

Systemes  
Information  
Géographique  
Liens  
Environnement  
Santé



SIGLES



# Indices composites spatialisés de vulnérabilité et de résilience au service des territoires en Environnement et Santé

- Rapport final -



**Parution : septembre 2020**

**Faculté des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques de Lille**

**Laboratoire des Sciences Végétales et Fongiques**

3 rue du Professeur Laguesse

BP 83 – 59006 Lille Cedex

[www.sigles-sante-environnement.fr](http://www.sigles-sante-environnement.fr)

Delphine BROUSMICHE

Damien CUNY

Louis POCHET

## Sommaire

Objet de l'étude.....	7
I. Introduction.....	8
II. Contexte territorial de l'analyse.....	9
III. État de l'art.....	13
A. Les inégalités environnementales et sociales de santé.....	13
1. Le concept de justice environnementale.....	13
2. Le concept d'Inégalités Environnementales et Sociales de Santé (IESS).....	13
B. La résilience en santé environnement.....	14
C. Les indices composites en santé environnement.....	15
1. L'évolution des indices de la littérature dans le temps et leur conception.....	16
2. Les indices composites développés au sein du LSVF.....	18
IV. Matériel et méthode.....	19
A. Collecte et analyse de données.....	20
1. Zone d'étude et résolution spatiale.....	20
2. L'accessibilité et utilisation des données.....	20
3. La gestion des données géographiques manquantes.....	21
4. Les dimensions et leurs variables.....	22
5. La standardisation des variables.....	26
6. Analyse bi-variée.....	26
B. Calcul des indices.....	28
1. Orientation des variables.....	28
2. Pondération et agrégation.....	29
C. Analyse conjointe.....	30
D. Analyse globale et caractérisation détaillée des IRIS.....	30
1. Analyse globale des typologies de territoire.....	30
2. Caractérisation détaillée des IRIS.....	32
V. Résultats.....	33
A. Indice de résilience.....	33
B. Indice de vulnérabilité.....	33
C. Analyse conjointe des indices de résilience et de vulnérabilité.....	34
VI. Discussion.....	36

A.	Les IRIS classés « Point noir territorial ».....	36
1.	Analyse globale des variables.....	36
2.	Caractérisation détaillée des IRIS.....	38
B.	Les IRIS classés « Possède des ressources ».....	40
1.	Analyse globale.....	40
2.	Caractérisation détaillée des IRIS « Possède des ressources » .....	44
C.	Les IRIS classés « A surveiller ».....	47
D.	Les IRIS classés « Résilient » .....	52
E.	Synthèse des forces et faiblesses des différentes typologies .....	53
VII.	Conclusion .....	56
	Bibliographie.....	57
	Annexes .....	60

## Liste des acronymes

CIS : *Cumulative Impact Screening* est un indice de vulnérabilité  
CISTERRES : Cartographie d'Indices de vulnérabilité et de résilience au Service des TERRitoires en Environnement et Santé  
CUD : Communauté Urbaine de Dunkerque  
EDI : Ecological Deprivation Index  
EPA : Environmental Protection Agency  
ETM : Élément-Trace Métallique  
ICPE : Installation Classée pour la Protection de l'Environnement  
IDH : Indice de Développement Humain  
IESS : Inégalités Environnementales Sociales de Santé  
INSEE : Institut National de la Statistique et des Études Économiques  
IRIS : Îlots Regroupés pour l'Information Statistique  
Lden : Level day evening night  
Ln : Level night  
MEL : Métropole Européenne Lilloise  
OCDE : Organisation de Coopération et de Développement Économique  
OMS : Organisation Mondiale de la Santé  
PCB : Polychlorobiphényles  
PIB : Produit Intérieur Brut  
PLU : Plan Local d'Urbanisme  
PSE : *Social Ecological Pressure*  
RINZ : *Resilience Index New Zealand*  
RSE : *Social-Ecological Resilience*  
SESI : *Social-Ecological Status Index*  
SUHEI : *Spacial Urban Health Equity Indicators*  
UHI : *Urban Health Index*  
ZUP : Zones à Urbaniser en Priorité

## Liste des figures

<i>Figure 1 : Schéma de l'articulation des notions pour les inégalités environnementales et sociales de santé - Source : (Frank, 2017) .....</i>	<i>14</i>
<i>Figure 2 : Résilience et notions associées dans différentes disciplines – Source : Lhomme et al (2010) .....</i>	<i>15</i>
<i>Figure 3 : Indice de Townsend - mode de calcul .....</i>	<i>16</i>
<i>Figure 4 : Caractéristiques des quartiers pour le RINZ – Source : Pearson et al. (2013) .....</i>	<i>17</i>
<i>Figure 5 : Cadre méthodologique et dimensions du SESI - Source : Estoque et Murayama (2014) .....</i>	<i>18</i>
<i>Figure 6 : Logigramme présentant la méthodologie de développement d'indices composites de résilience et de vulnérabilité - Source : Brousmiche et al. (2020a) .....</i>	<i>19</i>
<i>Figure 7 : Carte de représentation géographique des 93 IRIS de la CUD .....</i>	<i>20</i>
<i>Figure 8 : Méthode de désagrégation (simple), exemple de Loon-Plage pour une variable X (réalisation personnelle).....</i>	<i>21</i>
<i>Figure 9 : Synthèse des dimensions et sous-dimensions caractérisées par les 53 variables collectées et/ou calculées .....</i>	<i>25</i>
<i>Figure 10 : Distribution au sein des six dimensions des 53 variables collectées pour le développement des indices de vulnérabilité et de résilience sur le territoire de la CUD .....</i>	<i>26</i>
<i>Figure 11 : Corrélogramme illustrant la structure des corrélations entre les variables. La couleur bleue correspond à une corrélation positive tandis que la couleur rouge reflète une corrélation négative. La taille du cercle est proportionnelle à la valeur du coefficient de corrélation ....</i>	<i>27</i>
<i>Figure 12 : Mode d'analyse conjointe des indices de résilience et de vulnérabilité. D'après Brousmiche et al. (2020a).....</i>	<i>30</i>
<i>Figure 13 : Représentation cartographique de l'indice de résilience pour le territoire de la CUD .....</i>	<i>33</i>
<i>Figure 14 : Représentation cartographique de l'indice de vulnérabilité pour le territoire de la CUD ...</i>	<i>34</i>
<i>Figure 15 : Représentation cartographique de l'analyse conjointe des indices de résilience et de vulnérabilité pour le territoire de la CUD .....</i>	<i>35</i>
<i>Figure 16 : Distribution brute des dimensions des faiblesses des IRIS « Point noir territorial ».....</i>	<i>36</i>
<i>Figure 17: Représentation effective des dimensions des faiblesses des IRIS « Point noir territorial »..</i>	<i>37</i>
<i>Figure 18 : Caractérisation détaillée : distribution brute des faiblesses des IRIS « Point noir territorial », par dimension .....</i>	<i>39</i>
<i>Figure 19 : Distribution brute des dimensions des faiblesses des IRIS « Possède des ressources ».....</i>	<i>40</i>
<i>Figure 20 : Représentation effective des dimensions des faiblesses des IRIS « Possède des ressources » .....</i>	<i>41</i>
<i>Figure 21: Distribution brute des dimensions des forces des IRIS « Possède des ressources » .....</i>	<i>42</i>
<i>Figure 22 : Représentation effective des dimensions des forces des IRIS « Possède des ressources »..</i>	<i>43</i>
<i>Figure 23 : Distribution brute des faiblesses par dimension des IRIS « Possède des ressources » .....</i>	<i>45</i>
<i>Figure 24 : Distribution brute des forces par dimension pour les IRIS « Possède des ressources ».....</i>	<i>46</i>
<i>Figure 25: Distribution brute des dimensions des faiblesses des IRIS « A surveiller ».....</i>	<i>48</i>
<i>Figure 26 : Représentation effective des dimensions des faiblesses des IRIS « A surveiller » .....</i>	<i>48</i>
<i>Figure 27: Distribution brute des dimensions des forces des IRIS « A surveiller ».....</i>	<i>50</i>
<i>Figure 28 : Représentation effective des dimensions des forces des IRIS « A surveiller » .....</i>	<i>50</i>
<i>Figure 29: Distribution brute des dimensions des forces des IRIS « Résilient ».....</i>	<i>52</i>
<i>Figure 30 : Représentation effective des dimensions des forces des IRIS « Résilient » .....</i>	<i>53</i>

