

ANNEXE II

DÉFINITION DE SEUILS COMMUNAUX MAXIMAUX D'ARTIFICIALISATION DU SOL

Version du 15.09.2022

Cette annexe a été élaborée conjointement par le Liser et le Département de l'aménagement du territoire du ministère de l'Énergie et de l'Aménagement du territoire dans le cadre des travaux d'Observatoire du Développement Spatial (ODS)

Table des matières

INTRODUCTION	3
1. ÉLÉMENTS DE DÉFINITION	4
2. LA MESURE DE L'ARTIFICIALISATION DU SOL AU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG	6
3. MÉTHODOLOGIE UTILISÉE POUR DÉFINIR LES SEUILS MAXIMAUX D'ARTIFICIALISATION DU SOL	11
3.1 Répartition des croissances de la population et de l'emploi	11
3.2 Coefficients de densité différenciés selon le type de commune et constitution d'un indicateur de densité d'activité humaine	12
3.3 Calcul de l'activité humaine projetée sur la période 2020-2035 et de ses besoins en surfaces à l'échelle communale	14
4. SEUILS MAXIMAUX D'ARTIFICIALISATION DU SOL À L'ÉCHELLE DES COMMUNES PAR AN À L'HORIZON 2035	16
4.1 Friches industrielles et terrains à restructurer	20
5. LES OUTILS DE SUIVI DU PROCESSUS D'ARTIFICIALISATION DU SOL	22

INTRODUCTION

Le projet de Programme directeur d'aménagement du territoire, PDAT2023, ambitionne une réduction progressive de l'artificialisation du sol avec pour objectif :

- d'atteindre 0,25 hectares par jour à l'horizon 2035 et
- de tendre vers zéro hectare à partir de 2050

L'atteinte des objectifs en matière de réduction d'artificialisation du sol implique une réduction progressive par rapport à la consommation actuelle dont les données les plus récentes y relatives datent de 2018. Selon ces données, il s'agit ainsi d'une consommation journalière de 0,5 hectares, soit 180 hectares par an.

L'atteinte de la zéro artificialisation nette à partir de 2050, impliquerait une réduction progressive de l'ordre de 7 hectares (valeur arrondie) par année suivant un scénario dégressif linéaire au niveau national. Dans ce contexte, il s'agirait de passer

- de 180 hectares en 2022 à 90 hectares à l'horizon 2035
- pour finalement atteindre 0 hectare à partir de 2050.

Le potentiel de développement ainsi calculé peut ensuite être réparti pour chaque commune suivant l'armature urbaine définie par le projet de PDAT2023.

Pour ce faire, la présente annexe revient tout d'abord sur des éléments de définition, analyse ensuite l'évolution actuelle de l'artificialisation du sol pour définir une méthodologie sur base de laquelle sont finalement proposés des seuils maximaux théoriques d'artificialisation du sol, par commune et par an. Afin de garantir un suivi en continu de la mise en œuvre de l'objectif de réduction progressive de l'artificialisation du sol, des outils sont proposés par le PDAT2023.

1. ÉLÉMENTS DE DÉFINITION

Le terme générique de **consommation** du sol englobe trois aspects distincts du processus de conversion de l'occupation du sol qu'il s'agit de préciser en amont :

- l'**artificialisation du sol**,
- l'**imperméabilisation du sol** et
- la **construction de parcelles de terrain**.

L'**artificialisation du sol** (*land take* en anglais) fait référence, pour reprendre une définition officielle de l'Agence Européenne pour l'Environnement, à « *la transformation du statut d'utilisation du sol, celui-ci passant du statut de « naturel » ou « agricole » à un statut d'occupation par des surfaces d'habitation, des surfaces industrielles et commerciales, des parcs urbains, des réseaux de transport* ¹ ».

Outre cette notion d'artificialisation, il en existe une autre, en apparence plus objective car ne faisant pas référence à un concept aussi vague que celui de naturalité et renvoie à un attribut « objectivable » du sol, à savoir celle de l'**imperméabilisation du sol** (*soil sealing* en anglais). Un rapport sur le scellement du sol commandité par la Commission européenne en donne la définition suivante : « *Les sols imperméabilisés peuvent être définis comme la destruction ou le recouvrement des sols par des bâtiments, des constructions et des couches de matériaux artificiels totalement ou partiellement imperméables (asphalte, béton, etc.). Il s'agit de la forme la plus intense d'occupation des sols et d'un processus essentiellement irréversible* ² ». L'imperméabilisation d'un sol constitue ainsi un processus physique de changement de ses propriétés ayant pour principale conséquence que celui-ci ne permet plus l'infiltration des eaux de pluie. Cette notion tend à évoquer, spontanément, la progression de la ville dans sa matérialité physique (routes, parkings, bâtiments) et paraît en ce sens plus facilement compréhensible.

