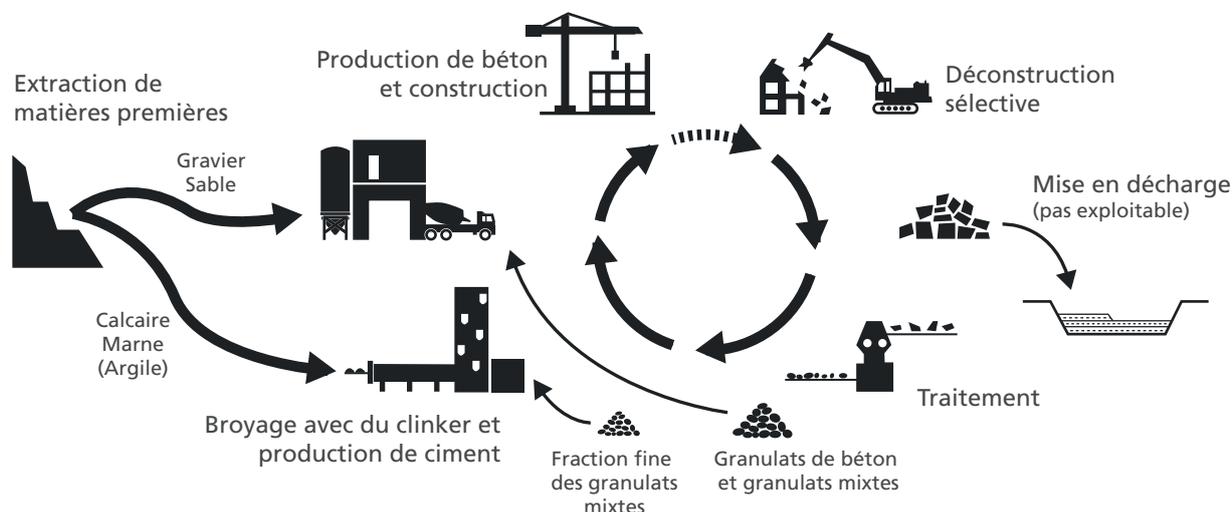


Fig. 26: Flux de matières et utilisation circulaire de matériaux de déconstruction pour produire du béton et du ciment. Source: Holcim (Suisse) SA (modifiée).

5.4 Impacts sur le paysage et la biodiversité

L'extraction de matières premières porte atteinte à la nature et au paysage. La remise en culture, pendant ou après l'activité minière, est réglementée dans l'autorisation d'extraction. Il est difficile et parfois impossible de compenser les impacts des carrières sur le paysage. Des projets de remise en culture de sites d'extraction désaffectés ou actuels sont par contre susceptibles d'accroître la biodiversité par rapport à l'état précédent l'extraction pour certains groupes d'espèces.

L'extraction de matières premières à ciel ouvert porte atteinte au paysage existant. L'exploitation d'une carrière peut le modifier durablement avec ses fronts de taille raides et marqués et à cause de la grande résistance à l'altération de la roche en place. Contrairement à la plupart des gravières et marnières épuisées, les carrières ne sont généralement pas comblées entièrement au terme de leur exploitation (voir le tab. 3). Les modifications du paysage qu'elles engendrent peuvent être atténuées en planifiant soigneusement et à temps l'extraction et la remise en culture sur toute la durée de l'exploitation et dans la perspective de l'état final.

Un projet minier influence la biodiversité de plusieurs manières. L'extraction engendre la disparition d'habitats, avec leur faune et leur flore caractéristiques. Elle compromet également l'interconnexion d'écosystèmes. Si des atteintes à des habitats dignes de protection ne peuvent pas être évitées, il y a lieu de rétablir les habitats touchés au terme de l'exploitation. Si ce n'est pas possible, ils doivent être remplacés dans la mesure requise à un endroit approprié. Ce remplacement selon la LPN (art. 18, al. 1^{er}) sert à contrebalancer les pertes dues aux atteintes. Des mesures de compensation écologique sont en revanche appliquées pour compenser le mieux possible l'impact d'une utilisation intensive dans un secteur.

La remise en culture ciblée pendant et après l'activité minière est susceptible d'accroître la variété d'un site et ainsi la diversité des groupes d'espèces examinés. Ce gain de biodiversité peut être temporaire ou durable. Des stades de forêts pionnières, des habitats humides et des sites de nidification dans des carrières désaffectées ou une mosaïque serrée d'habitats humides et secs en sont des exemples.

Les mesures de reconstitution et de remplacement selon la LPN ainsi que les mesures de compensation écologique à mettre en œuvre à l'intérieur et à l'extérieur d'un périmètre d'extraction de matières premières sont fixés dans le cadre de l'autorisation d'exploitation. La mise en place de ces mesures est suivie par des spécialistes de la protection de la nature indépendant(e)s³⁰ et elles sont financées par les exploitant(e)s.

En Suisse, différentes mesures de remplacement selon la LPN et de compensation écologique sont appliquées pendant la phase d'exploitation déjà, dans des secteurs inactifs situés à l'intérieur, voire parfois à l'extérieur du périmètre d'extraction (tab. 2).

³⁰ P. ex. Pro Natura, WWF, auditeurs et auditrices de la fondation Nature & économie. Presque toutes les carrières des cimenteries suisses sont certifiées par la fondation Nature & économie. Elle décerne un label à des sites d'extraction aménagés d'une manière proche de l'état naturel, en collaboration avec l'Association suisse de l'industrie des graviers et du béton (ASGB).

Tab. 2: Liste des remplacements selon la LPN et des mesures de compensation réalisés par les cimenteries suisses.

Site	Remplacements selon la LPN et mesures de compensation écologique
Cornaux	Biotopes itinérants, mesures de biodiversité à l'extérieur du périmètre, lutte contre les néophytes en faisant pâturer des moutons et des chevaux sur le sous-sol excavé, favorisation de cours et plans d'eau temporaires, surfaces de sable et gravier, haies, nichoirs à chauves-souris et hiboux moyens-ducs
Eclépens	Agriculture extensive à l'extérieur du périmètre
Péry	Entretien de pâturages en forêt, création et entretien de zones de tranquillité de la faune sauvage, déplacement d'orchidées, protection et entretien de pelouses sèches, zones humides, murs en pierres sèches et haies, mesures de compensation écologique sur plus de 700 hectares dans le Parc régional Chasseral
Siggenthal	Établissement de surfaces maigres d'éboulis, de zones de forêts, de buissons et de prés ainsi que de mares, biotopes itinérants, milieux secs, agriculture extensive dans le périmètre de l'entreprise, plantation d'orchidées indigènes, création d'habitats pour les chamois et pour des amphibiens rares
Untervaz	Biotopes itinérants, implantation de végétation sèche sur trois hectares
Wildeg	Biotopes itinérants, milieux secs, verger, couloir de migration d'amphibiens, couloir à faune sauvage, création et entretien de cours et plans d'eau temporaires

Comme pour les remplacements selon la LPN et les mesures de compensation écologique, la remise en culture d'un site d'extraction est réglementée dans le cadre de l'autorisation d'extraction (tab.3). Elle permet d'atténuer l'atteinte au paysage due à l'exploitation en rétablissant de la forêt ou des terres cultivées et en créant de nouveaux habitats. La réglementation préalable de ces points dans le plan d'affectation garantit que les buts poursuivis par la remise en culture soient atteints après la fin de l'exploitation. La procédure d'autorisation d'extraction assure la réalisation des remplacements convenus selon la LPN et des mesures de compensation écologique.

Tab. 3: Quelques réaffectations en cours et prévues des sites d'extraction exploités actuellement.

Site	Réaffectation prévue	État de la réaffectation en 2018
Cornaux	Comblement de la plus grande partie, boisement, zones naturelles variées, surfaces agricoles	Comblement en cours
Eclépens	Pas encore fixée	En cours de planification
Péry	Pas de comblement, boisement de parois de la carrière	Boisement en cours
Siggenthal	Pas de comblement, boisement de parois de la carrière	Boisement en cours
Untervaz	Pas de comblement, boisement, prairie sèche	Boisement en cours
Wildeg	Comblement partiel, boisement de parois de la carrière en gradins (forêt pionnière), surfaces d'assolement	Comblement en cours

5.5 Impacts dûs aux transports de matières premières du ciment

Dans l'hypothèse où les matières premières du ciment ne pouvaient plus être extraites dans les sites des cimenteries suisses à l'avenir, il faudrait se procurer ailleurs soit ces matières premières, soit le clinker, soit le ciment. La difficulté majeure de ce scénario résiderait alors dans l'accroissement des charges sur les infrastructures de transport et des nuisances subies principalement par la population riveraine.

Le transport des matières premières destinées à la production de ciment est assuré par des véhicules miniers (camions-bennes avec une charge utile de 60–75 tonnes) et par des bandes transporteuses (voir le chap. 2.4). Les distances parcourues entre les sites d'extraction et les usines sont inférieures à quatre kilomètres pour les six cimenteries suisses. Si cet accès direct aux matières premières venait à manquer (voir le chap. 5.1), ces matériaux devraient être transportés par le réseau routier suisse depuis d'autres sites d'extraction.

Le présent rapport considère deux types d'impacts causés par l'accroissement éventuel des transports de matières premières du ciment à partir de sites d'extraction externes:

Impact A: Augmentation de l'empreinte CO₂

Impact B: Accroissement des charges sur les infrastructures de transport et des nuisances subies par la population

D'autres scénarios, qui considèrent l'importation de clinker ou de ciment (et l'augmentation ou la diminution des transports qui va de pair), ne sont pas traités dans le cadre de ce rapport.

5.5.1 Impact A: Augmentation de l'empreinte CO₂

Les impacts sur l'environnement correspondant à différents scénarios de transport de matières premières à partir de sites d'extraction externes (distance jusqu'à l'usine de 20, 50 et 100 kilomètres) ont été comparés avec la situation actuelle (site d'extraction et usine au même endroit) dans le cadre d'une étude de l'OFEV [25]. Ces scénarios distinguent le transport par train et par camion à moteur diesel. Les effets sur l'environnement ont été quantifiés sur la base des deux indicateurs «émissions de gaz à effet de serre» (éq.-CO₂) et «unités de charge écologique» (UCE) selon la méthode de la saturation écologique [32]. Seules les émissions de gaz à effet de serre (éq.-CO₂) sont exposées ici pour illustrer ce propos.

L'étude montre que la part des charges environnementales imputables aux transports est faible par rapport aux charges totales dues à la production de ciment. Comme exposé au chapitre 5.2, la plupart des émissions de gaz à effet de serre dans une cimenterie (> 90%) sont générées lors de la production de clinker (voir la fig. 22). En considérant un scénario dans lequel les matières premières du ciment sont transportées par camion sur plus de cent kilomètres, l'accroissement calculé des émissions totales de gaz à effet de serre atteint à peine 2% (charge annuelle accrue d'environ 53 000 t éq.-CO₂).

Une comparaison entre la situation actuelle et les différents scénarios de transport de matières premières du ciment à partir de sites d'extraction externes montre que les émissions de gaz à effet de serre augmenteraient de 3000 à 53 000 tonnes d'équivalent CO₂ par année (fig. 27).

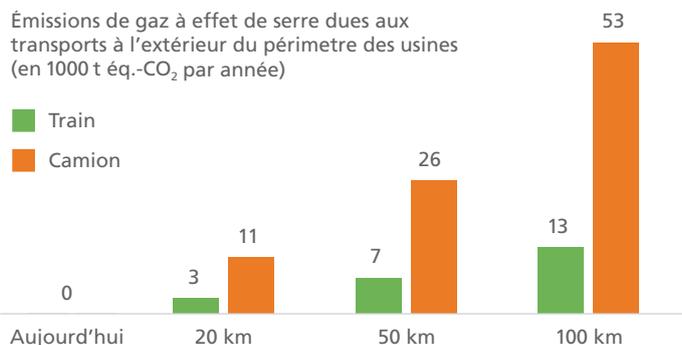


Fig. 27: Émissions de gaz à effet de serre dues au transport de matières premières primaires du ciment par train et par camion sur 20, 50 et 100 kilomètres [25].