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Population, séries historiques depuis 1968 - Source Insee : données issues du RP2016 .....	10
Tableau 2 : Population de 15 ans ou plus selon la catégorie socioprofessionnelle - Source Insee : données issues du RP2016 .....	10
Tableau 3 : Population de 15 ans ou plus par sexe, âge et catégorie socioprofessionnelle en 2016 – Source INSEE, RP2016.....	11
Tableau 4 : Part et source(s) des variables dans la dimension « Services » .....	22
Tableau 5 : Part et source(s) des variables dans la dimension « Economie » .....	22
Tableau 6 : Part et source(s) des variables dans la dimension « Environnement ».....	23
Tableau 7 : Part et source(s) des variables dans la dimension « Politique » .....	23
Tableau 8 : Part et source(s) des variables dans la dimension « Santé » .....	24
Tableau 9 : Part et source(s) des variables dans la dimension « Social ».....	24
Tableau 10 : Description des variables incluses dans l'Indice de Résilience .....	28
Tableau 11 : Description des variables incluses dans l'Indice de Vulnérabilité.....	29
Tableau 12 : Exemple d'identification des forces d'une typologie .....	31
Tableau 13 : Faiblesses communes aux points noirs territoriaux.....	38
Tableau 14 : Faiblesses communes des IRIS « Possède des ressources » .....	42
Tableau 15 : Forces communes des IRIS « Possède des ressources ».....	44
Tableau 16 : Faiblesses communes des IRIS « A surveiller » .....	49
Tableau 17 : Forces communes pour les IRIS « A surveiller » .....	51
Tableau 18 : Forces communes des IRIS « Résilient ».....	53
Tableau 19 : Synthèse des forces et faiblesses présentes à plus de 50 % des IRIS identifiés comme globalement vulnérables (i.e. « Point noir territorial » et « Possède des ressources »).....	54
Tableau 20 : Synthèse des forces et faiblesses présentes à plus de 50 % des IRIS identifiés comme globalement peu vulnérables (i.e. « A surveiller » et « Résilient »).....	55

# Objet de l'étude

Malgré un état de santé des populations et un accès aux soins qui tendent à s'améliorer, les phénomènes d'inégalités spatiales de santé continuent à être observés en France. Afin d'améliorer la caractérisation de cette hétérogénéité spatiale, les plans nationaux santé-environnement ont encouragé le développement d'approches centrées sur l'analyse spatialisée des vulnérabilités liées à l'environnement depuis 2004. Les principaux objectifs étaient l'identification des points noirs environnementaux (PNSE1, PRSE 1) et la réduction des inégalités environnementales (PNSE2, PRSE2). Lancé en 2015, le 3<sup>ème</sup> plan national santé environnement met l'accent sur « [une meilleure caractérisation des] expositions à l'échelle des territoires en tenant compte des inégalités de vulnérabilité des populations ». Dans les Hauts-de-France, le PRSE 3 (2017-2021) permet aux acteurs locaux d'afficher leur volonté de disposer d'un système d'information géographique en santé-environnement pour la Région. Cette intégration de dimensions démographique, sociétale et géographique dans l'étude des vulnérabilités est aujourd'hui l'objet de plusieurs projets nationaux et internationaux (e.g. projet Equit'area par l'EHESP, Projet EJSscreen par l'US-EPA).

Néanmoins, les inégalités environnementales et sociales de santé restent difficiles à caractériser du fait de :

- l'étiologie multifactorielle des événements de santé ;
- l'exposition globale des populations à l'environnement, que celui-ci soit générateur d'impacts négatifs ou positifs sur la santé ;
- d'un manque d'interopérabilité des données disponibles.

Dans ce contexte, l'environnement est principalement considéré sous le prisme de la vulnérabilité pour ses impacts négatifs sur la santé comme par exemple, la diminution de l'espérance de vie liée à la pollution de l'air et notamment aux particules fines ([www.who.int](http://www.who.int)). Ces aspects sont un début très important pour aborder les inégalités territoriales en matière de santé environnement. Ils doivent toutefois être complétés en tenant compte du rôle bénéfique sur la santé des individus de différents paramètres environnementaux (tels que la présence d'espaces verts par exemple).

Au regard de la complexité de l'environnement dans lequel évolue la population, notre équipe développe une approche permettant d'élargir ce cadre à l'ensemble des ressources de l'environnement pouvant générer des effets positifs directement ou indirectement bénéfiques pour la santé. Les informations ainsi intégrées sont par exemple l'accès aux soins, les services écosystémiques, l'accessibilité aux espaces verts ou le dynamisme entrepreneurial. Ces travaux approfondissant le lien bénéfique entre l'environnement global et l'impact sur la santé humaine sont très peu nombreux tant au niveau national qu'international, ce qui rappelle le caractère émergent de ce thème.

La plupart des travaux portent sur un seul attribut de l'environnement, généralement la pollution de l'air pour les aspects de vulnérabilité et l'accessibilité aux espaces verts pour les aspects bénéfiques. Ainsi, une importante réflexion doit donc être menée afin de prendre en compte l'environnement de manière globale et au contexte : présence de sources de pollution, dégradation de la qualité des milieux (air, eaux, sols), risques technologiques, risques naturels, présence de parcs et jardins, densité médicale, etc.

**L'enjeu général de ce projet** est donc de caractériser, grâce à une approche multiparamétrique, les inégalités territoriales environnementales et sanitaires sur la communauté urbaine de Dunkerque.

# I. Introduction

La santé environnementale a été définie lors de la conférence d'Helsinki, comme un ensemble « qui comprend les aspects de la santé humaine, y compris la qualité de la vie, qui sont déterminés par les facteurs physiques, chimiques, biologiques, sociaux, psychosociaux et esthétiques de notre environnement (OMS, Europe, 2017). Elle concerne également la politique et les pratiques de gestion, de résorption, de contrôle et de prévention des facteurs environnementaux susceptibles d'affecter la santé des générations actuelles et futures ». Cette définition reflète l'impact que peut avoir l'environnement sur la santé des populations (et cela sans prendre en compte les comportements individuels de chacun). La santé des populations est impactée par des interactions complexes interconnectées entre les compartiments environnementaux en perpétuelles évolutions dans l'espace et le temps (Brousmiche et al., 2020b). Dès lors, des Inégalités Environnementales Sociales de Santé (IESS) peuvent exister au sein et entre des territoires. Ces IESS ne sont pas directement mesurables et leur évaluation nécessite des outils adaptés.

Les indices composites sont très utilisés pour évaluer et classer par exemple les zones géographiques ou les institutions en termes de performance environnementale, de durabilité ou d'autres concepts complexes qui ne sont pas directement mesurables (Becker et al., 2017). Les deux indices composites les plus connus sont le Produit Intérieur Brut (PIB) et l'Indice de Développement Humain (IDH). Depuis plusieurs années, les descriptions d'indices composites se multiplient dans la littérature. Les scientifiques, les pouvoirs publics et les agences d'évaluations, sont notamment à l'origine de ces outils. Aux vues des différentes approches méthodologiques et de l'évolution du nombre d'indices composites, l'OCDE a développé un manuel d'orientation à l'intention des évaluateurs (OECD et al., 2008). Ce manuel confirme l'intérêt de regrouper différentes variables qui mesurent les multiples facteurs d'un phénomène pour en donner une image complète. Cependant le manuel n'est pas spécifique à la santé environnementale et il n'y a pas de consensus scientifique quant à la méthodologie de construction d'indices composites. Différents travaux ont été publiés afin d'améliorer la construction des futurs indices, soit en se concentrant sur des aspects méthodologiques (Becker et al., 2017; Gan et al., 2017; Greco et al., 2018; Wiréhn et al., 2015) ou soit pour proposer des lignes directrices d'un cadre méthodologique permettant de tendre vers une plus grande transposabilité des indices (Brousmiche et al., 2020b; Flacke, 2015).