¹ European Environment Agency, 2010

² European Commission, 2011

À ces deux approches différentes de la consommation du sol, s'ajoute une troisième manière d'appréhender le phénomène, souvent issue des fichiers des administrations cadastrales, et qui utilise une méthode bien particulière. Il s'agit de la **construction de parcelles de terrain**, qui repose sur une approche administrative du phénomène de consommation du sol. Cette approche reflète l'évolution du stock de terrains disponibles pour la construction à terme. Une grande parcelle sur laquelle un terrain est bâti voit ainsi la totalité de son statut changer, passant de « non bâti » à « bâti », alors même qu'une partie de cette parcelle peut très bien rester inchangée dans son occupation du sol (jardin, parc, etc.). Si cette approche peut, de prime abord, sembler relativement technique et plus administrative qu'environnementale, elle est en fait très utile pour mesurer la consommation du stock de terrains constructibles au sein des zones prévues pour l'urbanisation. Les règlements d'urbanisme établissent souvent des coefficients maximaux de construction sur les terrains à bâtir (tant en « emprise au sol » qu'en hauteur) et le rythme de consommation de ces dernières permet donc, en conséquence, d'anticiper les possibilités futures de développement urbain. Un tel type d'approche est cependant moins directement exploitable dans l'optique de mesurer l'incidence écologique du phénomène d'urbanisation : en effet, une parcelle bâtie peut présenter des degrés d'artificialisation ou de scellement du sol très différents selon sa taille, sa localisation et la nature du bâtiment construit.

Ces trois définitions renvoient donc à trois approches différentes de la « consommation du sol ». Si l'on s'intéresse à comparer les chiffres obtenus en ce qui concerne l'artificialisation et l'imperméabilisation du sol à l'échelle des pays européens, on observe d'importantes différences, mais un constat ressort : l'imperméabilisation est toujours inférieure, en valeurs absolues, à l'artificialisation, puisque d'office chaque terrain imperméabilisé est également artificialisé. Des travaux ont d'ores et déjà pu mesurer que de manière générale, et à l'échelle d'un pays, la surface imperméabilisée correspond environ à la moitié de la surface artificialisée, même si bien sûr ces taux varient fortement d'un type de surface à un autre.

Avec l'objectif de limiter à 0,25 hectare par jour la surface artificialisée (soit légèrement plus de 90 hectares par an), l'imperméabilisation devrait ainsi se limiter, en moyenne, à environ 0,125 ha par jour, ou 45 hectares par an. Toutefois, l'objectif politique du PDAT 2023 est explicitement appliqué à la notion d'artificialisation du sol.

2. LA MESURE DE L'ARTIFICIALISATION DU SOL AU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG

Après le tour d'horizon des définitions liées à la consommation du sol, cette partie se focalise plus précisément sur la mesure de l'artificialisation du sol (et non de l'imperméabilisation) au Grand-Duché de Luxembourg, qui constitue le cœur de la politique nationale de préservation de la ressource foncière.

De prime abord, il est important de préciser qu'il existe plusieurs sources de données avec des valeurs différentes, ce qui participe davantage à entretenir la confusion pour le grand public plutôt qu'à clarifier la nature du problème ainsi que son ampleur.

Ainsi, le STATEC produit chaque année des données relatives à l'artificialisation du sol sur base cadastrale, en différenciant les zones bâties des zones de voirie. Selon les données de l'Institut national de la statistique et des études économiques du Grand-Duché de Luxembourg (STATEC), 14,6 % du territoire du pays étaient artificialisés en 2019, soit 2,6 % de plus qu'en 2000. Selon ces mêmes données, l'artificialisation du sol aurait été d'environ 1 hectare par jour sur la période de 2000 à 2019 (6 723 ha environ sur 19 années, soit 0,97 ha par jour). Cependant, ces chiffres doivent être considérés avec prudence, car ils résultent de données cadastrales non prévues initialement pour mesurer l'artificialisation du sol et ils apparaissent comme étant surestimés.

De son côté, l'Observatoire de l'Habitat du ministère du Logement, calcule la consommation foncière au niveau des parcelles cadastrales au sein des périmètres d'agglomération. Mais ces données correspondent à la surface totale des terrains sur lesquels des bâtiments ont été construits et n'englobent pas les voiries, parkings, aires de jeux et autres. Cette mesure diffère donc substantiellement de l'artificialisation.

La méthode qui paraît aujourd'hui être la plus robuste pour mesurer l'artificialisation du sol au Luxembourg est celle du projet intitulé « Occupation biophysique du sol » (OBS), renommé plus récemment LIS-L, « Land Information System Luxembourg ». Ce projet repose sur l'interprétation de photographies aériennes et utilise la même nomenclature que le projet européen CORINE Land Cover.