Selon cette étude, les impacts environnementaux actuellement imputables à l'extraction et au transport de matières premières du ciment sont ainsi faibles par rapport aux effets dus à l'ensemble de la production de ciment. Mais les émissions de gaz à effet de serre augmenteraient considérablement, en péjorant le bilan global³¹, à mesure que la distance de transport croîtrait.

5.5.2 Impact B: Accroissement des charges sur les infrastructures de transport et des nuisances subies par la population

Le transport des matières premières du ciment est confronté à un défi dû aux charges qu'il exerce sur les infrastructures routières et ferroviaires et aux atteintes à la population sous la forme de bruit et de poussières liées à l'augmentation du transport local ou régional. En considérant la pénurie de ciment indigène d'environ 1,8 millions de tonnes prévue à partir de 2024 (voir le chap. 4.1), ce qui correspondrait à au moins 2,4 millions de tonnes de matières premières du ciment³², on obtiendrait un accroissement des charges subies par les axes de communication suisses de 87 000 courses de camions³³ ou de 1800 trains complets³⁴ par année (seulement courses aller). Une telle augmentation du trafic n'est pas très significative à l'échelle de l'ensemble de la Suisse. Mais si une usine devait acheminer les matières premières du ciment nécessaires à l'extérieur de son site, ce seraient quelque 300 camions par jour qui devraient circuler entre l'usine et la source de matières premières³⁵. Une telle augmentation du trafic accroîtrait sensiblement les charges exercées sur les axes de communication concernés ainsi que les nuisances subies par les riverains touchés.

31 Un éventuel recours accru à des camions fonctionnant à l'électricité ou à l'hydrogène générerait une diminution des émissions de gaz à effet de serre dues aux transports. Mais l'application de telles technologies à grande échelle n'est pas en vue à l'heure actuelle, aussi ne sont-elles pas considérées dans la présente étude.

32 Chiffre dérivé de la composition du ciment suisse moyen [4].

33 Charge utile d'un camion-silo: 28 t.

34 Charge utile d'un train complet: 1300 t.

35 En admettant pour cette usine une consommation de 0,8 millions de tonnes de matières premières par année, cinq jours ouvrables par semaine et un chargement de 24 tonnes de roche concassée par camion.

6. Résumé et conclusions

En vertu du Rapport sur les matières premières minérales [1] et de la mesure 5a pour 2016–2019 du Plan d'action «économie verte» [2], le Conseil fédéral a chargé swisstopo et l'OFEV d'établir des rapports sur la sécurité de l'approvisionnement en matières premières, traitant des matières premières minérales non énergétiques indigènes, et de les mettre à jour périodiquement. Le présent rapport s'inscrit dans ce cadre et regroupe des données de base à jour portant sur les matières premières du ciment et sur la production de ciment dans une optique nationale. Il fournit ainsi une base pour évaluer l'état de l'approvisionnement de la Suisse en matières premières indigènes pour la fabrication du ciment.

Le *ciment* est indispensable pour fabriquer du béton, qui est, en raison de ses caractéristiques, le matériau le plus utilisé pour réaliser des projets de construction et d'infrastructures en Suisse. La *consommation de ciment*, relativement constante au cours des dix dernières années, se montait à environ 4,7 millions de tonnes en 2019. Quelque 86% étaient fournis par l'industrie cimentière suisse et 14% importés. Les besoins en ciment prévus jusqu'en 2030 varient entre 4,3 et 5,9 millions de tonnes par année selon le scénario considéré, pour une moyenne de 4,9 millions de tonnes par année («scénario de base»).

La *production de ciment* est tributaire d'un accès assuré aux matières premières primaires nécessaires, d'une bonne liaison vers les débouchés commerciaux par le réseau ferroviaire et routier et d'une installation de production dimensionnée de manière appropriée. Pour limiter au maximum les transports, avec leurs effets négatifs sur les infrastructures, la société et l'environnement, les cimenteries devraient être les plus proches possible de matières premières exploitables du point de vue technique et économique. Cinq des six cimenteries suisses se trouvent au pied sud du Jura et la sixième dans la vallée du Rhin, près de Coire. La capacité annuelle totale des six cimenteries suisses (environ cinq millions de tonnes par année) suffit au plan technique pour couvrir entièrement les besoins de ciment prévus à l'échelle nationale.

La Suisse dispose de *nombreux gisements* de calcaire et de marne, les deux matières premières primaires les plus importantes pour la fabrication du ciment. Ces matières premières primaires ne peuvent actuellement être remplacées que dans une très faible mesure par des matières premières secondaires. Faute de nouvelles autorisations d'extraction de ces matières premières primaires, l'approvisionnement de la Suisse en ciment indigène diminuerait de quelque 1,8 millions de tonnes d'ici 2024, ce qui pourrait engendrer une augmentation des importations et/ou du prix du ciment. Si des extensions supplémentaires planifiées ou de nouveaux sites d'extraction ne sont pas autorisés, la production de ciment indigène pourrait ultérieurement subir un nouveau recul à partir de 2031.

Si l'on veut combler la *lacune prévue dans l'approvisionnement en ciment* par la production indigène, il y a lieu de sécuriser des sites d'extraction appropriés. Cela passe par des mesures d'aménagement du territoire et par

l'obtention des autorisations d'extraction afférentes. Mais les projets d'extension de sites d'extraction actuels rencontrent parfois des difficultés dues à la superposition d'intérêts en termes d'utilisation et de protection du (sous-)sol. Les autorités et les exploitant(e)s doivent par conséquent procéder aux *planifications nécessaires le plus tôt possible*.

Dans le cadre des travaux visant à renforcer l'économie circulaire, l'OFEV s'engage à promouvoir le remplacement des matières premières primaires par des matières premières secondaires, en particulier l'utilisation accrue de béton recyclé et, en général, de matériaux recyclables.

La compétence en matière de coordination spatiale et d'approbation des différents projets d'extraction de matières premières incombe en premier lieu aux cantons et aux communes concernés. Le groupe de suivi du présent rapport, composé de représentants et de représentantes des cantons, des milieux de l'économie et de la recherche, d'ONG et de l'administration fédérale, estime cependant qu'il est judicieux d'examiner également les gisements de matières premières du pays susceptibles d'être exploités pour produire du ciment dans une *optique nationale d'approvisionnement*. À cet effet, il faut localiser ces gisements de matières premières (p. ex. du ciment), évaluer leurs caractéristiques géologico-économiques et les intégrer dans une vue d'ensemble. Cette procédure pourra servir de base aux autorités ainsi qu'aux exploitant(e)s de matières premières pour planifier les projets d'extraction éventuels et les assister dans l'accomplissement de leurs tâches de planification et d'aménagement du territoire.

7. Références

- 1 swisstopo (2017): Rapport au sujet de l'approvisionnement de la Suisse en matières premières minérales non énergétiques (Rapport sur les matières premières minérales). Rap. Serv. géol. natl. *11 FR* (uniquement au format pdf), www.swisstopo.ch.
- 2 OFEV (2016): Économie verte – Mesures de la Confédération pour préserver les ressources et assurer l'avenir de la Suisse. Rapport à l'attention du Conseil fédéral. Office fédéral de l'environnement (OFEV), www.ofev.admin.ch.
- 3 Conseil fédéral (2018): Environnement suisse 2018. Rapport du Conseil fédéral, www.environnement-suisse.ch/fr.
- 4 cemsuisse (2016): Ciment suisse moyen (2015) – Déclaration environnementale selon SN EN 15804. Association de l'industrie suisse du ciment (cemsuisse), www.cemsuisse.ch.
- 5 ASGB (2017): Qu'est-ce que le béton? Association suisse de l'industrie des graviers et du béton (ASGB), www.fskb.ch.
- 6 cemsuisse (2020): Rapport annuel (état de données en 2019). Association de l'industrie suisse du ciment (cemsuisse), www.cemsuisse.ch.
- 7 AFD (2019): Statistique du commerce extérieur (état des données en 2019). Administration fédérale des douanes (AFD), www.ezv.admin.ch.
- 8 CEMBUREAU (2017): Activity Report. The European Cement Association, www.cembureau.eu.
- 9 CEMBUREAU (2018): Activity Report. The European Cement Association, www.cembureau.eu.
- 10 World Bank Group: World Bank Open Data, www.data.worldbank.org.
- 11 OFS (2019): Effectif et évolution de la population en Suisse. Office fédéral de la statistique (OFS), www.bfs.admin.ch.
- 12 ARMSTRONG, T. (2017): A review of global cement industry trends – Insights from the Global Cement Report.
- 13 EMPA (2016): Projekt MatCH – Bau: Material- und Energieressourcen sowie Umweltauswirkungen der baulichen Infrastruktur der Schweiz. Sur mandat de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV), www.empa.ch.
- 14 OFS: Statistique de la construction et des logements (état des données en 2019). Office fédéral de la statistique (OFS), www.bfs.admin.ch.
- 15 HOFER, C., NÄHER, T., NEUBAUER-LETSCH, B., SIMONI, L. & KRAJNOVIC, I. (2019): Utilisation finale du bois en Suisse en 2017 – Rapport de données. Haute école spécialisée bernoise, Institut pour la construction numérique et la gestion du bois (IdBH). Sur mandat de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV), www.bfh.ch.
- 16 OFS: Statistique des bâtiments et des logements (état des données en 2019). Office fédéral de la statistique (OFS), www.bfs.admin.ch.
- 17 cemsuisse (2013): Sans ciment rien ne marche – Histoire de l'industrie suisse du ciment. Association suisse de l'industrie du ciment (cemsuisse), www.cemsuisse.ch.
- 18 EMPA (2018): Le plus grand camion électrique du monde entre en scène, www.empa.ch.
- 19 CFF Cargo: www.sbbcargo.com/fr/.
- 20 EMCH+BERGER (2018): Abschätzung des zukünftigen Zementbedarfs der Schweiz. Sur mandat de cemsuisse. Mise à jour en 2020 sur mandat de swisstopo.
- 21 PERC: Code for Reporting of Exploration Results, Mineral Resources and Mineral Reserves, www.percstandard.org.
- 22 DTAP et al. (en prép.): Guide de planification pour l'extraction de roches et de terres destinées à la production de ciment., Elaboré par la Conférence suisse des directeurs cantonaux des travaux publics, de l'aménagement du territoire et de l'environnement (DTAP), ARE, OFEV, swisstopo, cemsuisse.
- 23 NOTHNAGEL, R. & KÜHNI, A. (2017): Herausforderungen der Rohstoffsicherung von Baurohstoffen in der Schweiz – Ein Bericht aus Unternehmenssicht, *Swiss Bulletin für angewandte Geologie*, Vol. 22/1.
- 24 OFEV (2019): Switzerland's Greenhouse Gas Inventory 1990–2017: National Inventory Report. Submission of April 2019 under the United Nations Framework Convention on Climate Change UNFCCC and under the Kyoto Protocol, Federal Office for the Environment FOEN, Bern.