Le Laboratoire des Sciences Végétales et Fongiques a récemment publié les résultats d'un programme de recherche, nommé CISTERRES, développé sur les Hauts-de-France utilisant différents indices. Ceux-ci ont permis de mettre en évidence les inégalités environnementales et sociales de santé en fonction de la vulnérabilité et de la résilience du territoire.

La présente étude est une déclinaison de la méthodologie CISTERRES sur le territoire de la Communauté Urbaine de Dunkerque à une échelle spatiale plus précise qui est l'IRIS. L'objectif est de (i) faire un état de l'art des différents concepts des inégalités et indices composites en santé-environnement et de (ii) développer des indices composites à l'échelle des « Ilots Regroupés pour l'Information Statistique » (IRIS) du territoire de la CUD afin de mettre en exergue les inégalités environnementales et sociales de santé du territoire par une approche spatialisée de la résilience et de la vulnérabilité.



## II. Contexte territorial de l'analyse

### La phase d'industrialisation et la création de la Communauté Urbaine

Après la seconde guerre mondiale, la Communauté Urbaine de Dunkerque (CUD) a connu l'implantation de complexes sidérurgiques et la création du site industrialo-portuaire. Suite à cette industrialisation, de nombreux ouvriers de la région ont été attirés par l'offre d'emploi. Grande-Synthe, village où était implanté le siège de l'entreprise sidérurgique, devint vite une ville. Cependant les capacités de logements n'étant pas suffisantes, l'État a ainsi mis en place des Zones à Urbaniser en Priorité (ZUP) créant ainsi les villes de Grande-Synthe et Petite-Synthe.

En 1966, le parlement a ratifié un texte de loi créant les communautés urbaines, organismes soulageant les villes de certains pouvoirs mais en conservant les conseils municipaux de chaque ville. Le décret du 21 octobre 1968 porte donc la création de la CUD, avec la réunion de Cappelle-la-Grande, Coudekerque-Branche, Dunkerque, Fort-Mardyck, Grande-Synthe, Leffrinckoucke, Malo-les-Bains, Mardyck, Petite-Synthe, Rosendael, Saint-Pol-sur-Mer et Tétéghem. En 1969, d'autres communes rejoignent la CUD : Armbouts-Cappel, Bray-Dunes, Zuydcoote, Gravelines et Loon-Plage.

La CUD a créé en 1972 l'agence d'urbanisme de la région dunkerquoise, qui a obtenu la compétence des transports en commun cette même année. Plusieurs lycées sont créés ainsi que de nouveaux quartiers à l'est du territoire afin de rééquilibrer la balance démographique. Cette même année Craywick a intégré la CUD. Concernant le port, des voies express reliant Dunkerque et Grande-Synthe ainsi qu'une ouverture à l'international avec des relations entre de Royaume-Uni et la Belgique ont été construites. De plus, la CUD a diversifié les activités économiques portuaires en y développant la navigation de plaisance. Poursuivant son extension, Bourbourg a intégré la CUD en 1976.

C'est dans les années 80 que la centrale nucléaire de Gravelines et la plateforme pétrochimique ont été construites sur le territoire de la CUD. La commune de Grand-Fort-Philippe rejoint la CUD en 1983 suivie en 2012 et en 2014 par les communes de Spycker et Ghyvelde (Communauté Urbaine de Dunkerque, n.d.).

### La période post-industrielle et la crise économique

Le territoire sera, comme beaucoup, touché par la crise industrielle qui a débuté dès les années 80 avec le déclin de la sidérurgie et plus généralement la crise de l'industrie lourde européenne. Les restructurations des décennies 70 et 80 ont fortement touché le territoire. Celles-ci ont été d'autant plus nécessaires que les activités sur lesquelles s'est fondée sa croissance économique ont été remises en cause par l'évolution des rapports concurrentiels au niveau mondial : les centres névralgiques des industries lourdes et portuaires, sidérurgiques, pétrochimiques, énergétiques et de la construction navale se sont déplacés vers l'Est, essentiellement vers les pays asiatiques, le Japon, la Corée du Sud, l'Inde et plus récemment la Chine. La crise a engendré des licenciements provoquant un taux de chômage de 16,3 % en juin 1987. Dans ce contexte concurrentiel mondial, la politique industrielle a été marquée par une restructuration et la diversification du tissu productif (attractivité des investissements étrangers, investissements publics dans la formation, aides à la création d'entreprises) (Laperche et al., 2011). Le territoire doit encore faire face aux conséquences de cette crise économique et de la mutation de l'activité industrielle. Il doit aussi s'investir dans la gestion de ses friches héritées de la première industrie portuaire (Hellequin, 2017).

## Une reconversion sur une diversification des investissements

La communauté urbaine, déjà sensibilisée aux enjeux de développement durable dans les années 90, a développé des projets tel que le projet Nocturne, le 1<sup>er</sup> pôle énergétique européen avec la construction de centrales éoliennes, de la centrale DK6, DK'bus et le terminal gazier Norvège-Dunkerque. La CUD a ainsi reçu le prix européen des villes durables. De nos jours, elle base sa politique sur quatre axes (1) développement économique, (2) solidarité et cohésion sociale, (3) protection et valorisation de l'environnement, (4) gouvernance et participation des habitants (Communauté Urbaine de Dunkerque, n.d.). Malgré une politique allant dans le sens d'un développement durable, des inégalités environnementales, sociales, économiques, restent présentes sur le territoire et sont accompagnées d'une décroissance de la population. Toutes ces caractéristiques peuvent avoir un impact et générer des disparités en termes de santé pour la population sur le territoire.

## Un territoire qui peine à retrouver son attractivité

La décroissance régulière de la démographie depuis les années 2000 pose la question de l'attractivité du territoire dunkerquois (Tableau 1).

Tableau 1: Population, séries historiques depuis 1968 - Source Insee : données issues du RP2016

	1968(*)	1975(*)	1982	1990	1999	2006	2011	2016
Population	178 000	205 555	216 443	213 616	213 698	205 780	200 966	198 341
Densité moyenne (hab./km <sup>2</sup> )	593,6	685,4	721,7	712,3	712,6	686,2	670,1	661,4

La population a en effet diminué d'environ 525 hab./an (-0,3 %) sur les 5 dernières années or la CUD a un taux de natalité de 12,6 ‰ et un taux de mortalité de 9,1 ‰ (INSEE, 2020a). Ainsi, la variation de la population générale s'explique par un solde migratoire négatif. Au sein de la population, la tranche d'âge la plus représentée est celle des 45 – 59 ans, cependant la population reste équilibrée en termes d'âge.

Les situations socio-professionnelles des individus peuvent impliquer certaines vulnérabilités par exemple un agriculteur sera plus facilement exposé à des pesticides qu'un employé. Elles permettent aussi de définir, en partie, les caractéristiques économiques de la communauté. Ainsi, cinq catégories sociaux-professionnelles sont plus représentées (93,1 % de la population) au sein de la communauté urbaine de Dunkerque.