Une classification de l'occupation biophysique du sol a été régulièrement produite depuis vingt ans par le bureau Space 4 Environment : en 1999, en 2007, en 2015 et en 2018. Sur cette base, des travaux réalisés par le DATer ont permis de produire les résultats suivants concernant l'ensemble des terrains considérés comme artificialisés dans la nomenclature LIS-L, suite à un travail de mise en correspondance des différentes nomenclatures utilisées pour les quatre années précitées.

Tableau 1 : Évolution de l'artificialisation du sol par catégorie entre 2007 et 2018

ARTIFICIALISATION DU SOL	CHANGEMENT DE "NATUREL" VERS "ARTIFICIEL" 2007-2018	CHANGEMENT DE "ARTIFICIEL" VERS "NATUREL" 2007-2018	ÉVOLUTION NETTE DE L'ARTIFICIALISATION	
	+ en ha	- en ha	Dynamique de l'artificialisation - Dynamique de la renaturation en ha	En % du total de l'évolution de l'artificialisation nette
Résidentiel	523,3	1,5	521,8	28,0
Installation agricole	270,8	2,2	268,6	14,4
Industrie et commerce	256,1	2,0	254,1	13,6
Zone urbaine inutilisée et friche industrielle	74,3	60,2	14,1	0,8
Installations sociales, militaires, culturelles et autres	104,2	0,5	103,7	5,6
Cimetière	0,1		0,1	0,0
Place publique	0,1		0,1	0,0
Parc	10,7	0,0	10,7	0,6
Autre installation publique	13,4	1,7	11,7	0,6
Terrain de golf				0,0
Terrain de camping	0,4		0,4	0,0
Autre installation sportive	19,8	1,0	18,9	1,0
Autre installation de loisir	1,8	2,8	-1,1	-0,1

Service public (installation de production et d'élimination)	21,4	0,6	20,9	1,1
Zone d'extraction de matériaux	92,9	45,5	47,4	2,5
Chantier	520,4	73,4	447,1	24,0
Route rurale	14,7	1,0	13,7	0,7
Route principale	100,4	3,9	96,5	5,2
Infrastructure ferroviaire	10,9		10,9	0,6
Trafic aérien commercial	0,9		0,9	0,0
Trafic aérien, sport et loisir				0,0
Transport fluvial	1,1		1,1	0,1
Zone de stationnement	23,5	0,0	23,5	1,3

TOTAL 11 ANS	2 061,4	196,2	1 865,1	100,0
PAR ANNÉE	187,4	17,8	169,6	
PAR JOUR	0,51	0,05	0,46	

Source : LIS-L 2007-2018.

Le traitement des données LIS-L permet de révéler une progression de l'artificialisation du sol de 1 865 hectares entre 2007 et 2018 : l'artificialisation totale du sol était de 32 292 hectares en 2018 et de 30 427 hectares en 2007. Le rythme journalier pour cette période correspond donc à 0,46 hectare. Ces résultats ont été obtenus à l'aide d'outils d'observation très performants qui ont permis de redéfinir l'objectif politique. En effet, le Plan National de Développement Durable de 2010 avait défini pour objectif de limiter à un hectare par jour la dynamique d'artificialisation. Or cet objectif a été défini à partir de sources de données moins précises que celles qui existent aujourd'hui. Il apparaît donc de définir un nouvel objectif d'artificialisation du sol en tenant compte des nouvelles analyses.

En comparant les périodes 1999-2007 et 2007-2018, il est à noter que le rythme de l'artificialisation du sol s'est à peu près stabilisé - il a très légèrement augmenté et l'utilisation du sol s'est globalement faite de manière plus efficace sur la période récente

grâce à une utilisation plus dense de l'ensemble du sol artificialisé. Ainsi, en 2007, le nombre total d'habitants et d'emplois divisé par la surface artificialisée totale était de 25,5 contre 32,8 en 2018, ce qui indique une densification du tissu artificialisé existant.

Le tableau 2 reprend les valeurs de la progression de l'artificialisation du sol par type de commune entre 2007 et 2018, le nombre d'habitants et d'emplois (à la commune de travail et non de résidence) pour les mêmes années, l'évolution de l'activité humaine (c'est-à-dire le nombre de nouveaux habitants additionné au nombre de nouveaux emplois pour chaque commune) ainsi que l'évolution de l'activité humaine divisée par l'ensemble de la surface nouvellement artificialisée (donc la densité d'activité humaine sur les terrains artificialisés entre 2007 et 2018).