- 25 ALIG, M. & FRISCHKNECHT, R. (TREEZE LTD.) (2019): Ökobilanz der Versorgung der Schweiz mit Zementrohstoffen. Sur mandat de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV).
- 26 CEMBUREAU (2020): Cementing the European Green Deal. Reaching climate neutrality along the cement and concrete value chain by 2050, www.cembureau.eu.
- 27 IEA (2018): Technology Roadmap – Low-Carbon Transition in the Cement Industry, www.iea.org.
- 28 Assemblée fédérale suisse (2020): Ordonnance sur la limitation et l'élimination des déchets (ordonnance sur les déchets, OLEA; RS 814.600), www.admin.ch.
- 29 OFEV (en prép.): Statistique des déchets en Suisse 2019.
- 30 Assemblée fédérale de la Confédération suisse (2020): Loi fédérale sur la protection de l'environnement (loi sur la protection de l'environnement, LPE; RS 814.01), www.admin.ch.
- 31 Assemblée fédérale suisse (2020): Ordonnance sur la protection de l'air (OPair; RS 814.318.142.1), www.admin.ch.
- 32 FRISCHKNECHT, R. & BÜSSER KNÖPFEL, S. (2013): Écofacteurs Suisse 2013 selon la méthode de la saturation écologique – Bases méthodologiques et application à la Suisse. Office fédéral de l'environnement (OFEV), Berne. Connaissance de l'environnement n° 1330, www.bafu.admin.ch.
- 33 myclimate (2020): www.myclimate.org.
- 34 EMPA (2020): Ciment alternatif – Recette de l'écobéton, www.empa.ch.
- 35 KÜNDIG, R. et al. (1997): Die mineralischen Rohstoffe der Schweiz. Schweizerische Geotechnische Kommission SGTk, Zürich.
- 36 DAVOT, G., GERBER, A. & VOGELSPERGER, F. (2012): Parc Régional Chasseral, Charte 2012–2021. Association «Parc régional Chasseral», www.parcchasseral.ch.
- 37 Global Cement (2011): Holcim Untervaz plant improves energy-efficiency by 20% by using ABB low-temperature ORC technology, www.globalcement.com.
- 38 ASGB (2017): Rapport annuel (état des données en 2016). Association de l'industrie suisse des graviers et du béton (ASGB), www.fskb.ch.
- 39 Conseil fédéral (2017): Conception relative au transport ferroviaire de marchandises. Base de la Confédération en vue du perfectionnement des infrastructures du fret ferroviaire, www.bav.admin.ch.
- 40 WEBER, L. (éd.) (2012): Der Österreichische Rohstoffplan. Archiv für Lagerstättenforschung. Geologische Bundesanstalt, Wien.
- 41 BRGM/RO-62960-FR (2013): Réévaluation du potentiel minier français en ressources minérales. Retraitement des données géochimiques de l'Inventaire et établissement de fiches de cibles minières. Rapport final.
- 42 Staatliche Geologische Dienste der Bundesrepublik Deutschland (2008): Rohstoffsicherung in der Bundesrepublik Deutschland – Zustandsbericht.
- 43 Communication from the Commission to the European Parliament, the European Council, the Council, the European economic and social committee and the Committee of the regions. The European Green Deal, COM/2019/640 final.
- 44 FAVIER, A. et al. (2018): A sustainable future for the European Cement and Concrete Industry: Technology assessment for full decarbonisation of the industry by 2050. ETHZ, Zürich and EPFL, Lausanne.
- 45 Oxara: www.oxara.ch.

8. Termes utilisés

Additifs

Matériaux broyés avec du clinker dans le moulin à ciment, puis mélangés pour produire du ciment. On utilise généralement du gypse, du calcaire pur, parfois des cendres, mais aussi la fraction fine de granulats mixtes ou de granulats de béton émanant de travaux de déconstruction.

Besoins (en ciment)

Estimation de la demande future (de ciment), basée sur plusieurs variables socio-économiques et commerciales.

Béton

Mélange de ciment, de granulats (principalement gravier et sable), d'additifs et d'eau (voir le chap. 1.4).

Calcination

Processus de cuisson, mis en œuvre lors du processus de production de ciment, au cours duquel le mélange cru est porté à une température de plus de 1450 °C, température à laquelle le minéral synthétique nommé clinker se forme (voir le chap. 1.4).

Ciment

Mélange hydraulique finement moulu composé de clinker, de gypse et d'autres additifs. Le ciment entre dans la composition du béton (voir le chap. 1.4).

Clinker

Composant principal du ciment. Le clinker est un minéral synthétique formé par calcination du mélange cru (voir le chap. 1.4). Il comprend principalement de l'oxyde de calcium, du dioxyde de silicium, de l'oxyde d'aluminium et de l'oxyde de fer.

Combustibles primaires

Matières premières naturelles (ou dérivées de celles-ci) à fort pouvoir calorifique, telles que charbon, coke, gaz et pétrole, accumulées par des processus géologiques au cours de l'histoire de la Terre (aussi dits combustibles fossiles) (voir le chap. 5.3).

Combustibles secondaires

Déchets industriels ou ménagers ayant un pouvoir calorifique suffisant pour pouvoir être utilisés comme combustibles. Il existe des combustibles secondaires fossiles (p. ex. huiles usagées, solvants, pneus usagés ou déchets de plastique) et biogènes (p. ex. boues d'épuration, farines et graisses animales ou déchets de bois (voir le chap. 5.3).

Consommation (de ciment)

Valeur basée sur des chiffres historiques rapportés par le secteur concerné, calculée comme suit: consommation = production (quantités vendues) + importation – exportation.

Correctifs

Matériaux provenant de sources naturelles ou industrielles ou de la valorisation de déchets, qui sont ajoutés en faibles quantités aux matières premières pour conférer au mélange cru la composition chimique souhaitée (par exemple: du sable de quartz, de la pyrite ou de la bauxite, mais également des matières premières secondaires, comme de la terre riche en silicium tirée de matériaux d'excavation non pollués ou faiblement pollués) (voir le chap. 1.4).

Équivalent CO₂ (éq.-CO₂)

Unité de mesure visant à uniformiser l'effet de différents gaz à effet de serre [33].

Gisement(s)

Concentration naturelle de matière(s) première(s) minérale(s) ou autre(s) revêtant un intérêt économique potentiel. Ses caractéristiques géologiques en tant que matière première (en particulier qualité et tonnage) ne sont pas (encore) suffisamment bien étudiées et/ou la faisabilité de l'extraction, aux plans économique et technique, ainsi que les droits d'accès ne peuvent pas être vérifiés ou n'ont pas (encore) été examinés (voir le chap. 4).

Granulats

Matériaux, principalement du gravier et du sable, mélangés à du ciment et à de l'eau pour produire du béton.

Guide de planification pour l'extraction de roches et de terres destinées à la production de ciment

Instrument d'aménagement du territoire destiné aux autorités cantonales amenées à peser les intérêts lors de projets relevant du plan directeur [22].

Matières premières du ciment

Désignation générale des matières premières utilisées dans la production de ciment. Ce sont principalement du calcaire et de la marne, mais aussi des matières premières secondaires, des correctifs et des additifs.

Matières premières primaires

Principalement les matières premières naturelles du ciment, comme le calcaire et la marne, ainsi que l'argile et le sable (voir le chap. 1.4).

Matières premières secondaires

Matières premières extraites de déchets par un procédé de valorisation (aussi dites matières premières anthropogènes). Des déchets minéraux, tels que résidus industriels, matériaux d'excavation, terres contaminées (p.ex. boues de dépotoirs et de balayures de routes), boues d'épuration séchées, certaines fractions issues de l'assainissement de sites contaminés, se prêtent à la production de ciment, de même que des granulats mixtes émanant de travaux de déconstruction (voir le chap. 5.3).

Mélange cru

Mélange moulu de matières premières primaires, complété éventuellement par des correctifs et par des matières premières secondaires (voir le chap. 1.4).

Rapports sur la sécurité de l'approvisionnement en matières premières

Rapports mis à jour périodiquement qui fournissent des données de base au sujet de différents groupes de matières premières (primaires et secondaires). Ces rapports la production actuelle et l'état de l'approvisionnement de la Suisse et ils donnent une estimation de ses besoins à court et à moyen terme.

Réserve

Gisement de matière(s) première(s) dont les caractéristiques géologiques en tant que matière première sont suffisamment bien connues et dont, contrairement à la ressource, la faisabilité de l'extraction est assurée aux plans économique et technique. En outre, les droits d'accès pour procéder à l'extraction sont garantis (en particulier, les rapports de propriété sont clairement établis) et toutes les autorisations nécessaires à l'extraction ont été délivrées (voir le chap. 4).

Ressource

Gisement de matière(s) première(s) à fort potentiel économique dont les caractéristiques géologiques en tant que matière première sont suffisamment bien connues, mais dont les droits d'accès et/ou la faisabilité de l'extraction aux plans économique et technique ne sont pas établis ou vérifiés définitivement (toutes les conditions à remplir par une réserve ne sont donc pas satisfaites) (voir le chap. 4).

Surfaces d'assolement (SDA)

Terres arable convenant le mieux à l'agriculture, qui sont protégées par des dispositions spécifiques. Les SDA constituent environ 40% de la totalité des surfaces agricoles de la Suisse. Le Plan sectoriel des surfaces d'assolement indique les critères à satisfaire par ces surfaces ainsi que leur superficie minimale sur l'ensemble de la Suisse.

9. Abréviations

AFD	Administration fédérale des douanes
AIE	Agence internationale de l'énergie
ARE	Office fédéral du développement territorial
ASGB	Association suisse de l'industrie des graviers et du béton
asr	Association Recyclage matériaux construction Suisse
cemsuisse	Association de l'industrie suisse du ciment
CSG	Conférence Sous-sol géologique
DTAP	Conférence suisse des directeurs cantonaux des travaux publics, de l'aménagement du territoire et de l'environnement
ECRA	European Cement Research Academy
EMPA	Laboratoire fédéral d'essai des matériaux et de recherche du domaine des EPF
FGS	Groupe Géoressources Suisse (EPF Zurich)
FP	Fondation suisse pour la protection et l'aménagement du paysage
IFP	Inventaire fédéral des paysages, sites et monuments naturels
ISOS	Inventaire fédéral des sites construits d'importance nationale à protéger en Suisse
IVS	Inventaire fédéral des voies de communication historiques de la Suisse
LPN	Loi fédérale sur la protection de la nature et du paysage
MatCH	Projet sur les ressources de la Suisse en matériaux (étude de l'EMPA sur mandat de l'OFEV; en trois volets: mobilité, production et consommation [13])
NEROS	Réseau Matières premières minérales Suisse
OFEN	Office fédéral de l'énergie
OFEV	Office fédéral de l'environnement
OFROU	Office fédéral des routes
OFS	Office fédéral de la statistique
OFT	Office fédéral des transports
OLED	Ordonnance sur la limitation et l'élimination des déchets [28]
PRODES EA	Programme de développement stratégique – étape d'aménagement
SDA	Surface d'assolement
SECO	Secrétariat d'état à l'économie
SSE	Société suisse des entrepreneurs
UCE	Unité de charge écologique (selon [32])
VSH	Association suisse des carrières de roche dure

10. Annexes

A-1 Bases et méthodologie appliquées pour estimer les besoins en ciment jusqu'en 2030

L'estimation des besoins futurs de la Suisse en ciment (voir le chap. 3), réalisée par le bureau Emch+Berger [20], se fonde sur les éléments de base énumérés dans le tableau 4.