Tableau 2 : Population de 15 ans ou plus selon la catégorie socioprofessionnelle - Source Insee : données issues du RP2016

	2016	%	2011	%
Ensemble	161 970	100,0	162 517	100,0
Agriculteurs exploitants	192	0,1	249	0,2
Artisans, commerçants, chef d'entreprise	3 199	2,0	3 051	1,9
Cadres et professions intellectuelles supérieures	7 762	4,8	8 048	5,0
Profession intermédiaires	21 604	13,3	21 299	13,1
Employés	27 514	17,0	27 142	16,7
Ouvriers	24 631	15,2	26 990	16,6
Retraités	43 732	27,0	42 162	25,9
Autres personnes sans activités professionnelle	33 338	20,6	36,76	20,7

Les catégories socioprofessionnelles présentes sur la CUD sont donc :

- Les professions intermédiaires (13,3 %) ;

- Les employés (17 %) ;
- Les ouvriers (15,2 %) ;
- Les retraités (27 %) ;
- Autres personnes sans activité professionnelle (20,6 %).

A partir du tableau 2 ci-dessus, nous pouvons remarquer que 47,6 % de la population n'est pas active (retraités et autres personnes sans activité professionnelle). La part des actifs représente l'autre moitié avec une part non-négligeable de 13,3 % de professions intermédiaires, soit près de 21 000 personnes pouvant être en situation plus fragile.

Le tableau 3 ci-dessous nous permet de distinguer plusieurs différences. Ainsi, la majorité des ouvriers sont des hommes et la majorité des employés sont des femmes. Concernant les cadres, la part est plus élevée chez les hommes. Les retraités sont plus importants chez les femmes mais cela peut s'expliquer par une population de femmes plus âgées et plus nombreuses que les hommes. Enfin la part des personnes sans activité professionnelle est plus élevée chez les femmes et notamment chez les jeunes.

Tableau 3 : Population de 15 ans ou plus par sexe, âge et catégorie socioprofessionnelle en 2016 – Source INSEE, RP2016

	Hommes	Femmes	Part en % de la population âgée de		
			15 à 24 ans	25 à 54 ans	55 ans ou +
Ensemble	77 878	84 093	100,0	100,0	100,0
Agriculteurs exploitants	166	26	0,0	0,2	0,1
Cadres et professions intellectuelles supérieures	4 885	2 876	0,8	8,0	2,5
Professions intermédiaires	10 947	10 657	8,0	22,4	4,5
Employés	6 300	21 214	14,2	26,4	6,8
Ouvriers	20 539	4 091	12,3	25,1	4,5
Retraités	20 079	23 653	0,0	0,5	70,1
Autres personnes sans activité professionnelle	12 783	20 554	64,3	14,2	10,4

Ces informations démographiques, sociales et économiques nous permettent de comprendre que des différences territoriales se sont créées au sein de la CUD. Il est d'autant plus courant que les populations les plus vulnérables soient, à leur insu, plus susceptibles d'être exposées aux nuisances environnementales (Deguen et al., 2019).

#### Une industrie lourde qui marque son environnement

La CUD comporte une trentaine de sites industriels, appartenant à différents secteurs tels que la pétrochimie, l'incinération de déchets, la sidérurgie, les activités portuaires, pharmaceutiques, et 15 sites sont classés SEVESO. La population est exposée à de nombreuses émissions atmosphériques (particules en suspension, métaux, NO<sub>2</sub>, ...).

La CUD est très impliquée et active sur les thématiques de santé environnement. De ce fait, elle a été retenue lauréate pour « le grand plan d'investissement – Territoires d'innovation » sous le titre « Dunkerque, l'énergie créative ». Ce projet s'articule autour de cinq objectifs stratégiques :

- Améliorer la qualité de l'air ;
- Œuvrer en faveur de la transition énergétique ;
- Développer l'écologie industrielle et territoriale ;
- Favoriser la formation et le dialogue territorial ;
- Positionner l'habitant au cœur de cette transformation, pas seulement en tant que bénéficiaire principal, mais aussi en tant qu'acteur grâce à un dialogue territorial innovant où il trouvera toute sa place aux côtés des acteurs économiques, académiques et institutionnels.

L'objectif « Améliorer la qualité de l'air » a abouti à la création de l'observatoire santé environnement. Pour contribuer à l'évaluation de l'impact des polluants atmosphériques sur l'environnement, la Communauté Urbaine de Dunkerque en 2018 a notamment commandité une étude de biosurveillance au Laboratoire des Sciences Végétales et Fongiques la Faculté de Pharmacie de Lille. L'étude avait trois objectifs :

- Mettre en place et réaliser une cartographie de l'imprégnation de l'environnement par les ETM mesurée à l'aide des lichens, sur 60 points du territoire ;
- Comparer les concentrations mesurées en 2018 à celles mesurées sur le même territoire en 2009, afin d'identifier une évolution (positive ou négative) de l'imprégnation de l'environnement ;
- Identifier et caractériser des points noirs environnementaux à l'échelle de l'IRIS.

Cette dernière partie a permis de mettre en évidence des quartiers vulnérables avec la prise en compte de multiples facteurs (données démographiques, socio-économiques, environnementales). La déclinaison de la méthodologie développée dans le programme CISTERRES permettra de caractériser de manière plus exhaustive les Inégalités Environnementales et Sociales de Santé par l'intégration de facteurs en lien avec la santé, les services et la politique.

### III. État de l'art

#### A. Les inégalités environnementales et sociales de santé

##### 1. Le concept de justice environnementale

Le concept de justice environnementale est tout d'abord apparu dans les années 1970-1980 aux États-Unis suite aux mobilisations de populations défavorisées plus exposées à des risques environnementaux (pesticides, PCB, ...). La justice environnementale s'est ensuite développée dans ce contexte particulier. Selon Éloi Laurent, elle vise « à la fois les inégalités dans l'exposition aux risques environnementaux (pollutions, déchets, inondations) et la mise à l'écart des minorités raciales, en particulier des Afro-Américains, des Hispaniques et des Indiens, dans la conception et la mise en œuvre des politiques environnementales » (Laurent, 2009).

Quelques années plus tard, l'Environmental Protection Agency (EPA) a introduit la justice environnementale au sein de ses activités en la définissant ainsi : « la justice environnementale consiste en un traitement équitable et une implication significative de toutes les personnes, sans distinction de race, de couleur, d'origine nationale ou de revenu dans la définition, la mise en œuvre et l'application des lois, des réglementations et des politiques environnementales ». Par « traitement équitable », on entend qu'aucun groupe de personnes ne devrait supporter une part disproportionnée des conséquences environnementales négatives résultant de politiques ou d'opérations gouvernementales, industrielles et commerciales. Par « implication significative », on entend que les personnes ont la possibilité de participer aux décisions relatives aux activités susceptibles d'affecter leur environnement et/ou la santé, les contributions du public peuvent influencer sur les décisions réglementaires, les préoccupations des personnes sont prises en considération dans le processus de prise de décision, les décideurs recherchent et facilitent la participation de toutes celles qui pourraient être affectées (Crosemarie, 2015).

Le concept s'est par la suite diffusé dans le monde anglo-saxon par le biais de référence à la justice environnementale dans des rapports officiels ou encore par l'intégration du concept dans des stratégies de développement durable. Cependant, il existe des différences par rapport au concept américain de justice environnementale, notamment par rapport à la question ethnique qui n'est pas autant considérée et aux notions de vulnérabilité environnementale et d'impacts cumulatifs qui sont mis en avant dans l'interprétation européenne.

##### 2. Le concept d'Inégalités Environnementales et Sociales de Santé (IESS)

Les nouvelles notions « d'inégalités environnementales » et « d'inégalités écologiques », issues de la justice environnementale, sont apparues dans la littérature et utilisées sans distinction sémantique. Guillaume Faburel a défini les inégalités écologiques comme une approche « bien plus macro-spatiale, donc macro-économique et macro-sociale, particulièrement centrée sur les relations entre le Nord et le Sud ». L'inégalité écologique regrouperait, selon cet auteur, le développement économique, le réchauffement climatique, les catastrophes naturelles et les modes de vie sur les populations pauvres et les sociétés. Les inégalités environnementales rendraient compte d'une réflexion et d'une évolution française centrées sur les territoires. Ni vraiment infranationale, ni micro-locale ou macro-spatiale,

« elle développe une entrée d’abord méso-spatiale : agglomérations, espaces régionaux... » (Faburel, 2012).