Tableau 2 : Évolution de l'artificialisation du sol et des activités humaines selon l'armature urbaine du Grand-Duché de Luxembourg entre 2007 et 2018

ARMATURE URBAINE	ÉVOLUTION DE L'ARTIFICIALISATION DU SOL ENTRE 2007 ET 2018 EN HA	POPULATION 2007	POPULATION 2018	EMPLOIS 2007 ESTIMATION	EMPLOIS 2018 ESTIMATION	NOUVEAUX HABITANTS ET EMPLOIS PAR HA DE NOUVEAU TERRAIN ARTIFICIALISÉ ENTRE 2007 ET 2018
Agglo Centre ³	328	137 557	184 353	192 535	232 223	264
CDA ⁴	238	47 389	58 374	24 689	36 792	97
Communes à développement endogène ⁵	1 005	129 786	165 395	46 278	77 335	66
Nordstad ⁶	77	19 782	22 687	11 197	13 597	69
Région Sud ⁷	217	141 673	171 196	58 801	88 853	275
TOTAL	1 865	476 187	602 005	333 500	448 800	129

³ Les communes de l'Agglo Centre sont Bertrange, Hesperange, Leudelange, Luxembourg, Mamer, Niederanven, Sandweiler, Steinsel, Strassen et Walferdange.

⁴ Les communes CDA en dehors de l'Agglo Centre, de la Région Sud et de la Nordstad sont Echternach, Grevenmacher, Junglinster, Mersch, Mondorf-les-Bains, Redange-sur-Attert, Remich, Steinfort et Wiltz. Bien que Vianden soit un CDA, elle est considérée comme une commune à développement endogène selon la stratégie relative à l'armature urbaine établie par le DATer.

⁵ Les communes endogènes concernent l'ensemble des autres communes.

⁶ Les communes de la Nordstad sont Bettendorf, Diekirch, Erpeldange-sur-Sûre, Ettelbruck et Schieren.

⁷ Les communes de la Région Sud sont Bettembourg, Differdange, Dudelange, Esch-sur-Alzette, Käerjeng, Kayl, Mondercange, Pétange, Rumelange, Sanem et Schiffflange.

Sources : LIS-L 2007, 2018 ; STATEC 2007, 2018 ; DATer, AED, STATEC 2017 ; STATEC 2005.

Avec 284 000 nouveaux résidents et emplois sur la période 2007-2018, le Luxembourg présente un impressionnant dynamisme démographique et économique. Dans un tel contexte, la pression sur le foncier est très forte, ce qui d'ailleurs se reflète par la valeur de 152 nouveaux habitants et emplois pour chaque hectare de nouveau terrain artificialisé. Toutefois, il faut insister sur le fait que cette valeur, qui n'est qu'un ratio, inclut également la densification sur le tissu urbain existant (c'est-à-dire l'accueil de nouveaux emplois ou résidents sans artificialisation).

3. MÉTHODOLOGIE UTILISÉE POUR DÉFINIR LES SEUILS THÉORIQUES MAXIMAUX D'ARTIFICIALISATION DU SOL

Ce chapitre se focalise sur la méthodologie mise en œuvre pour calculer des seuils théoriques maximaux d'artificialisation du sol à l'horizon 2035 à l'échelle communale. Elle repose sur la stricte application de la stratégie relative à l'armature urbaine développée dans le PDAT 2023.

Quatre étapes sont nécessaires pour produire les résultats relatifs aux seuils théoriques maximaux visés par commune.

3.1 RÉPARTITION DES CROISSANCES DE LA POPULATION ET DE L'EMPLOI

Tout d'abord, il importe de présenter les objectifs de répartition territoriale de la croissance de la population et de l'emploi selon l'armature urbaine qui constituent le fondement de la stratégie de développement territorial du PDAT 2023. Le tableau 3 reprend la quote-part des nouveaux habitants et emplois à répartir entre les différents types de communes.

Tableau 3 : Scénarios de répartition de la croissance de la population et de l'emploi à l'horizon 2050

ARMATURE URBAINE	ABSORPTION DE LA CROISSANCE DE LA POPULATION DU PAYS JUSQU'EN 2050 (EN %)	ABSORPTION DE LA CROISSANCE DE L'EMPLOI DU PAYS JUSQU'EN 2050 (EN %)	ABSORPTION DE LA CROISSANCE DE L'ACTIVITÉ HUMAINE DU PAYS (POPULATION + EMPLOI) JUSQU'EN 2050 (EN %)
Agglo Centre	36,4	52,3	43,25
Région Sud	33,7	23,5	29,35

Nordstad	4,8	4,1	4,5
CDA	11,3	10,1	10,8
endogène	13,8	10	12

Au sein des différentes catégories de communes et d'agglomérations, les objectifs de répartition de la croissance de la population et de l'emploi ont été attribués aux différentes communes et localités qui les composent au prorata du poids que représente chacune d'entre-elles en termes de population et d'emploi.

En ce qui concerne les estimations de croissance de la population et de l'emploi, le PDAT2023 se base sur les projections de croissance à un niveau national produites par l'Institut national de la statistique et des études économiques du Grand-Duché de Luxembourg, le STATEC.