Tab. 4: *Éléments de base pour estimer les besoins futurs de la Suisse en ciment [20].*

Éléments de base	Sources
Dépenses dans le secteur principal de la construction en Suisse en 1990–2019	SSE, faits et chiffres 2016, activité dans le secteur principal de la construction en 2020
Consommation de ciment en Suisse entre 1990 et 2019	cemsuisse, 2020
Contributions de la Confédération aux investissements dans les infrastructures ferroviaires en 1990–2014, sous la forme de comptes et de budgets pour 2015–2016, ainsi que de comptes prévisionnels pour 2017–2030, avec l'état des prix en 2015, de même qu'en 2015–2019, sous la forme de comptes et de budgets pour 2020–2021, ainsi que de comptes prévisionnels pour 2022–2040, avec l'état des prix en 2019	OFT, 22.9.2015, 7.4.2020
Besoins en ressources financières en faveur des routes nationales pour 2014–2040, avec l'état des prix en 2014, ainsi que comptes pour 2010–2019, budgets pour 2020–2021 et comptes prévisionnels pour 2022–2023, avec l'état des prix en 2019	OFROU, 31.8.2015, 5.5.2020
Indice suisse des prix à la consommation en 1990–2019	OFS, 2020
Dépenses totales pour des constructions, subdivisées en routes, bâtiments et génie civil, mandants privés et mandants publics en 1990–2014	OFS, 25.8.2015
Scénarios d'évolution de la population de l'OFS pour 2010–2045 et évolution effective de la population jusqu'en 2019	OFS, 2015, 2020
Questionnaire de la DTAP auprès des ingénieurs cantonaux concernant les projets de construction routiers prévus au niveau cantonal pour 2016–2039	DTAP, 18.9.2015
Prévisions de BAK Economics concernant les dépenses dans la construction en 2015–2020, 2017–2023 et 2019–2025, ainsi qu'estimation de l'évolution compte tenu du COVID-19	BAK Economics, 2016, 2018, 7.5.2020
Compte d'infrastructure routière en 1990–2010	OFS, 2011
Répartition du financement des transports publics en 2012	OFT, 25.8.2015

Les dépenses dans les différents secteurs de la construction ont été extrapolées à partir des données de la SSE concernant le secteur principal de la construction, de l'OFROU et de la DTAP concernant les infrastructures routières de la Confédération et des cantons, ainsi que de l'OFT concernant les infrastructures routières et les prévisions de développement dans

le bâtiment (tab. 5) (fig. 28).³⁶ Les données historiques portant sur les dépenses de même que les prévisions ont été normalisées en appliquant l'indice suisse des prix à la consommation de 2014. Puis *l'intensité de ciment* (quantité de ciment en tonnes par million de francs de dépenses pour des travaux de construction) a été déterminée en fonction du rapport entre les dépenses dans la construction et la consommation de ciment. Ce rapport était relativement constant entre 2010 et 2015, avec environ 260 tonnes de ciment par million de francs dépensé. Mais une tendance à la baisse a été observée au cours des dernières années, aussi une intensité de 240 tonnes de ciment par million de francs de dépenses dans le secteur principal de la construction, correspondant à la moyenne des dernières années (2016–2019), a-t-elle été prise en compte dans l'extrapolation. Pour l'avenir proche (jusqu'en 2023), des valeurs entre 229 et 236 tonnes de ciment par million de francs de dépenses dans le secteur principal de la construction ont été appliquées au «scénario de base».

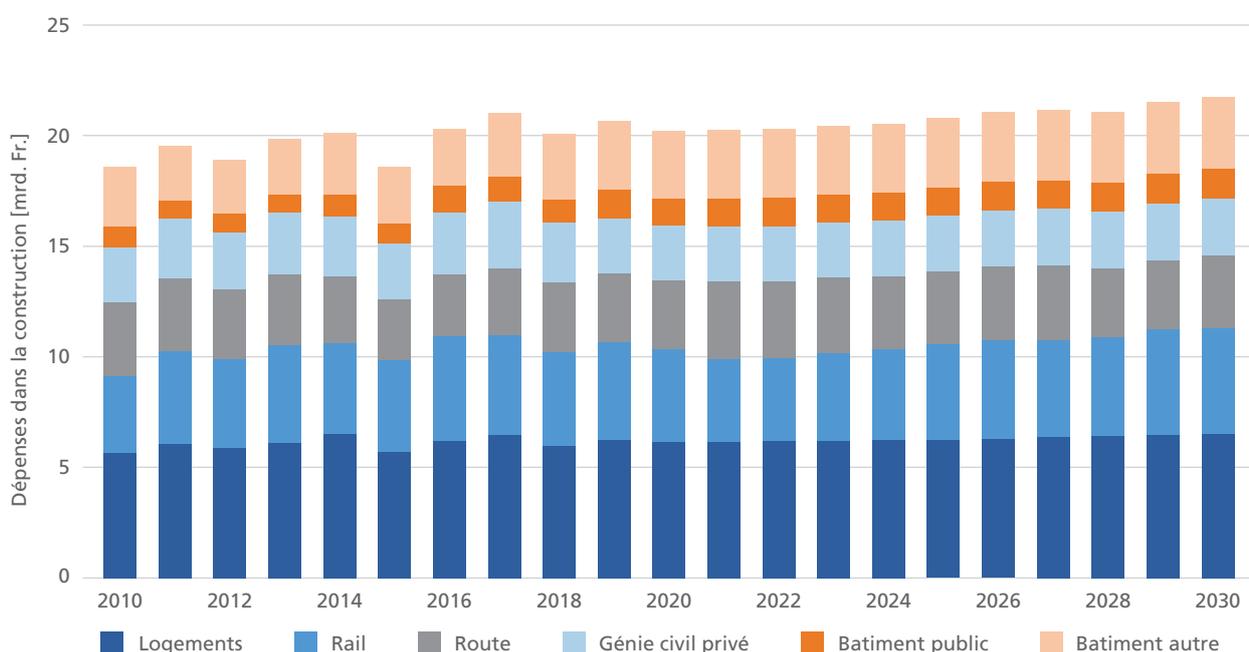


Fig. 28: Extrapolation des dépenses dans le secteur principal de la construction en Suisse («scénario de base») [20].

À partir d'un «scénario de base» prévoyant une augmentation des dépenses dans le génie civil et le bâtiment de 0,34% par an, plusieurs autres scénarios variant entre «augmentation forte» et «diminution forte» de l'activité de construction ont été modélisés (tab. 5). Les dépenses dans le génie civil et le bâtiment, d'une part, et les dépenses prévues dans les projets d'infrastructures ferroviaires et routières, d'autre part, ont été majorées ou diminuées à cet effet et une intensité de 229, 240 et 249 tonnes de ciment par million de francs de dépenses dans le secteur principal de la construction a été admise, ce qui correspond au minimum historique – la moyenne des années 2016–2019 – et au maximum des années 2016–2019.

³⁶ L'extrapolation des dépenses considère le secteur principal de la construction. En dehors de quelques autres petites différences, la statistique des investissements dans la construction de l'OFS (fig. 6) tient aussi compte du second œuvre, ce qui explique qu'elle indique des dépenses nettement supérieures dans la construction. Comme l'intensité de ciment est plus grande dans le secteur principal de la construction, les prévisions ne sont pas fondées directement sur les chiffres de l'OFS, mais sur le regroupement des dépenses dans les secteurs impliquant beaucoup de ciment tirées des sources mentionnées.

Tab. 5: Scénarios décrivant les besoins de la Suisse en ciment. FTP = financement des projets d'infrastructure des transports publics, FORTA = fonds pour les routes nationales et le trafic d'agglomération [20].

Scénario	«Scénario de base»	Augmentation forte	Augmentation moyenne	Augmentation faible	Diminution faible	Diminution moyenne	Diminution forte
Développement économique (changement par année par rapport à l'année précédente)							
Bâtiment	0,34%	1,00%	0,60%	0,40%	0,10%	-0,30%	-1,00%
Génie civil	0,34%	1,00%	0,60%	0,40%	0,10%	-0,30%	-0,30%
Accélération ou retard dans la construction d'infrastructures publiques							
FTP/FORTA	0,00%	10,00%	5,00%	3,00%	-3,00%	-5,00%	-10,00%
Besoins en ciment en tonnes par million de francs de dépenses dans le secteur principal de la construction							
Intensité de ciment	229 (2020), 236 (2021–2022), 240 (depuis 2023)	249	249	240	240	229	229
Année(s) de référence	2019, moyenne 2018– resp. 2017–2019, moyenne 2016–2019	Maximum 2016–2019		Moyenne 2016–2019		Minimum 2016–2019	

Le rapport du bureau Emch+Berger [20] concernant l'estimation des besoins futurs de la Suisse en ciment peut être obtenu auprès de l'éditeur du présent rapport.

A-2 Axes principaux considérés pour réduire les émissions de CO₂ dans l'industrie suisse du ciment

Les axes principaux considérés pour réduire les émissions de CO₂, mentionnés au chapitre 5.2, ainsi que les développements réalisés (ou en cours) à ce sujet par l'industrie cimentière et par les milieux de la recherche suisses sont énumérés au tableau 6.

Tab. 6: Axes principaux considérés pour réduire les émissions de CO₂.

Axes principaux pour réduire les émissions de CO ₂	Développements réalisés (ou en cours) par l'industrie cimentière et par les milieux de la recherche suisses
Remplacement de combustibles primaires par des combustibles secondaires	<ul style="list-style-type: none"> – Taux de substitution de combustibles primaires de 68% en 2019 – Réduction des émissions de CO₂ imputables aux combustibles primaires d'environ 67% depuis 1990 <p>Voir le chapitre 5.3 pour de plus amples informations</p>
Diminution de la proportion de clinker dans le ciment	<ul style="list-style-type: none"> – Diminution de la proportion de clinker par l'ajout accru d'additifs dans le ciment (principalement calcaire à haute teneur en carbonate de calcium, mais aussi matières premières secondaires). La sorte de ciment la plus vendue en Suisse a une proportion de clinker de 65–79% (moyenne: 74%), contre 94% en 1990 [4] Des ciments comprenant une proportion de clinker de 50% sont actuellement en phase d'expérimentation. – Recherche et développement de ciments à sulfo-aluminate de calcium (CSA), qui rejettent quelque 200 kg de CO₂ de moins par tonne de ciment (EMPA [34]) – Recherche et développement de béton sans ciment obtenu à partir du mélange de matériaux de déconstruction et d'excavation et d'additifs minéraux (Oxacrete³⁷) <p>Voir le chapitre 5.3 pour de plus amples informations</p>
Augmentation de l'efficacité énergétique dans le processus de production	<ul style="list-style-type: none"> – Récupération et utilisation de l'énergie mécanique des bandes transporteuses chargées lors du processus de fabrication du ciment – Développement et mise en œuvre d'un camion-benne à moteur électrique (en collaboration avec l'industrie, les hautes écoles et l'EMPA) [18] – Conversion de la chaleur résiduelle des installations de fabrication pour produire de l'électricité et distribution de la chaleur (chauffage à distance) dans les communes voisines – Production d'électricité dans des centrales hydroélectriques internes aux entreprises et par des installations photovoltaïques – Optimisation des processus et optimisation énergétique grâce à des salles de contrôle interconnectées et à l'application du «machine learning» <p>Voir le chapitre 5.3 et l'annexe A-4 pour de plus amples information</p>
Application de technologie de séquestration, d'utilisation et de stockage de CO₂ (CCUS)	Recherche et développement de ces technologies avec des hautes écoles spécialisées et des partenaires internationaux ³⁸

³⁷ Par la société Oxara, spin-off de l'EPFL [45].

³⁸ Les groupes cimentiers suisses sont notamment impliqués dans les projets CCUS suivants:

- CLEANKER – Integrated calcium looping process for CO₂ capture in cement plants, Piacenza, Italie
- ANICA – Advanced Indirectly Heated Carbonate Looping Process, ACT programme
- AC2OCEM – Accelerating Carbon Capture using Oxyfuel technology in Cement production, Universität Stuttgart, Allemagne
- LEILAC Project – Low emissions intensity lime and cement, European Union Horizon 2020 Research and Innovation
- Reallabor Westküste 100 – Divers projets de recherche dans le domaine de la transformation des systèmes énergétiques et de la décarbonisation, Schleswig-Holstein, Allemagne.

A-3 Informations sommaires au sujet des unités lithologiques potentiellement appropriées pour produire du ciment

Les unités lithologiques potentiellement appropriées pour produire du ciment sont localisées et décrites dans les sections suivantes, selon les connaissances actuelles. Leur accessibilité et leur potentiel économique ne sont pas pris en considération. Le Service géologique national, rattaché à swisstopo, est en train de recenser, de compiler et d'évaluer les gisements de matières premières susceptibles d'être exploitées économiquement. Les informations ci-après proviennent de l'ouvrage «Die mineralischen Rohstoffe der Schweiz» [35].

Jura

Dans la région jurassienne, ce sont principalement des unités lithologiques du Dogger et du Malm qui se prêtent comme matières premières du ciment. Elles comprennent des alternances de couches calcaires et marneuses et sont présentes à grande échelle dans le Jura. Les formations du Crétacé, rencontrées dans le Jura occidental, contiennent d'autres unités lithologiques carbonatées potentiellement appropriées. On trouve en outre des sédiments argilo-marneux dans le Keuper (Trias) et dans la molasse d'âge paléogène-néogène.

Plateau

La molasse du Plateau comprend principalement des sédiments argilo-marneux, des grès et des conglomérats. Les niveaux de calcaire y sont rares et peu épais. Les marnes de la molasse situées à proximité de gisements de calcaire appropriés entrent en ligne de compte comme matières premières du ciment, ce qui est surtout le cas au pied du Jura et le long du versant nord des Alpes.