Afin de caractériser la vulnérabilité d’un territoire de façon la plus fine, il est nécessaire de considérer l’ensemble des déterminants de santé, c’est-à-dire d’intégrer conjointement, les inégalités environnementales, les inégalités sociales et les inégalités de santé. Lors de travaux au sein du LSVF visant à proposer un indice de résilience en santé environnement, (Frank, 2017) a proposé un schéma représentant l’articulation entre ces concepts d’inégalités (Figure 1).

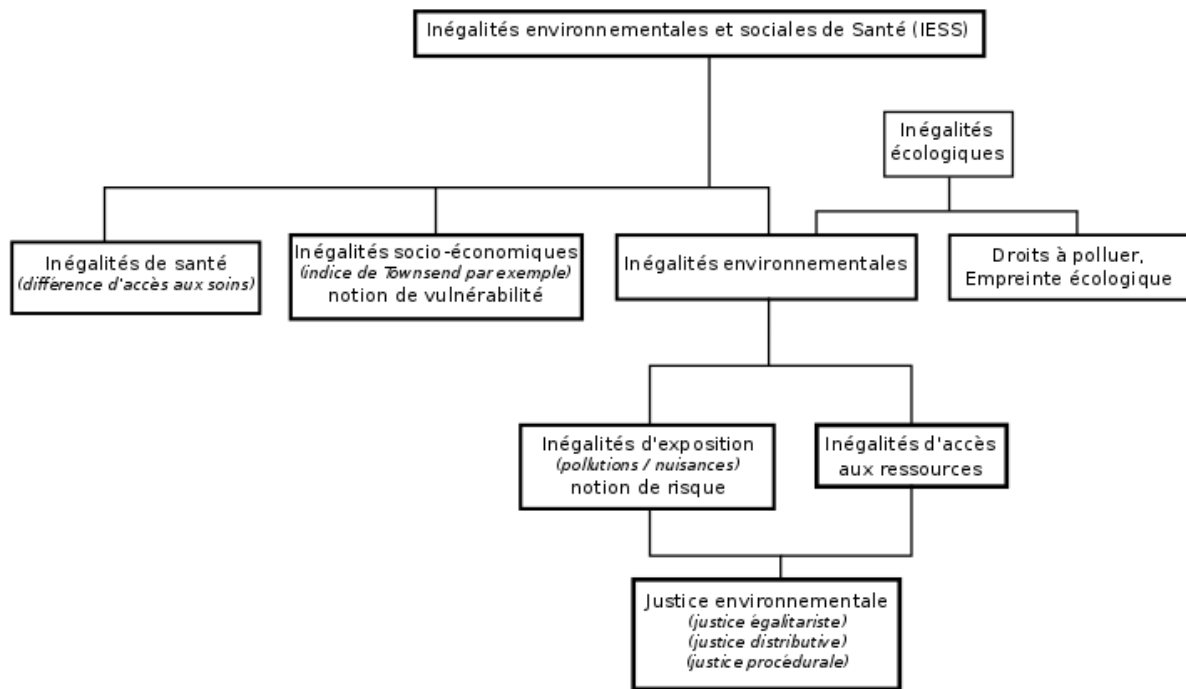


Figure 1 : Schéma de l’articulation des notions pour les inégalités environnementales et sociales de santé - Source : (Frank, 2017)

Les inégalités environnementales et sociales de santé ont émané de l’évolution de plusieurs concepts dans le temps. Ce concept a été intégré dans plusieurs plan national tel que le PNSE (Plan National de Santé Environnement), décliné en PRSE (Plan Régional de Santé Environnement) dont les objectifs étaient notamment la détection et la réduction des points noirs environnementaux. L’élaboration d’un Plan National Santé Environnement (PNSE), sa déclinaison en régions et sa mise à jour tous les cinq ans ont été inscrites dans le code de la santé publique ([article L. 1311-6 du code de la santé publique](#)) (Ministère des Solidarités et de la Santé, 2020). Le projet CISTERRES a, pour rappel, l’objectif d’optimiser la caractérisation des IESS. De ce fait, l’analyse de la résilience en plus de la vulnérabilité permet une caractérisation plus exhaustive des IESS d’un territoire. Le concept de résilience est encore récent en santé-environnement et encore peu utilisé dans les études scientifiques ou politiques.

## B. La résilience en santé environnement

Au sens étymologique, la notion de résilience viendrait de « *resilio et resilire* », qui signifierait « bondir » et « rebondir ». Elle est utilisée dans de nombreuses disciplines pouvant être définie de diverses façons, ce qui peut amener à des confusions lors de l’interprétation. De ce fait, il est important de bien définir la notion de résilience ainsi que le cadre dans lequel nous l’utilisons. Dans un premier temps, la notion de résilience a été définie dans la science des matériaux comme sa capacité à résister.

C'est ensuite l'écologie qui a introduit la notion de résilience suite aux travaux de Holling (1973). Il définit alors la résilience comme « la mesure de la persistance d'un système et ses capacités à absorber les perturbations et à maintenir les mêmes relations entre les populations ou les différents états du système » (Holling, 1973). La science sociale fera évoluer le terme de résilience et affranchira le terme des principes de retour à l'équilibre. Lhomme et al. (2010) ont alors défini l'ensemble des notions associées aux disciplines pour en proposer une image synthétique (Lhomme et al., 2010).

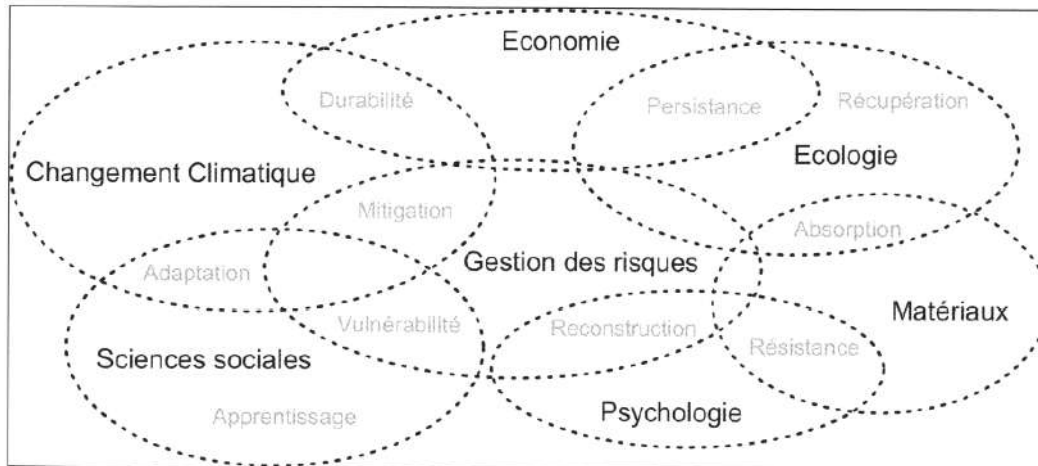


Figure 2 : Résilience et notions associées dans différentes disciplines – Source : Lhomme et al (2010)

La résilience ne doit pas être comprise comme l'inverse de la vulnérabilité, ces deux concepts sont complémentaires dans la mesure des inégalités de santé et sont interprétés conjointement. De ce fait, toute action de réduction de vulnérabilité (expositions environnementales, aides publiques...) ne sera pas une action de résilience mais bien une volonté de réduire la vulnérabilité du territoire. A l'inverse toute action de résilience (équipements de santé, équipements d'éducation...) sera considérée comme une volonté de rendre le territoire résilient et non pas de diminuer sa vulnérabilité.

Franck Lucas, au sein du projet CISTERRES, a réalisé une étude quant à l'application théorique et pratique du concept de résilience en santé-environnement. L'OMS donne un sens large de la santé, la science de la santé environnement comme la définition l'indique recouvre la santé par une approche multidisciplinaire et renvoie à définir la résilience dans un cadre conceptuel large. Suite à toutes les réflexions engagées pour définir la résilience des territoires en santé environnement, il propose la définition suivante : la résilience des territoires en santé-environnement définit la capacité des territoires à gérer les inégalités environnementales et sociales de santé (Frank, 2017).