Il s'agit plus précisément du Bulletin n°3/2017 « Projections macroéconomiques et démographiques de long terme : 2017-2060 » dans lequel le STATEC illustre le lien entre croissance économique et évolution démographique sur base de quatre scénarios⁸.

3.2 COEFFICIENTS DE DENSITÉ DIFFÉRENCIÉS SELON LE TYPE DE COMMUNE ET CONSTITUTION D'UN INDICATEUR DE DENSITÉ D'ACTIVITÉ HUMAINE

Dans un second temps, les différents seuils de densité de construction résidentielle ont été pris en compte : ces densités diffèrent entre les communes urbaines et les communes rurales et ont ainsi une incidence très forte sur les seuils d'artificialisation du sol par commune.

Pour l'Agglo Centre et la Région Sud, cette densité est de 60 logements par hectare, pour la Nordstad elle est de 40 logements par hectare, pour les Centres de développement et d'importance régionale (CDA), elle est de 30 logements par hectare et enfin, elle est de 15 logements par hectare pour les communes endogènes. Il y a donc un rapport de 1 à 4 entre les communes les plus urbaines et les communes davantage rurales. Comme les valeurs indicatives de densité n'ont été communiquées que pour la construction de logements et non pour l'ensemble des autres constructions et infrastructures qui participent à

⁸ Bulletin n° 3/2017 Projections macroéconomiques et démographiques de long terme: 2017-2060
<https://statistiques.public.lu/fr/publications/series/bulletin-statec/2017/bulletin-03-17.html>

l'artificialisation du sol, il a été décidé de se baser sur l'hypothèse que les mêmes rapports de densité entre communes endogènes et urbaines doivent être appliqués en ce qui concerne les nouvelles constructions résidentielles et les autres constructions. Selon cette logique, si la densité est élevée en ce qui concerne l'habitat, elle doit théoriquement l'être aussi pour les autres types d'utilisation du sol (industrie, équipements, etc...).

Une telle décision se justifie tout d'abord du point de vue de la politique d'aménagement du territoire. En effet, s'il est nécessaire de limiter l'artificialisation du sol, cela ne doit pas se faire au mépris des structures urbaines et paysagères, et il importe de ne pas créer de densités (d'habitants ou d'emplois) trop élevées dans des communes qui ne disposent de toute façon pas des équipements nécessaires pour répondre à un nouvel apport très conséquent d'habitants ou d'emplois. Ensuite, cette décision renvoie également à la réalité du marché foncier, car lorsque les densités sont plus élevées, les prix des terrains tendent à l'être également et les promoteurs cherchent donc à maximiser l'utilisation du sol pour chaque parcelle afin de minimiser le coût du terrain dans le prix de vente global d'un bien immobilier, quel qu'il soit.

Tableau 4 : Coefficients de densité projetés selon l'armature urbaine au Grand-Duché de Luxembourg

ARMATURE URBAINE	COEFFICIENT DE DENSITÉ
AGGLO CENTRE	4
RÉGION SUD	4
NORDSTAD	2.67
CENTRES DE DÉVELOPPEMENT ET D'ATTRACTION	2
COMMUNES ENDOGÈNES	1

Une autre hypothèse vient structurer ce travail, qui est celle de l'équivalence de l'emprise au sol, en termes d'artificialisation, d'un nouvel habitant et d'un nouvel emploi. Cette équivalence a notamment été suggérée par Jaeger and Schwick (2016), qui ont montré dans un article faisant référence dans le domaine du Land use, que parmi les facteurs qui tirent la consommation du sol, il y a essentiellement le nombre de nouvelles habitations ainsi que le nombre de lieux de travail, à poids égaux. Lorsque la somme des emplois et des habitants est divisée par la superficie artificialisée, on obtient l'indicateur de « densité d'activité humaine ».

Il peut sembler de prime abord étonnant d'attribuer autant d'importance aux nouveaux emplois qu'aux nouveaux habitants dans le processus d'artificialisation du sol, puisque les espaces de travail sont en général plus petits que les espaces de vie. Cependant, ce n'est pas uniquement l'espace du lieu de travail qui doit être considéré lorsque l'on cherche à appréhender l'impact sur l'artificialisation du sol des nouveaux emplois, mais également l'ensemble des nouvelles infrastructures créées pour répondre aux besoins des habitants et des travailleurs. Cela implique de tenir compte d'une multitude d'éléments, comme les zones d'activités (avec la voirie), les restaurants, les commerces, les places de parking, etc.

Une comparaison des valeurs sur la densité d'activité humaine sur les nouveaux terrains artificialisés sur plusieurs communes du Luxembourg ayant des profils plutôt résidentiels ou au contraire plutôt orientés comme pôles d'emplois tend à confirmer que les deux variables (emplois et habitants) peuvent ainsi être considérées comme ayant un poids équivalent dans l'artificialisation du sol.