Alpes

Dans les Alpes, les nappes helvétiques contiennent des unités lithologiques calcaires et argilo-marneuses qui se prêtent à la production de ciment (principalement dans des formations jurassiques et crétacées). Les nappes préalpines entre le Rhône et le Rhin, en particulier la nappe des Préalpes médianes en Suisse centrale, contiennent de vastes gisements de calcaire, principalement dans le Malm, mais aussi dans les roches sédimentaires d'âge triasique moyen et crétacé précoce. On trouve de l'argile et de la marne dans le Lias, dans le Dogger et dans les roches sédimentaires d'âge crétacé tardif.

Les Alpes méridionales renferment des gisements de matières premières potentielles dans les formations sédimentaires du Trias, du Jurassique et du Crétacé, au sud du lac de Lugano. On trouve en outre des sédiments argilo-marneux dans le Paléogène-Néogène.

Dans les nappes penniques, des unités lithologiques argilo-marneuses contenues dans le flysch et dans les schistes lustrés conviennent éventuellement comme matières premières du ciment.

A-4 Informations sommaires au sujet des cimenteries suisses et de leurs sites d'extraction

La figure 19 (chap. 4.2) donne une vue d'ensemble des gisements de roches à contenu potentiellement élevé en carbonate de calcium, des sites d'extraction et de production, ainsi que des zones d'exclusion et des périmètres figurant à l'Inventaire fédéral des paysages, sites et monuments naturels. Les chapitres suivants décrivent les caractéristiques des différents sites des cimenteries suisses. Ils incluent des indications au sujet des cimenteries, de la géologie locale et des zones de protection de la nature et du paysage situées à proximité des sites d'extraction. Les données présentées proviennent des sites web des producteurs et productrices de ciment et d'informations obtenues directement auprès d'eux (visites des usines par swisstopo au printemps 2019) ainsi que des livres «Sans ciment rien ne marche – Histoire de l'industrie suisse du ciment» [17] et «Die mineralischen Rohstoffe der Schweiz» [35].

A-4.1 Site de Cornaux

La cimenterie de Juracime SA à Cornaux (JURA Materials, société mère CRH, Irlande) a été fondée en 1966 et elle produit quelque 0,3 millions de tonnes de ciment par année. Située dans le canton de Neuchâtel, entre les lacs de Neuchâtel et de Bienn, elle occupe 44 personnes. Cette cimenterie, atteignable par train et par bateau, est proche d'une bretelle autoroutière.

Les matières premières destinées à la production du ciment sont extraites par minage dans la carrière du Roc et par abattage mécanique dans la marnière des Champs Charles. Puis elles sont amenées à l'usine par bande transporteuse. Outre ces matières premières, des matériaux d'excavation non pollués sont valorisés dans la production du clinker.

Le périmètre d'extraction de la carrière du Roc a été agrandi en 2019. Il est attenant à la zone IFP n° 1013 (Roches de Châtollion) au sud-ouest. Les surfaces d'assolement se superposant avec le périmètre d'extraction seront recrées hors site pendant la phase d'exploitation de la carrière et reconstituées in situ une fois l'exploitation terminée.

Le périmètre d'exploitation de la marnière des Champs Charles est contigu à des surfaces d'assolement au sud-ouest. Celles-ci se superposent avec le périmètre prévu pour l'extension du site d'exploitation. Le Parc régional Chasseral se situe à environ un kilomètre au nord de la carrière.

Caractéristiques géologico-économiques des matières premières ciblées

La carrière de calcaire du Roc est située dans le flanc sud-est peu raide d'un anticlinal de la chaîne du Jura. On y exploite des compartiments calcaires des formations de Pierre-Châtel et de Vions ainsi que du Grand-Essert (Crétacé). Les unités lithologiques ciblées se trouvent dans la partie nord-ouest du périmètre d'extraction, sous une couverture de terrain meuble épaisse de quelques centimètres à plusieurs mètres. Les couches ont localement un pendage presque vertical. Deux aquifères sont présents sous la carrière du Roc.

Dans la marnière des Champs Charles, la partie argilo-marneuse d'une série de marne et de grès de la Molasse d'eau douce inférieure, épaisse d'une trentaine de mètres, est exploitée près de l'usine. Cette molasse contient beaucoup d'eau à cet endroit (jusqu'à 12%), c'est pourquoi l'excavation est surtout exploitée en été.

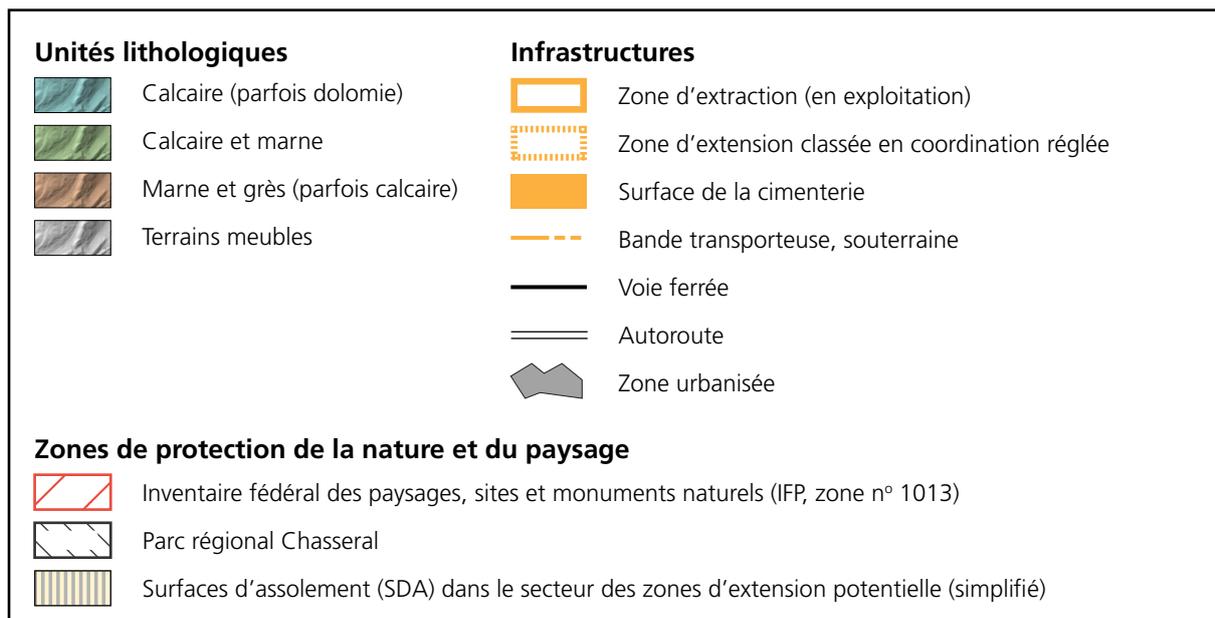
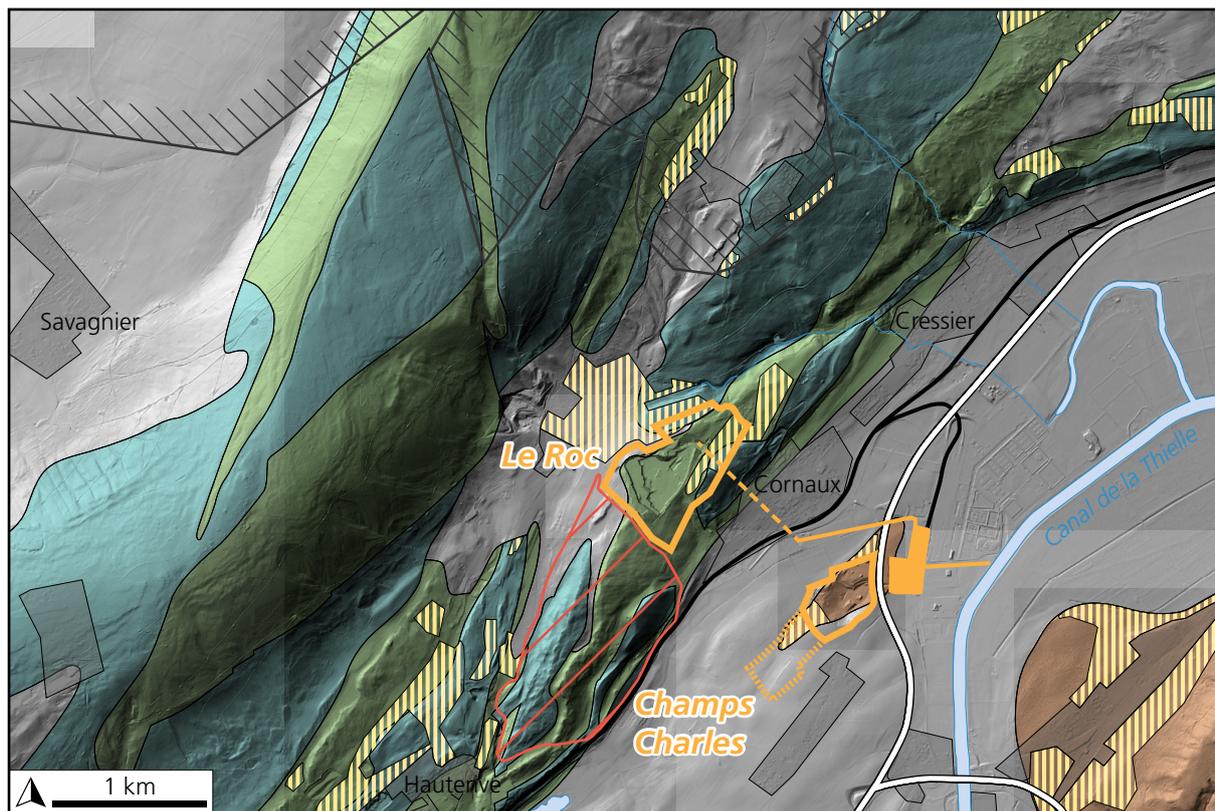


Fig. 29: Site de Cornaux.

A-4.2 Site d'Eclépens

La cimenterie d'Eclépens (VD) se trouve entre Yverdon et Lausanne, au pied sud du Jura. Elle occupe quelque 115 personnes. Fondée en 1953, elle est actuellement exploitée par Holcim (Suisse) SA (société mère Lafarge-Holcim, Suisse). Sa production de ciment est supérieure à 0,8 millions de tonnes par année. L'usine dispose d'un raccordement ferroviaire propre à l'entreprise et d'un accès à l'autoroute voisine.

Du calcaire, parfois marneux, est extrait par minage dans la carrière du Mormont, attenante à l'usine. Dans la marnière des Côtes de Vaux, qui se trouve à environ un kilomètre au sud-est de la cimenterie, sur le versant opposé de la vallée, de la marne est extraite par abattage mécanique.

Le périmètre d'extraction du Mormont actuellement exploité et l'extension classée en coordination réglée dans le plan directeur sont entourés par la zone IFP n° 1023 (Mormont). Le contour particulier de la zone IFP est dû au fait que le périmètre d'extraction et son périmètre d'extension avaient déjà été pris en considération lorsque la zone a été délimitée. La zone IFP n° 1015 (Pied sud du Jura proche de La Sarraz) et le Parc Jura vaudois commencent un peu au nord-ouest. Le périmètre d'extension se superpose à des surfaces d'assolement. Il ne fait l'objet d'aucune autorisation d'extraction à ce jour.

En sus des matières premières primaires, du schiste calciné et de la terre contaminée sont utilisés comme matières premières secondaires. La chaleur excédentaire de l'usine est employée pour chauffer 220 ménages, deux centres postaux et un hôpital. En été, cette énergie peut être utilisée dans un but de refroidissement. Deux installations photovoltaïques produisent en outre de l'électricité.