### C. Les indices composites en santé environnement

Les indices composites en santé environnement ont été conçus dans l'intention de mettre en avant les disparités de santé qui sont non mesurables directement, ces indices n'intégrant pas nécessairement ces deux aspects de résilience et de vulnérabilité. De plus, ils n'ont pas toujours pris en compte les différentes dimensions que peuvent intégrer les inégalités environnementales et sociales de santé à l'échelle du territoire.

## 1. L'évolution des indices de la littérature dans le temps et leur conception

Les premiers indices reconnus n'ont pas toujours intégré plusieurs dimensions. Par exemple, deux indices socio-économiques ont permis de mesurer la défaveur des populations sur un territoire :

L'*indice de Townsend* est l'indicateur socio-économique le plus utilisé à l'échelle mondiale. Il intègre quatre notions : la proportion de chômeurs dans la population active (V1), la proportion de résidences principales occupées par plus d'une personne par pièce (V2), la proportion de résidences principales dont le ménage occupant n'est pas propriétaire (V3) et la proportion de ménages sans voiture (V4).

$$I = \frac{\{\log(V1 + 1) - \text{moyenne}[\log(V1 + 1)]\}}{\text{écart - type}[\log(V1 + 1)]} + \frac{\{\log(V2 + 1) - \text{moyenne}[\log(V2 + 1)]\}}{\text{écart - type}[\log(V2 + 1)]} + \frac{\{V3 - \text{moyenne}(V3)\}}{\text{écart - type}(V3)} + \frac{\{V4 - \text{moyenne}(V4)\}}{\text{écart - type}(V4)}$$

Figure 3 : Indice de Townsend - mode de calcul

Le *French Ecological Deprivation Index (EDI)* a été développé par Pornet et al. (2012). Basé sur une enquête européenne spécifiquement dédiée à l'étude de la défaveur, il présente l'avantage de refléter l'expérience individuelle de défaveur et d'être transposable à différents territoires au sein de l'Europe (SIGLES, n.d.). Le score de cet indice est calculé selon la formule suivante :

Score = 0,11 x "Surpeuplement" + 0,34 x "Pas d'accès au chauffage central ou électrique" + 0,55 x "Non propriétaires" + 0,47 x "Chômage" + 0,23 x "Nationalité étrangère" + 0,52 x "Pas d'accès à une voiture" + 0,37 x "Ouvriers non qualifiés-ouvriers agricoles" + 0,45 x "Ménages avec au moins 6 personnes" + 0,19 x "Faible niveau d'étude" + 0,41 x "Familles monoparentales" (Pornet et al., 2012).

Ces deux indices socio-économiques, bien qu'ils soient reconnus mondialement, n'ont pas pour objectif de considérer l'ensemble des dimensions des IESS. De plus, le cadre conceptuel de ses indices intègre uniquement la vulnérabilité des territoires. Parallèlement, d'autres auteurs ont proposé des indices composites intégrant la notion de résilience encore peu prise en compte à l'époque.

Le *Resilience Index New Zealand (RINZ)* intègre l'idée de résilience et utilise une échelle de quartier qui permet une caractérisation plus fine. Dans une première étape les auteurs ont identifié des zones de santé afin de créer un indice de résilience Nouvelle-Zélande (RINZ) qui quantifie les niveaux de résilience pour chaque quartier. Ensuite, ils ont utilisé le RINZ pour examiner les relations avec les caractéristiques du quartier des environnements bâtis, physiques et sociaux (Pearson et al., 2013). Le RINZ s'est voulu plus exhaustif dans la caractérisation des territoires. Cependant il n'intègre pas l'ensemble des dimensions qui peuvent agir sur la santé des populations (Figure 4).



Neighbourhood characteristics			Mean	Median	Sd	Min	Max	Data source	Year
<b>Built</b>	<i>Healthcare</i>	GP distance	10	3	23	1	278	Ministry of Health	2011
		Pharmacy distance	12	3	27	1	278	Ministry of Health	2003
		Plunket distance	18	6	37	0	290	White pages, internet	2004
		Accident & emergency distance	27	14	47	1	280	Ministry of Health	2003
		Ambulance distance	27	12	36	1	174	Ministry of Health	2002
		Fire station distance	20	7	32	1	175	Ministry of Health	2002
	<i>Healthy living infrastructure</i>	Park distance	4	1	17	0	362	Department of conservation	2004
		Beaches distance	23	17	19	1	198	Land information New Zealand	2005
		Sports/Leisure facility distance	15	6	31	0	278	ACC Pool Safe	2005
		Supermarket distance	12	4	27	0	246	TLA, websites	2004
		Dairy, fruit/vegetables & service station distance	8	2	20	0	245	TLA, websites	2004
	<i>Unhealthy living infrastructure</i>	Gambling outlet distance	2	1	5	0	61	Department of Internal Affairs	2003
		Off licence alcohol outlet distance	2	1	4	0	47	Liquor Advisory Council	2005
		On licence alcohol outlet distance	2	1	4	0	44	Liquor Advisory Council	2005
	<i>Education</i>	Kindy/daycare/play centre distance	9	2	23	0	247	Ministry of Education	2004
		Primary school distance	6	2	16	1	223	Ministry of Education	2002
		Intermediate school distance	6	2	16	1	223	Ministry of Education	2002
		Secondary school distance	13	5	28	1	274	Ministry of Education	2002
		PM <sub>10</sub> annual average	9	11	7	2	33	Kingham et al.	2008
<b>Physical</b>	<i>Water Quality</i>	% TLA pop with drinking water compliance - bacteria	76	87	26	0	100	Ministry for the Environment	2007
		% TLA pop with drinking water compliance - protozoa	46	48	40	0	100	Ministry for the Environment	2007
<b>Social</b>	<i>Overall</i>	Environmental deprivation index	0	0	0	-2	2	Pearce et al.	2011
		Marae distance	16	8	29	0	223	Takoa directory	2005
	<i>Culture</i>	% Volunteerism	11	11	3	0	32	Statistics NZ	2006
		% Childcare service	33	34	5	1	69	Statistics NZ	2006
		% Any unpaid service	29	29	5	1	78	Statistics NZ	2006
	<i>Rurality</i>	Urban-rural status	2	1	2	1	7	Statistics NZ	2006
		Population density, per km <sup>2</sup>	1164	703	1253	0,04	8136	Statistics NZ	2006
	<i>Cohesion</i>	Social fragmentation index	5	5	3	1	10	Ivory et al.	2011
		% lived in area 30+ years	5	4	3	0	15	Statistics NZ	2006
		% TLA pop lost or gained (1996-2006)	9	7	13	-19	61	Statistics NZ	2006

NOTE: All distances in kilometres; TLA = Territorial Land Authority; Urban-rural status (1 = most urban, 7 = most remote); Social fragmentation index (10 = high, 1 = low); Environmental deprivation index (2 = high, -2 = low).

Figure 4 : Caractéristiques des quartiers pour le RINZ – Source : Pearson et al. (2013)

Estoque et Murayama (2014) font partie des seuls auteurs ayant proposé un indice qui mesure le statut socio-écologique en fonction de la vulnérabilité et la résilience d'un territoire. Ils proposent le *Social-Ecological Status Index* (SESI) pour évaluer le statut socio-écologique en fonction de la résilience et de la pression socio-écologique (vulnérabilité). Ces auteurs font la distinction entre la résilience et la vulnérabilité avec deux sous-indices, un sous-indice *Social-Ecological Resilience* (RSE) défini par les dimensions Social, Écologique et de gouvernance. Puis un sous-indice, le *Social Ecological Pressure* (PSE) qui est défini par les dimensions de pression environnementale, exposition au danger et la sensibilité au danger. Pour vérifier la robustesse de leur indice, les auteurs réalisent un test de corrélation avec trois autres indices, bien que deux des trois indices soient utilisés pour créer le Social-Ecological Status Index (Estoque and Murayama, 2014).