Pour l'ensemble de l'activité humaine, c'est-à-dire les habitants et l'emploi, on renvoie donc à un coefficient unique, se basant initialement sur les densités de la population.

3.3 CALCUL DE L'ACTIVITÉ HUMAINE PROJETÉE SUR LA PÉRIODE 2020-2035 ET DE SES BESOINS EN SURFACES À L'ÉCHELLE COMMUNALE

Afin de procéder à une conversion des estimations de la croissance de la population et de l'emploi en termes de surfaces nécessaires à leur accueil, la réflexion produite se base sur les données précitées du STATEC.

C'est toutefois la date de 2035 qui a été retenue dans un premier temps.

Le scénario retenu dans le PDAT2023 concerne le scénario le plus haut (ou maximaliste) développé par le STATEC. Il correspond

- à une croissance du PIB de 4,5 % (+ 80,90 % par rapport à 2017)
- résultant en une population totale supérieure à un million - 1 162 000 de résidents – et
- un emploi total de 870 000 actifs en 2060 dont 448 000 seraient occupés par des frontaliers.

Ce sont en moyenne environ 13 300 habitants et environ 10 000 nouveaux emplois qui devraient être accueillis annuellement dans le pays d'ici à 2035. Le total de ces nouveaux habitants et de ces nouveaux emplois est donc distribué pour chaque commune en fonction de la contribution relative de chaque type de commune telle que mentionné dans le développement selon l'armature urbaine du PDAT2023, et du poids relatif que représente chaque commune dans la population totale et l'emploi de chaque type de commune. Ainsi, on obtient, pour l'année 2035 une projection de la valeur exprimant le nombre total d'emplois et de résidents pour chaque commune, pondérée par un indice de densité.

4. SEUILS THÉORIQUES MAXIMAUX D'ARTIFICIALISATION DU SOL À L'ÉCHELLE DES COMMUNES PAR AN À HORIZON 2035

En ce qui concerne l'artificialisation du sol, l'objectif du PDAT2023 consiste à réduire de moitié le rythme observé entre la période 2007-2018 pour le porter à un maximum de 0,25 hectare par jour en moyenne jusqu'à 2035, ce qui équivaut à un maximum d'environ 90 hectares par année pour l'ensemble du pays. En retenant qu'en général, à l'échelle d'un pays, les surfaces imperméabilisées comptent pour la moitié des surfaces artificialisées totales, cet objectif devrait correspondre à environ 45 hectares par an de nouvelles surfaces imperméabilisées. Les efforts de cette première étape devraient être poursuivis au-delà de 2035 pour tendre vers la « zéro artificialisation nette » à partir de 2050.

Ce dernier objectif est ambitieux mais réalisable, tout en répondant à la nécessité de continuer à produire des logements en nombre suffisant. Cependant, cet objectif requiert de revoir les modes de production actuels de l'habitat et de son emprise foncière, de recycler les terrains inutilisés ou sous-utilisés et de remettre en état naturel les terrains pouvant faire l'objet de telles mesures.

Le tableau 5 montre quel seraient les seuils théoriques maximums d'artificialisation du sol par commune pour répondre à l'objectif national de 0,25 ha/jour en tenant compte des projections de population et d'emploi du STATEC et de leur répartition territoriale suivant l'armature urbaine du PDAT 2023.

Tableau 5 : Seuils théoriques maximaux d'artificialisation annuelle d'ici à 2035 par commune en fonction des différents objectifs nationaux

COMMUNE	ARMATURE URBAINE	SEUIL MAXIMAL D'ARTIFICIALISATION, EN HA ET PAR AN
Beaufort	endogène	0,37
Bech	endogène	0,16
Beckerich	endogène	0,43
Berdorf	endogène	0,27
Bertrange	Agglo Centre	1,54
Bettembourg	Région Sud	1,21
Bettendorf	Nordstad	0,36
Betzdorf	endogène	0,74
Bissen	endogène	0,64
Biwer	endogène	0,39
Boulaide	endogène	0,16
Bourscheid	endogène	0,24
Bous	endogène	0,22
Clervaux	CDA	1,24
Colmar-Berg	endogène	0,81
Consdorf	endogène	0,27
Contern	endogène	1,40
Dalheim	endogène	0,29
Diekirch	Nordstad	1,37
Differdange	Région Sud	2,36
Dippach	endogène	0,66
Dudelange	Région Sud	2,13
Echternach	CDA	1,56
Ell	endogène	0,20
Erpeldange-sur-Sûre	Nordstad	0,46
Esch-sur-Alzette	Région Sud	4,52
Esch-sur-Sûre	endogène	0,38
Ettelbruck	Nordstad	1,63
Feulen	endogène	0,29
Fischbach	endogène	0,17