Caractéristiques géologico-économiques des matières premières ciblées

La colline du Mormont, près d'Eclépens, est un précurseur isolé de la chaîne du Jura. Son flanc nord-ouest est un peu plus raide que son flanc sud-est. La carrière éponyme du Mormont se trouve dans le versant de plus faible déclivité. On y exploite des roches des formations du Grand-Essert, des Gorges-de-l'Orbe et de Vallorbe (Crétacé). Les parties inférieures de la Formation du Grand-Essert – riches en soufre (pyrite) et en matière organique – sont exploitées comme composant marneux. Le calcaire jaunâtre de la Formation des Gorges-de-l'Orbe («Urgonien jaune») est parfois karstifié et il contient localement du bitume et de la pyrite. La Formation de Vallorbe, la plus haute («Urgonien blanc»), est constituée de calcaire à haute teneur en carbonate de calcium. De la marne argileuse et du grès de la Molasse d'eau douce inférieure sont retirées dans la marnière des Côtes de Vaux, sur l'autre versant de la vallée.

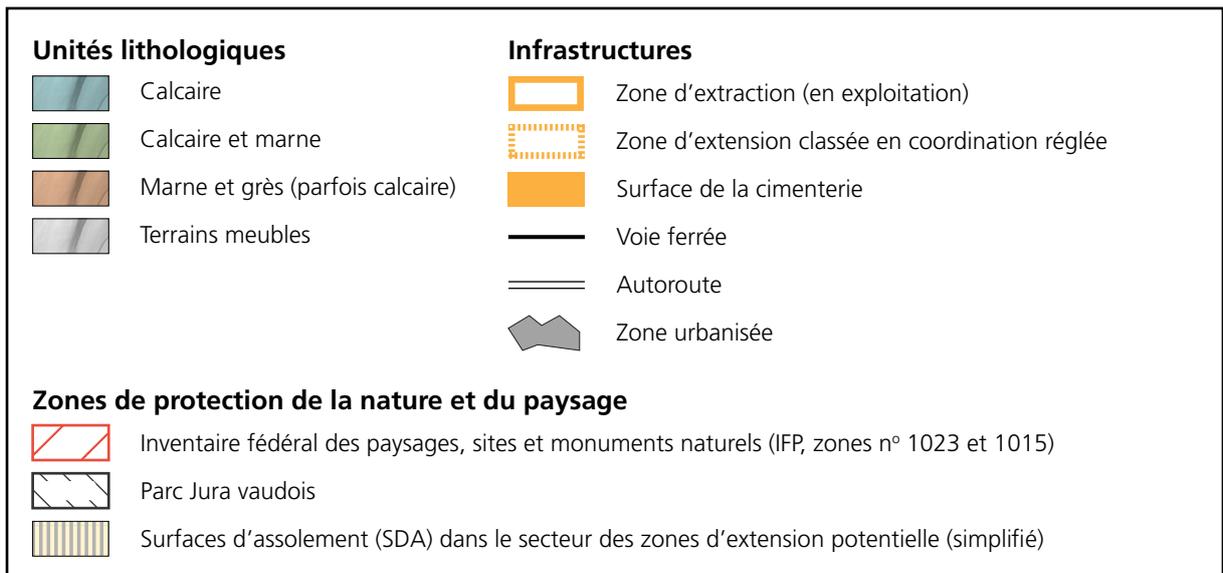
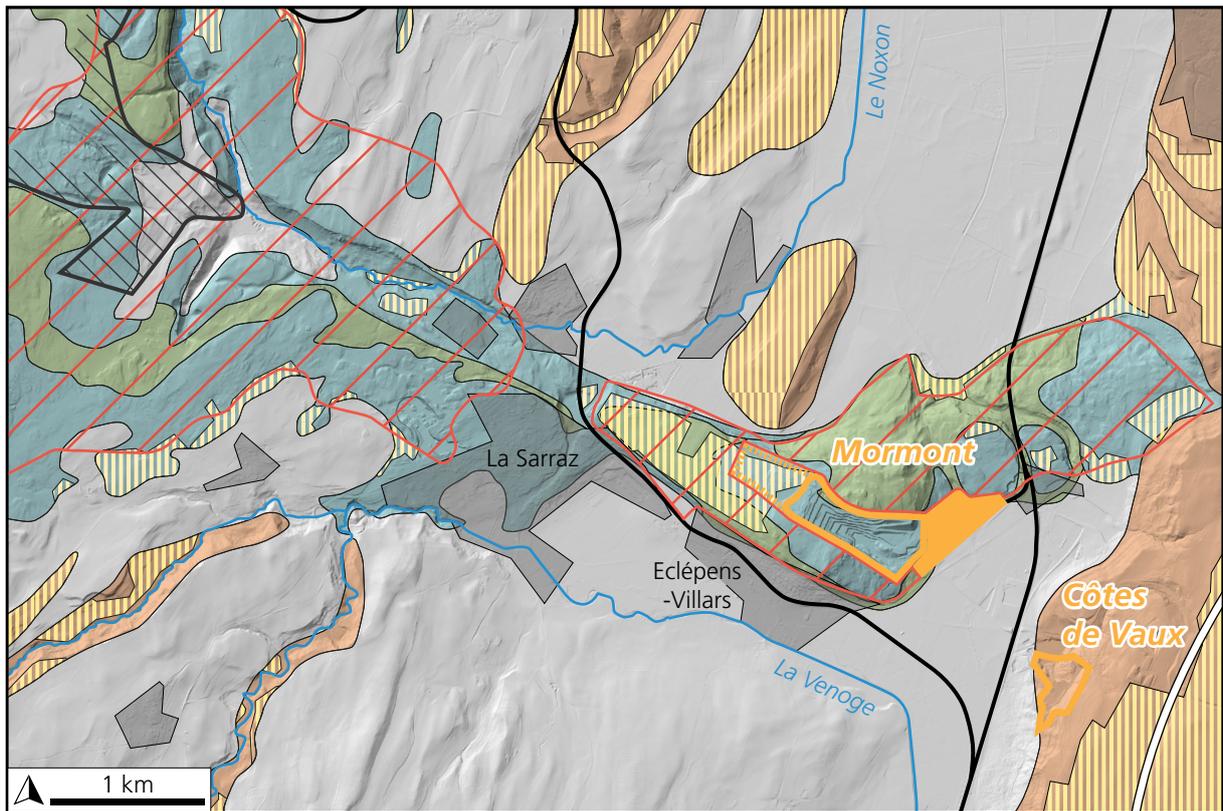


Fig. 30: Site d'Eclépens.

A-4.3 Site de Péry

La société Vigier Ciment SA, filiale de Vigier Holding SA (société mère Vicat, France), exploite à Péry, dans le canton de Berne, une cimenterie qui occupe quelque 165 personnes et produit environ un million de tonnes de ciment par année. Elle est reliée au réseau ferroviaire et située près d'une bretelle autoroutière.

Du calcaire et de la marne sont exploités dans la carrière de la Tscharner, à une altitude de 900–1000 m. Le site d'extraction et la cimenterie, situés de part et d'autre d'un anticlinal, sont reliés par une bande transporteuse – presque entièrement souterraine – de 2,3 kilomètres de longueur. Des matières premières secondaires, sous la forme de terres contaminées et de déchets industriels riches en aluminium, sont mélangées aux matières premières primaires. L'exploitation a cessé dans les carrières du Châtel et de La Charuque, situées à proximité de la cimenterie, notamment pour des raisons de stabilité géotechnique. L'ancienne carrière de La Charuque est comblée par des matériaux d'excavation non pollués.

L'aire de la cimenterie, la carrière et le périmètre d'extension classé en coordination réglée dans le plan directeur sont entièrement situés dans le Parc régional Chasseral, cofondé par Vigier Ciment SA [36]. Le projet d'extension fait l'objet d'une autorisation d'extraction.

L'usine exploite une centrale hydroélectrique pour produire de l'électricité. De plus, la bande transporteuse fournit, grâce à des résistances de freinage à la descente, jusqu'à 30% de l'énergie consommée par le concasseur. Un camion-benne à moteur électrique (e-Dumper) est en outre à l'œuvre dans la carrière.

Caractéristiques géologico-économiques des matières premières ciblées

Des roches des formations d'Ifenthal, du Pichoux, de Wildegg et de Balsthal (Jurassique) sont exploitées dans la carrière de la Tscharner. Le calcaire à échinodermes en dalles fines de la Formation d'Ifenthal (Membre de Bollement, anciennement «Dalle nacrée») est la plus basse des couches exploitées. La Formation du Pichoux est composée de calcaire lité relativement facile à extraire géotechniquement, tandis que le Membre d'Effingen de la Formation de Wildegg, riche en oxyde d'aluminium sert de composant marneux. Le Membre de Laufon de la Formation de Balsthal (anciennement «Calcaire à Humeralis») est fortement karstifié et fracturé. Il est localement presque pur.

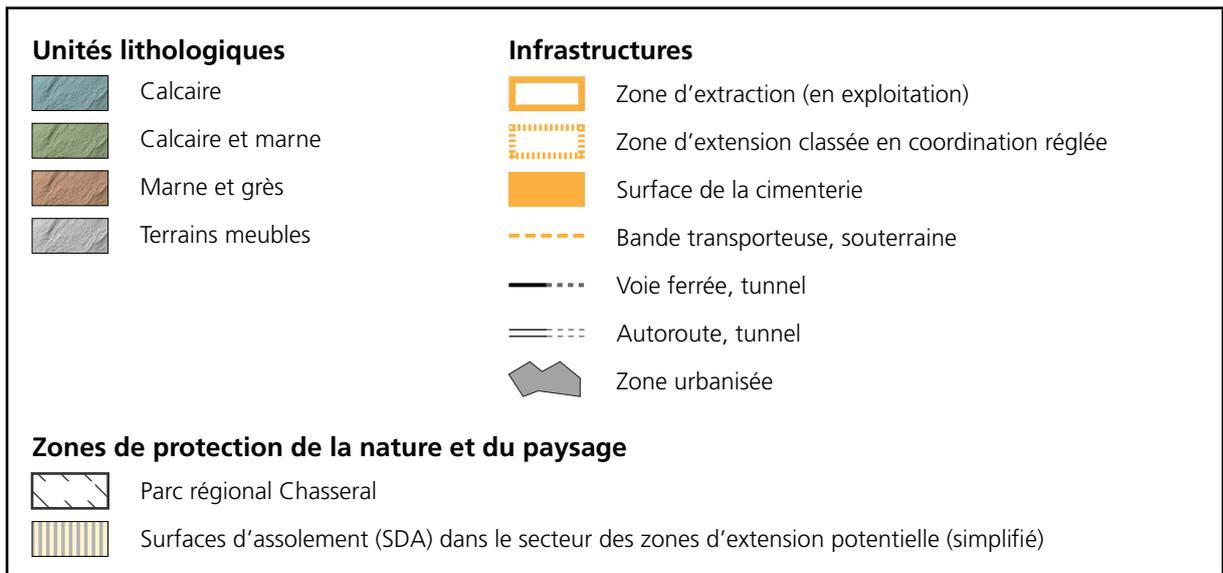
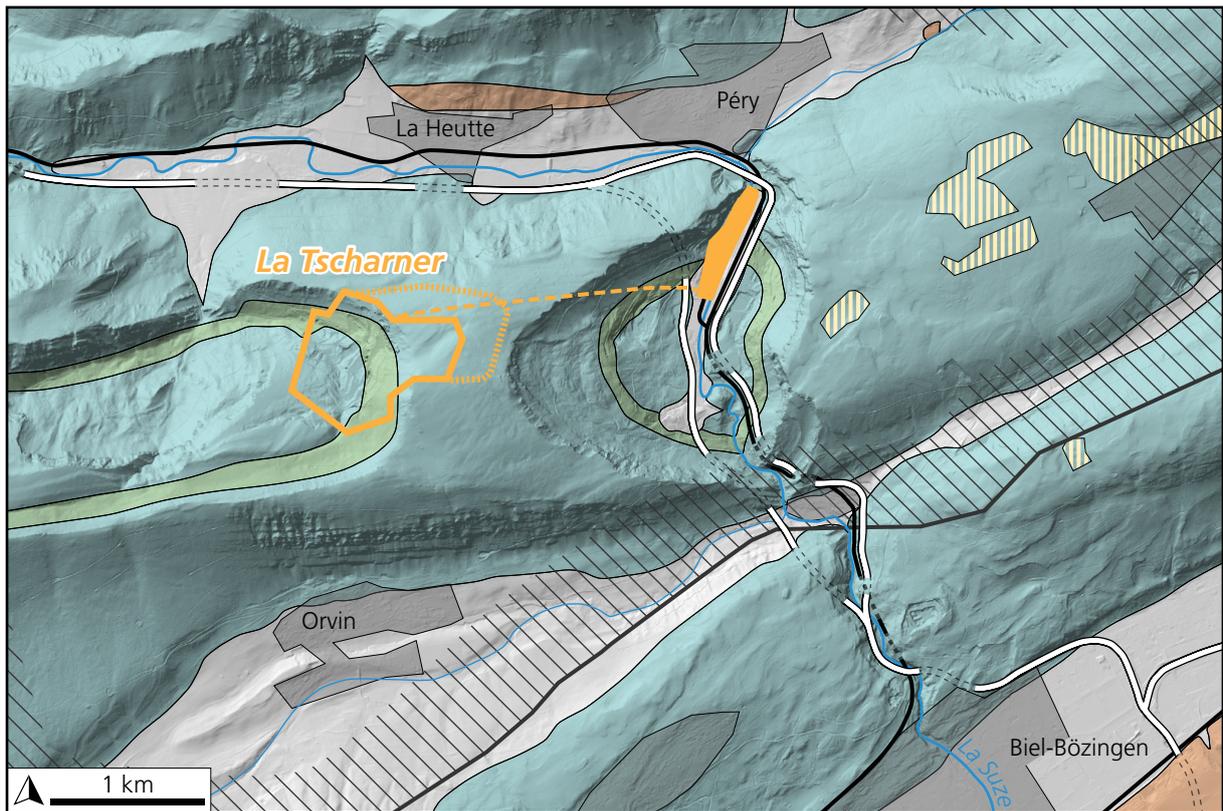