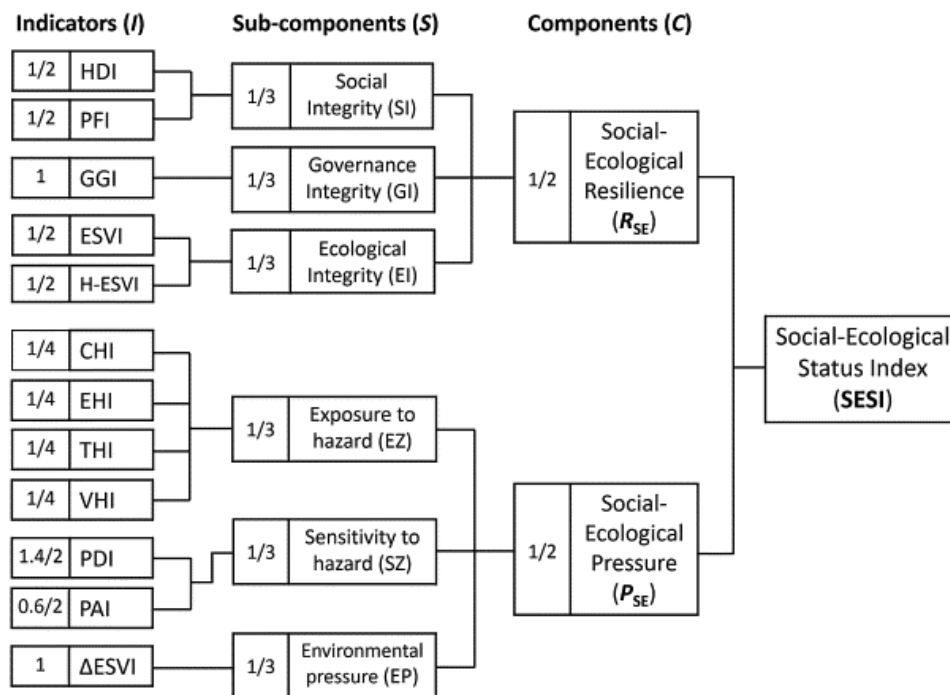


Figure 5 : Cadre méthodologique et dimensions du SESI - Source : Estoque et Murayama (2014)

Malgré un cadre flou, les auteurs ont une approche holistique des déterminants de santé et les ont agrégés dans six dimensions en intégrant les notions de vulnérabilité et de résilience. L'évolution des indices nous montre que la littérature se veut de plus en plus précise. Le projet CISTERRES a permis de proposer une méthodologie de développement d'indices spatialisés de vulnérabilité et de résilience visant à approfondir la caractérisation des IESS.

## 2. Les indices composites développés au sein du LSVF

Le laboratoire a développé lors d'une première étude publiée en 2019 un indice de vulnérabilité sur les territoires de la Métropole Européenne Lilloise (MEL) et de la Communauté Urbaine de Dunkerque. *Le Cumulative Impact Screening* (CIS) est un indice de vulnérabilité construit à partir d'une méthodologie globale de justice environnementale permet aux gestionnaires territoriaux et décideurs politiques de concentrer leurs efforts de manière plus stratégique dans les domaines présentant le niveau de vulnérabilité cumulé le plus élevé. L'indice est développé avec trois dimensions qui comprennent un score environnemental cumulatif, un score de défaveur socio-économique et un score de population sensible (Lanier et al., 2019).

Enfin le laboratoire a récemment publié des résultats sur la zone des Hauts-de-France à l'échelle de la commune. Cette étude a abouti à la création d'un indice de vulnérabilité et d'un indice de résilience pour les 3817 communes de la région des Hauts-de-France, ces deux indices étant par la suite interprétés conjointement (Brousmiche et al., 2020a).

## IV. Matériel et méthode

Le développement des indices composites spatialisés sur le territoire de la CUD s'appuie sur le cadre méthodologique du programme CISTERRES, précédemment utilisé pour le calcul d'indices de résilience et de vulnérabilité à l'échelle des communes de la région des Hauts de France. Ce cadre méthodologique est illustré à la Figure 6 et comprend cinq étapes :

- La collecte et l'analyse de données ;
- Le calcul des indices de résilience et de vulnérabilité ;
- L'évaluation de la distribution spatiale des indices de résilience et de vulnérabilité ;
- La discrétisation des indices composites
- L'analyse conjointe de ces deux indices et la catégorisation des IRIS (n = 93) en différentes typologie.

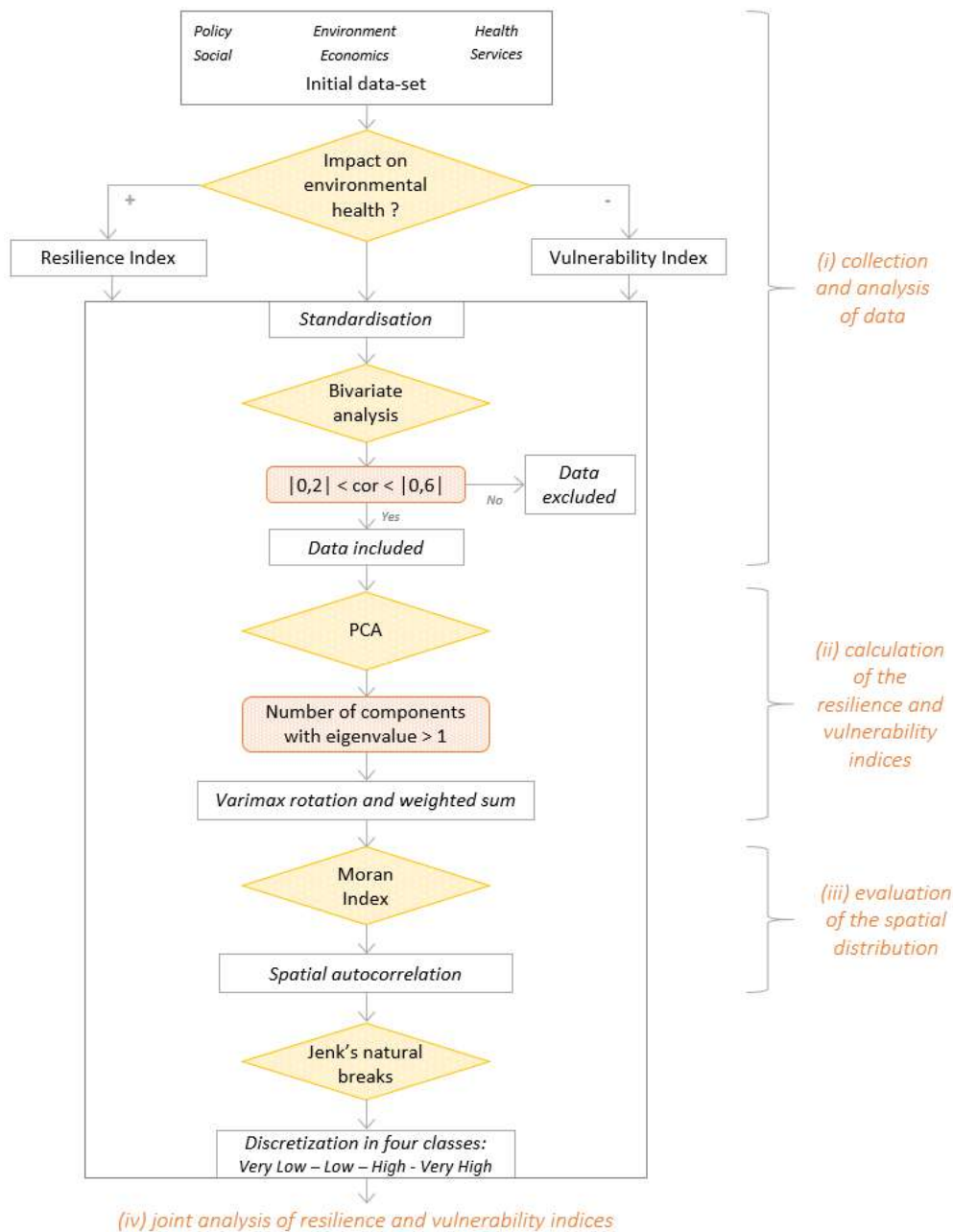


Figure 6 : Logigramme présentant la méthodologie de développement d'indices composites de résilience et de vulnérabilité - Source : Brousmiche et al. (2020a)