**PROJET DE PROGRAMME DIRECTEUR D'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE
PROJET PDAT2023**

Flaxweiler	endogène	0,29
Frisange	endogène	0,71
Garnich	endogène	0,30
Goesdorf	endogène	0,21
Grevenmacher	CDA	1,37
Grosbous	endogène	0,14
Habscht	endogène	0,65
Heffingen	endogène	0,21
Helperknapp	endogène	0,55
Hesperange	Agglo Centre	1,59
Junglinster	CDA	1,57
Käerjeng	Région Sud	1,16
Kayl	Région Sud	0,74
Kehlen	endogène	1,04
Kiischpelt	endogène	0,15
Koerich	endogène	0,89
Kopstal	endogène	0,52
Lac de la Haute-Sûre	endogène	0,27
Larochette	endogène	0,30
Lenningen	endogène	0,34
Leudelange	Agglo Centre	0,70
Lintgen	endogène	0,48
Lorentzweiler	endogène	0,56
Luxembourg	Agglo Centre	17,43
Mamer	Agglo Centre	1,14
Manternach	endogène	0,34
Mersch	CDA	2,01
Mertert	endogène	1,11
Mertzig	endogène	0,34
Mondercange	Région Sud	0,85
Mondorf-les-Bains	CDA	1,31
Niederanven	Agglo Centre	1,11
Nommern	endogène	0,18
Parc Hosingen	endogène	0,67

**PROJET DE PROGRAMME DIRECTEUR D'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE
PROJET PDAT2023**

Pétange	Région Sud	1,83
Préizerdaul	endogène	0,21
Putscheid	endogène	0,15
Rambrouch	endogène	0,74
Reckange-sur-Mess	endogène	0,41
Redange-sur-Attert	CDA	0,69
Reisdorf	endogène	0,16
Remich	CDA	0,84
Roeser	endogène	1,23
Rosport-Mompach	endogène	0,51
Rumelange	Région Sud	0,48
Saeul	endogène	0,11
Sandweiler	Agglo Centre	0,57
Sanem	Région Sud	1,66
Schengen	endogène	0,86
Schieren	Nordstad	0,33
Schifflange	Région Sud	1,00
Schuttrange	endogène	1,06
Stadtbredimus	endogène	0,29
Steinfort	CDA	1,11
Steinsel	Agglo Centre	0,51
Strassen	Agglo Centre	1,15
Tandel	endogène	0,29
Troisvierges	endogène	0,78
Useldange	endogène	0,27
Vallée de l'Ernz	endogène	0,38
Vianden	endogène	0,37
Vichten	endogène	0,17
Wahl	endogène	0,13
Waldbillig	endogène	0,24
Waldbredimus	endogène	0,16
Walferdange	Agglo Centre	0,72
Weiler-la-Tour	endogène	0,30
Weiswampach	endogène	0,76

Wiltz	CDA	1,54
Wincrange	endogène	0,76
Winseler	endogène	0,32
Wormeldange	endogène	0,51

4.1 FRICHES INDUSTRIELLES ET TERRAINS À RESTRUCTURER

Toute nouvelle construction ne renvoie pas à une nouvelle artificialisation du sol. Ainsi, les friches industrielles et les terrains à restructurer présentent un véritable potentiel de reconversion. Leur mobilisation constitue une réponse optimale pour urbaniser sans artificialiser de nouveaux terrains, tout en permettant de donner une nouvelle image à un site, une commune ou même une région, selon la taille de la friche. Dans le cadre de l'élaboration des quatre plans directeurs sectoriels primaires, PDS (« logement », PSL ; « paysages », PSP ; « transports », PST ; « zones d'activités économiques », PSZAE), un relevé des friches industrielles et autres terrains à restructurer connus au Luxembourg, pour lesquels il existe un véritable potentiel de reconversion a été réalisé. Celui-ci identifie 185 hectares de friches et terrains déjà artificialisés qui ont été repris dans les PDS. Il convient d'ajouter 306 hectares supplémentaires de friches non reprises dans les PDS et encore 120 hectares de terrains à restructurer.

Au total, ce sont donc 611 hectares de terrains qui pourraient être réutilisés, et donc autant de surfaces non artificialisées qui pourraient être épargnées.

Cependant, ces surfaces ne peuvent pas être intégrées dans le calcul des contingents de surfaces artificialisables fournis aux communes pour plusieurs raisons.

Tout d'abord, elles n'entrent pas dans le registre des surfaces que les communes peuvent artificialiser par le biais de leur stratégie locale de développement urbain. D'autre part, et du strict point de vue de l'observation par les fichiers LIS-L servant à monitorer l'artificialisation du sol, une ancienne friche industrielle peut très bien apparaître comme non artificialisée avant de faire l'objet d'une mobilisation, et donc la mobilisation des friches risque d'échapper à l'indicateur d'artificialisation. Certaines friches, existant depuis de nombreuses années, ont en effet été reconquises, au moins partiellement, par la végétation.