Fig. 31: Site de Péry.

A-4.4 Site de Siggenthal

À Siggenthal, au nord-ouest de Brugg, se trouve la cimenterie argovienne de Holcim (Suisse) SA (société mère LafargeHolcim, Suisse), fondée en 1912 par la société Portland-Cement-Werk Würenlingen-Siggenthal AG (PCW). Elle occupe quelque 120 personnes à l'heure actuelle et produit plus de 0,9 millions de tonnes de ciment par année.

Les matières premières primaires nécessaires sont extraites par minage dans la carrière du Gabenchopf, située à 3,8 kilomètres de la cimenterie, dans la partie septentrionale du Villiger Geissberg, puis elles sont amenées à l'usine par bande transporteuse. En plus de la marne et du calcaire retirés de la carrière, l'usine valorise de la terre contaminée et du schiste calciné comme matières premières secondaires. Elle est reliée au réseau ferroviaire.

Le périmètre d'extraction de la carrière du Gabenchopf a été agrandi en 2019. Il se situe à l'intérieur de la zone IFP n° 1108 (Jura tabulaire argovien) et du Parc du Jura argovien. La zone IFP n° 1019 (Château d'eau à la confluence de l'Aar, de la Reuss et de la Limmat) se trouve un peu au sud de la cimenterie.

L'usine dispose de son propre réseau de chaleur à distance, qui alimente plus de cent ménages de Würenlingen avec la chaleur excédentaire. Elle produit également de l'électricité avec l'énergie de freinage de la bande transporteuse.

Caractéristiques géologico-économiques des matières premières ciblées

Le Villiger Geissberg, où est située la carrière du Gabenchopf, fait partie de la chaîne du Jura. On y exploite des roches des formations de Wildegg et de Villigen (Jurassique). La Formation de Wildegg peut être subdivisée en une partie inférieure marneuse – le Membre d'Effingen – et une partie supérieure calcaire – le Banc du Gerstenhübel. Le Membre d'Effingen se compose d'une alternance de marne et de marne calcaire. Le Banc du Gerstenhübel contient plus ou moins de calcaire marneux avec des intercalations de marne. Le calcaire de la Formation de Villigen sus-jacente est lité, de couleur grise à beige et il contient de la matière organique dans sa partie inférieure. On y trouve dans certains secteurs de fines intercalations de marne calcaire et de marne. Dans la carrière, les niveaux marneux sont exploités dans la partie inférieure et les niveaux calcaires dans la partie supérieure comme matières premières du ciment.

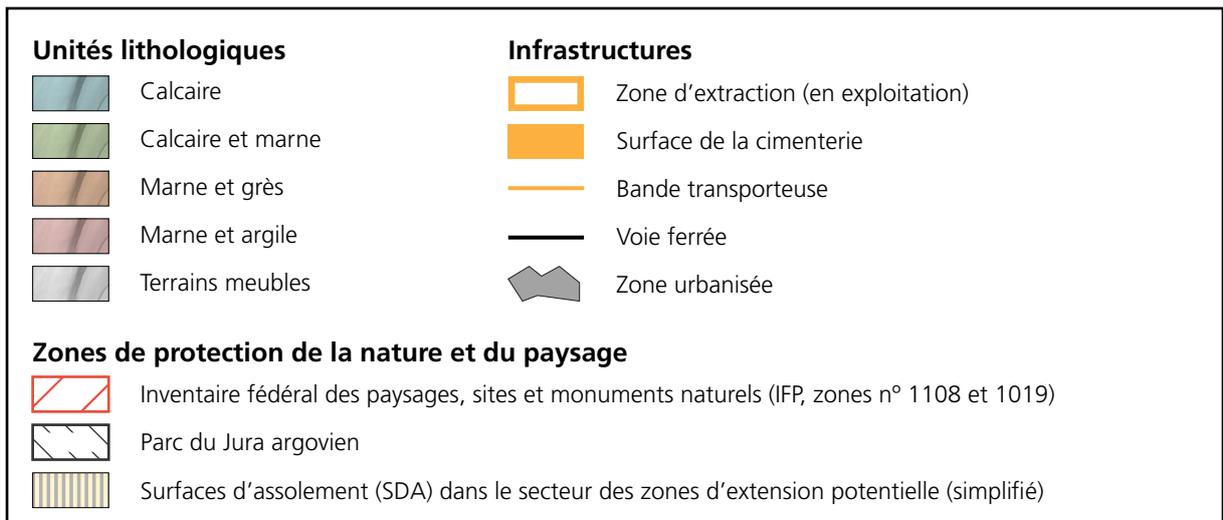
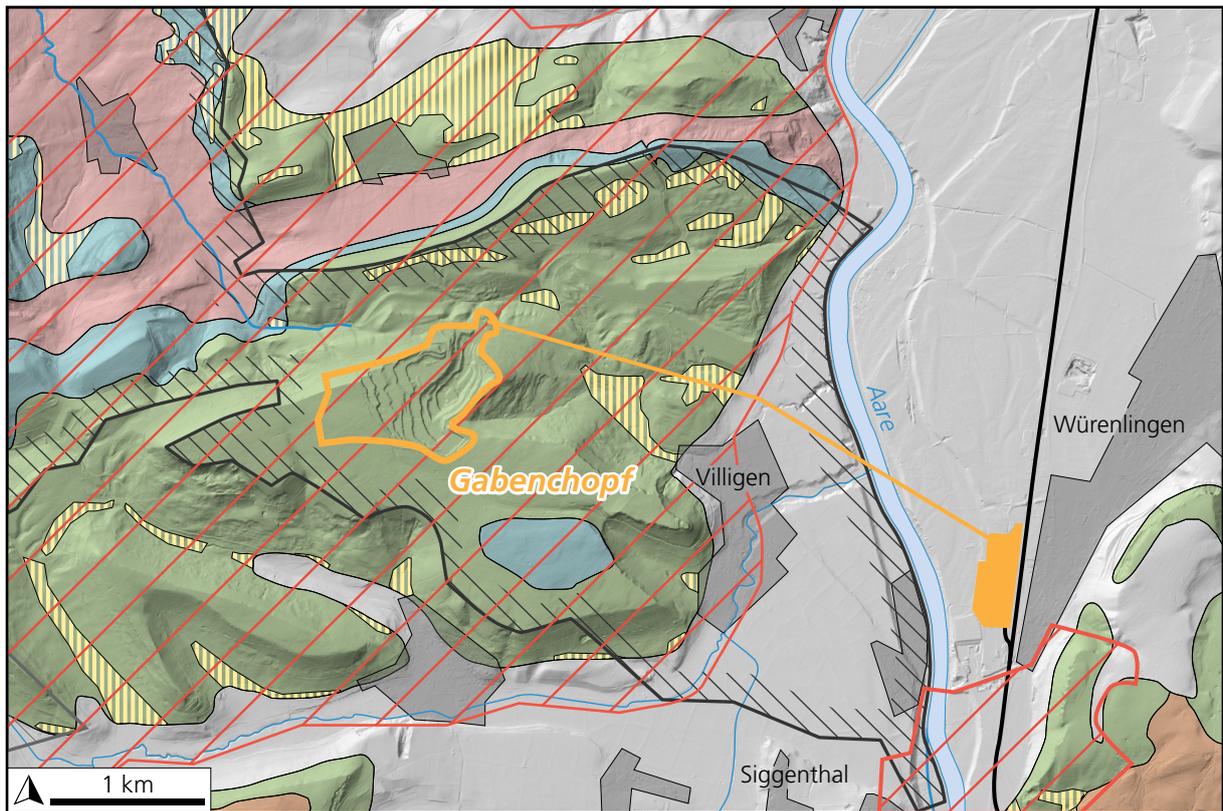


Fig. 32: Site de Siggenthal.

A-4.5 Site d'Untervaz

La cimenterie d'Untervaz, implantée au pied de la chaîne du Calanda, dans le canton des Grisons, se trouve à environ six kilomètres au nord de Coire, en rive gauche du Rhin. Elle existe depuis 1957. Cette usine, propriété de Holcim (Suisse) SA (société mère LafargeHolcim, Suisse), occupe quelque 120 personnes. Elle produit environ 0,8 millions de tonnes de ciment par année et elle dispose de deux fours, dont l'un n'est pas en fonction à l'heure actuelle. Le transport des produits est assuré par un raccordement ferroviaire propre à l'entreprise et un accès à l'autoroute voisine.

La marne et l'argile proviennent des carrières regroupées de la Grosse Fenza et de la Kleine Fenza, contiguës à l'usine du côté ouest. Un kilomètre au sud de la cimenterie se trouve la carrière de Haselboden, où est extrait le calcaire à haute teneur en carbonate de calcium nécessaire. Les roches sont amenées à l'usine par des bandes transporteuses souterraines. Des schistes calcinés et de la terre contaminée sont utilisés comme matières premières secondaires.

La cimenterie dispose d'une centrale électrique moderne qui permet de convertir la chaleur excédentaire en électricité et ainsi d'accroître l'efficacité énergétique de l'usine (récupération de chaleur perdue) [37].

Caractéristiques géologico-économiques des matières premières ciblées

Des roches des formations du Schrattenkalk, de Garschella et de Seewen (Crétacé) sont exploitées dans les carrières de la cimenterie d'Untervaz. Elles sont très schisteuses, si bien qu'il n'est pas toujours possible de les subdiviser en formations dans cette région. Le calcaire clair exploité dans la carrière de Haselboden appartient à la Formation du Schrattenkalk. De la marne calcaire, de la marne et de l'argile schisteuse riche en oxyde d'aluminium sont exploitées dans les carrières de la Grosse Fenza et de la Kleine Fenza. Toutes les formations présentes ici renferment de la pyrite. Le grès sombre, riche en quartz, de la Formation de Garschella (anciennement «Gault») n'est utilisé qu'en petites quantités dans la production de ciment. Une grande partie doit être extraite et entreposée ailleurs pour des raisons d'accessibilité.

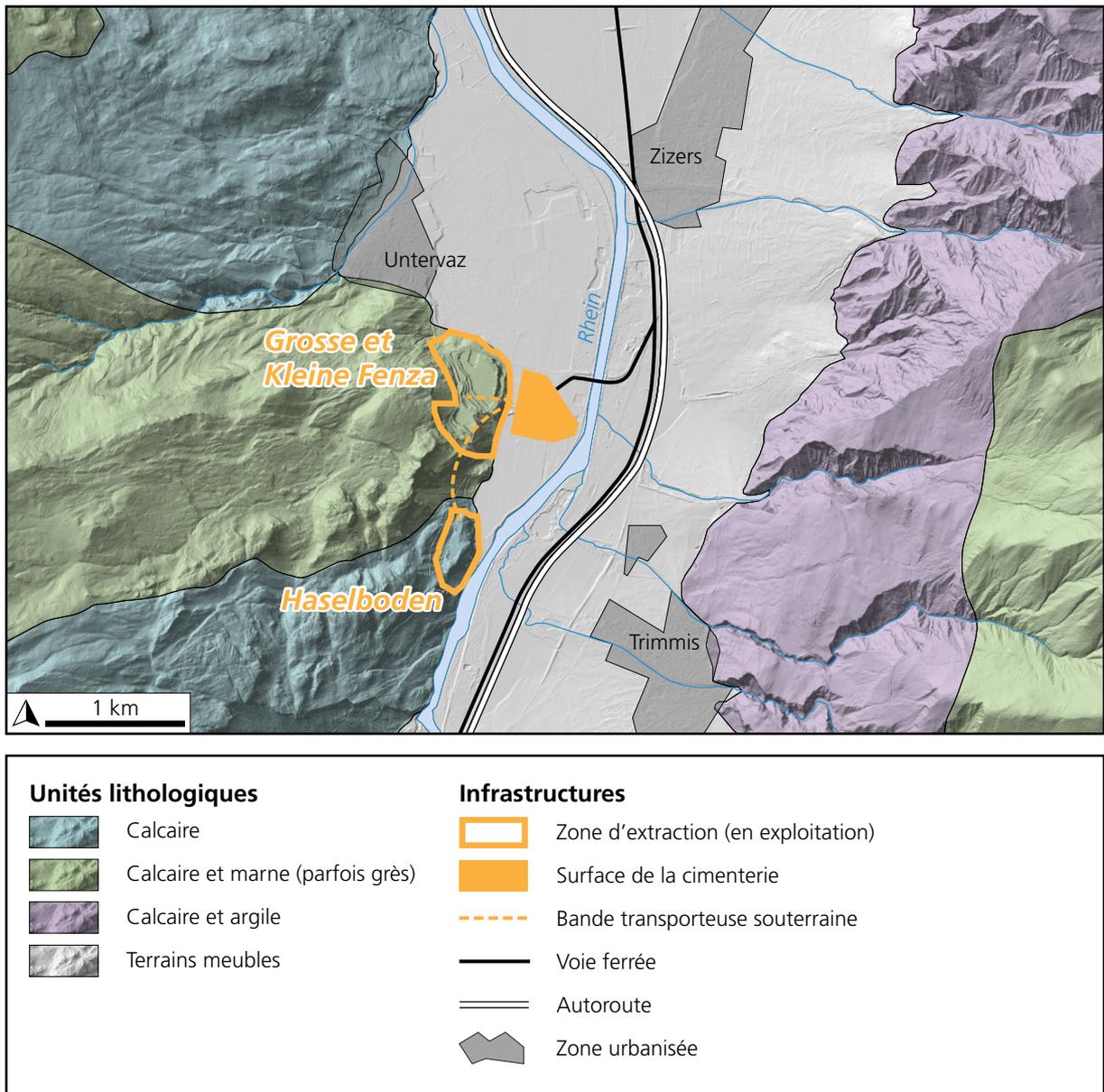


Fig. 33: Site d'Untervaz.

A-4.6 Site de Wildegg

À Wildegg, dans le canton d'Argovie, l'entreprise Jura-Cement-Fabriken AG (JURA Materials, société mère CRH, Irlande) occupe quelque 145 personnes. La cimenterie, située à environ huit kilomètres à l'est d'Aarau, a été fondée en 1891. Elle produit quelque 0,8 millions de tonnes de ciment par année. Le transport des produits est assuré par un raccordement ferroviaire propre à l'entreprise.

Dans la carrière de Jakobsberg-Egg, les matières premières nécessaires pour produire du ciment sont extraites par minage et par abattage mécanique, puis elles sont amenées à l'usine par bande transporteuse. La carrière d'Oberegg n'est actuellement pas exploitée. Elle est en cours de comblement par bande transporteuse pour être remise en culture. Les matières premières internes à l'entreprise sont complétées par du calcaire provenant d'une carrière extérieure, par des déchets inertes issus de grands chantiers et par de la terre légèrement contaminée ajoutée à la marne.

Les périmètres d'extraction sont localement contigus à la zone IFP n°1017 (Jura plissé argovien et de l'est du canton de Soleure) et ils se trouvent à l'intérieur du Parc du Jura argovien. Certaines surfaces d'assolement sont contiguës ou superposées aux périmètres actuellement exploités ou prévus à cet effet. Concernant le périmètre d'extension de l'extraction classé en coordination réglée dans le plan directeur, la modification partielle du plan d'affectation nécessaire pour cette extension a été acceptée par la population locale au début 2020. Cette extension ne fait l'objet d'aucune autorisation d'extraction à ce jour.

La cimenterie permet de chauffer trente immeubles de Wildegg avec sa chaleur excédentaire.

Caractéristiques géologico-économiques des matières premières ciblées

Les sites d'extraction de la cimenterie de Wildegg se trouvent dans le versant sud d'un anticlinal d'un chaînon méridional du Jura. Les unités lithologiques exploitées, le Hauptrogenstein et la Formation de Wildegg, plongent légèrement vers le sud-est. La partie nord de la carrière de Jakobsberg-Egg – ainsi qu'autrefois la carrière d'Oberegg – est exploitée principalement pour les roches du Hauptrogenstein, une formation qui se distingue par des calcaires gris foncé à brunâtre avec des intercalations locales de marne sombre. La Formation de Wildegg sus-jacente peut être subdivisée dans cette région en Membre de Birmenstorf, Membre d'Effingen – tous deux composés d'alternances de marne et de marne calcaire, renfermant parfois de la pyrite – et Banc du Gerstenhübel – riche en calcaire. Toutes les roches exploitées peuvent être utilisées comme matières premières du ciment, lorsqu'elles sont mélangées en proportions adéquates. La couverture superficielle de la Formation de Wildegg se compose en partie de moraine lessivée, ce matériel pouvant aussi être utilisé dans la préparation du mélange cru.

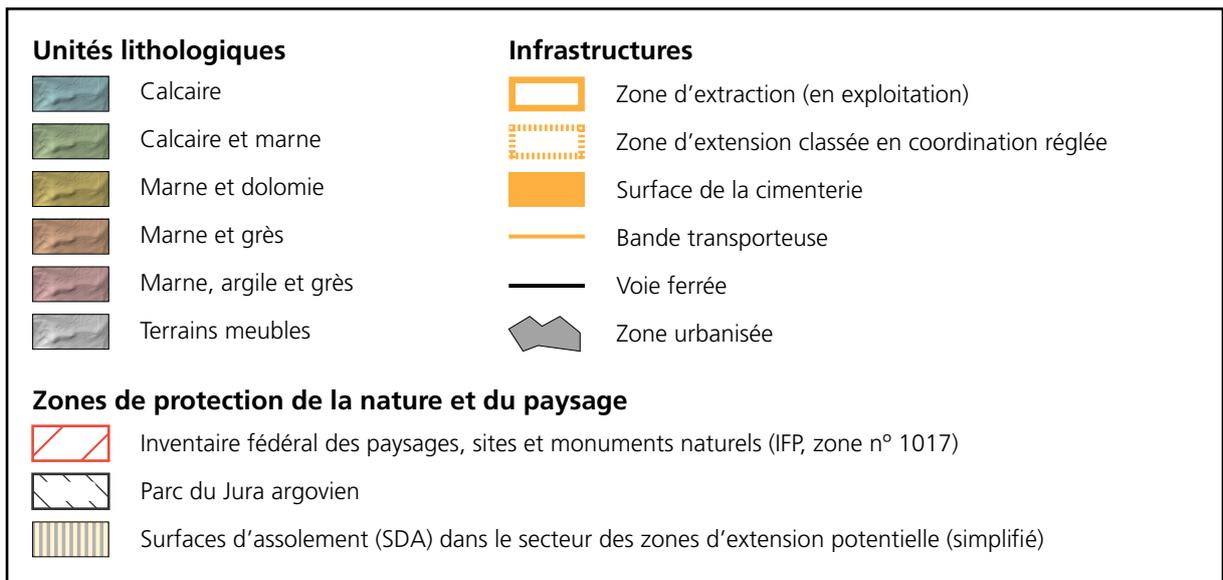
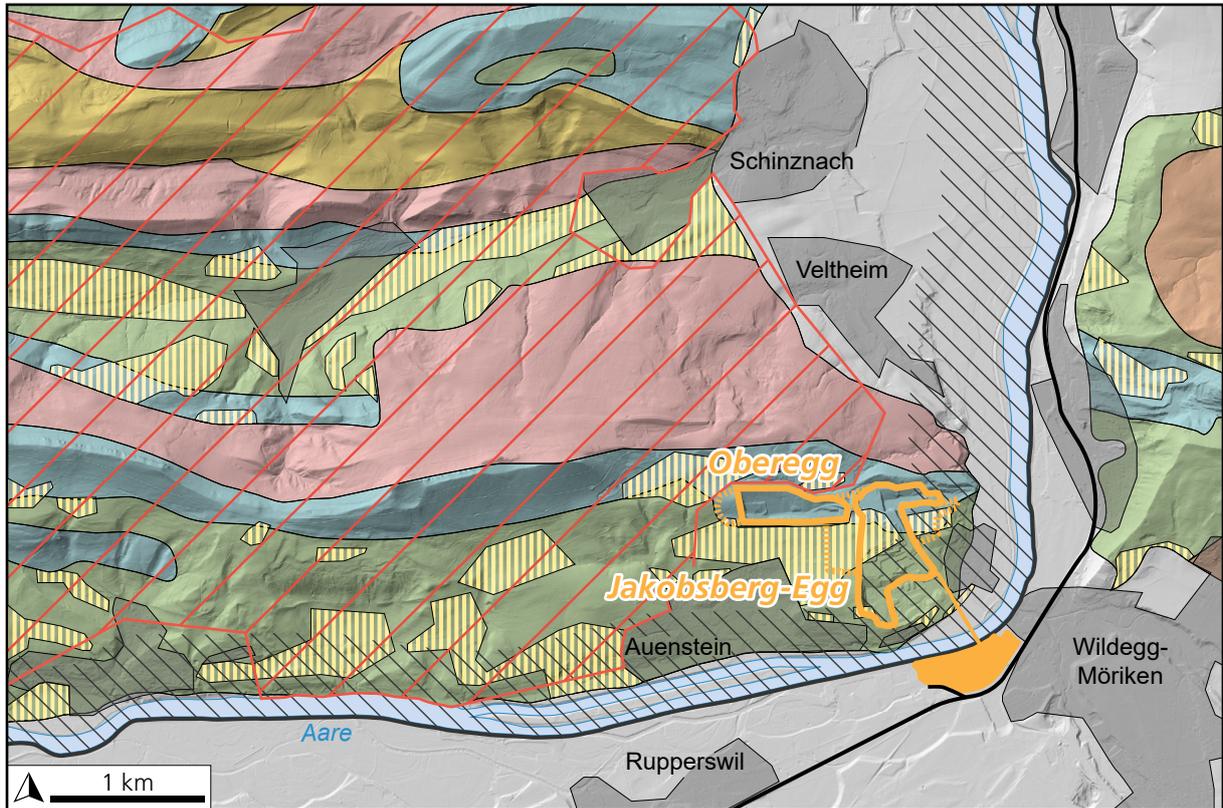


Fig. 34: Site de Wildeggen.