Enfin, il est peu probable que l'ensemble des friches soit entièrement mobilisé d'ici à l'horizon 2035. A cela s'ajoute le fait que les spécificités propres à chaque friche imposent

des densités différentes. Ainsi, en ce qui concerne par exemple le crassier de Differdange, qui est ceinturé de sites industriels, il est fort probable qu'une partie importante de son potentiel de développement futur sera dédié à de nouvelles activités industrielles fortement consommatrices de sol et peu denses en emplois. En revanche, la lentille Terre-Rouge à Esch-sur-Alzette, ou encore la friche de Dommeldange, seront probablement urbanisées avec des densités plus élevées, compte-tenu de leurs situations respectives à proximité directe d'un centre urbain et d'une gare ferroviaire. Ces différences évidentes empêchent d'attribuer une densité théorique moyenne à l'ensemble des friches qui pourrait être reprise dans les calculs.

Cependant, il est clair que la mobilisation des friches est un élément-clé dans l'atteinte de l'objectif d'une réduction de l'artificialisation du sol ambitionnée par le PDAT 2023 : dépolluer et réinvestir ces friches par la création de logements, d'emplois, de commerces ou d'équipements publics tout en réduisant la perte de surfaces agricoles et naturelles, et en requalifiant, in fine, le territoire.

5. LES OUTILS DE SUIVI DE L'ARTIFICIALISATION DU SOL

Ce travail s'est focalisé sur les données issues du projet LIS-L qui permettent d'offrir une lecture simple et efficace de la progression de l'artificialisation du sol. Cependant, et comme cela a déjà été évoqué, cette observation tend à créer une différenciation un peu trop dichotomique et insuffisamment nuancée entre espaces « artificiels » et « espaces naturels », alors même qu'il est nécessaire de s'intéresser à la manière dont l'artificialisation du sol s'est faite et à ce qu'elle a permis de construire pour répondre aux besoins de la société.

Ainsi il est proposé de définir de nouveaux indicateurs pour observer de manière plus complète la question de l'artificialisation du sol. Le tableau 6 reprend des propositions d'indicateurs.

La combinaison de ces différents indicateurs devrait permettre non seulement de suivre et d'évaluer la convergence entre l'artificialisation réelle du sol et l'objectif national de sa réduction, mais également d'évaluer la pertinence des nouvelles réalisations par rapport aux objectifs issus des autres politiques sectorielles.

Tableau 6 : Quelques indicateurs possibles de suivi de l'artificialisation du sol au Grand-Duché de Luxembourg

INDICATEUR	JUSTIFICATION	MÉTHODE DE CALCUL	SOURCES DES DONNÉES
Évolution de l'artificialisation du sol	Il s'agit de l'indicateur principal pour mesurer l'ampleur de l'évolution l'artificialisation du sol.	Somme de l'ensemble des différents types d'utilisation du sol rattachés aux nouvelles surfaces artificialisées dans la nomenclature LIS-L entre deux dates	LIS-L
Taux d'imperméabilisation du sol au sein du tissu artificialisé	Cet indicateur permet de nuancer l'indicateur sur l'artificialisation du sol en renseignant sur l'emprise des bâtiments et autres surfaces imperméabilisées au sein du tissu artificialisé.	Ratio entre la surface imperméabilisée et la surface artificialisée par commune	LIS-L

Densité d'activité humaine sur la surface artificialisée	Permet de comparer l'évolution des nouveaux résidents et emplois ainsi que l'évolution de l'artificialisation du sol au sein d'une commune, afin d'estimer l'activité humaine que les nouveaux terrains artificialisés permettent d'accueillir.	Somme des nouveaux emplois et des nouveaux habitants par commune divisée par la surface nouvellement artificialisée au sein de la commune	LIS-L STATEC CTIE ACD-DATer
Densité d'activité humaine sur la surface imperméabilisée	Permet de comparer l'évolution des nouveaux résidents et emplois ainsi que l'évolution de l'imperméabilisation du sol au sein d'une commune, afin d'estimer l'activité humaine que les nouveaux terrains imperméabilisés permettent d'accueillir.	Somme des nouveaux emplois et des nouveaux habitants par commune divisée par la surface nouvellement imperméabilisée au sein de la commune	LIS-L STATEC CTIE
Catégories d'utilisation du sol au sein des espaces artificialisés	Les espaces artificialisés comprennent des équipements publics, parcs, squares, aires de jeux, qui ne permettent pas d'accueillir beaucoup d'emplois ou de résidents, mais qui sont néanmoins nécessaires. Ne pas inclure cet indicateur peut avoir pour conséquence de fournir une évaluation incomplète voire incorrecte de l'efficacité de l'artificialisation du sol.	Somme des surfaces des équipements publics, parcs, squares, divisée par la surface artificialisée totale par commune	Base de données topographique (ACT) LIS-L