## A. Collecte et analyse de données

### 1. Zone d'étude et résolution spatiale

Les indices composites sont développés à l'échelle de l'îlot Regroupé pour l'Information Statistique (IRIS) qui est « la brique élémentaire » en matière d'information statistique et de diffusion de données infra-communales. C'est l'unité administrative fondamentale la plus utilisée pour la diffusion des données infra-communales (INSEE, 2016) qui comprend 2 000 habitants (après découpage du territoire). Sont découpées en IRIS les communes d'au moins 10 000 habitants ainsi qu'une forte proportion de celles ayant de 5 000 à 10 000 habitants. Au sein du territoire de la CUD, on dénombre 93 IRIS répartis sur les 17 communes (Figure 7).

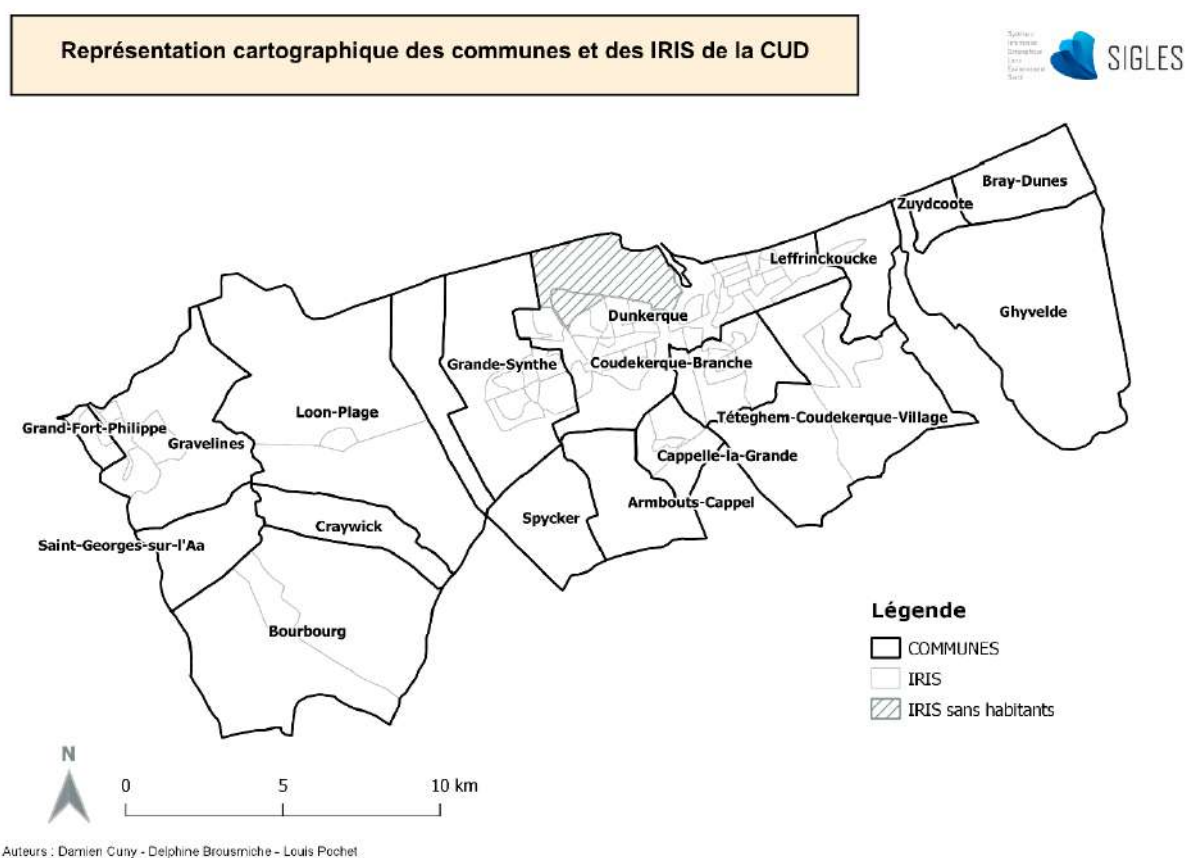


Figure 7 : Carte de représentation géographique des 93 IRIS de la CUD

### 2. L'accessibilité et utilisation des données

L'indice composite applique une approche exhaustive de caractérisation des IESS et amène à considérer l'intégralité des dimensions du territoire. Les données socio-économiques, de santé, environnementales, politiques et de services sont diverses et ne sont pas générées par les mêmes organismes.

La compilation des données a été réalisée à l'aide un Système d'Information Géographique (SIG), qui permet d'organiser et de présenter des données spatialement référencées, et de produire des plans et des cartes. Ses usages couvrent les activités géomatiques de traitement et diffusion de l'information

géographique. Le logiciel utilisé pour générer les cartes à partir des données discriminantes d'inégalités de santé est QGIS Desktop version 3.10.5 with GRASS 7.8.2.

### 3. La gestion des données géographiques manquantes

La complétude de la base de données permet de pouvoir proposer un indice composite pour chaque IRIS compris dans le périmètre de la CUD. L'IRIS étant la plus petite échelle de diffusion des données, certaines données peuvent ne pas être disponibles, soit parce qu'elles n'existent pas, soit en raison des règles du secret statistique. Ce second cas concerne notamment les données de l'INSEE, issues des enquêtes réalisées auprès des ménages. Ces enquêtes donnent naissance à des fichiers de données individuelles, ceux-ci étant construits de telle sorte à éviter la présence de renseignement individuel (INSEE, 2020b). L'utilisation des données personnelles est encadrée par le règlement (UE) 2016/679 du Parlement Européen et du Conseil du 27 avril 2016, relatif à la protection des personnes physiques à l'égard du traitement des données à caractère personnel et à la libre circulation de ces données. La notion de « données personnelles » est à comprendre de façon très large. Une « donnée personnelle » est « toute information se rapportant à une personne physique identifiée ou identifiable ». Une personne peut ainsi être identifiée directement (exemple : nom, prénom) ou indirectement (exemple : par un identifiant (n° client), un numéro (de téléphone), une donnée biométrique, plusieurs éléments spécifiques propres à son identité physique, physiologique, génétique, psychique, économique, culturelle ou sociale, mais aussi la voix ou l'image) (CNIL, n.d.).

La gestion des données manquantes a été réalisée selon plusieurs méthodes, en fonction du profil des données manquantes :

- La médiane des IRIS ayant une frontière commune à l'IRIS pour lequel la donnée est manquante lui est attribuée ;
- Des méthodes de désagrégation :
  - Simple : la valeur de l'échelle supérieure (*i.e.* la commune) est attribuée aux IRIS de la commune. La Figure 8 illustre cette méthode : pour la variable X, les données pour les trois IRIS de Loon-Plage sont manquantes. La valeur pour la variable X à l'échelle de la commune étant disponible, celle-ci est attribuée aux trois IRIS de Loon-Plage. Cette méthode peut s'appliquer lorsque cela n'entraîne pas de problème de surestimation à l'échelle de la commune ;
  - Individualisée : cette méthode s'applique lorsque la précédente méthode peut entraîner une surestimation pour l'échelle supérieure (par exemple : un dénombrement). Dans ce cas, la valeur pour la variable X de la commune est alors divisée par le nombre d'IRIS que comporte la commune.

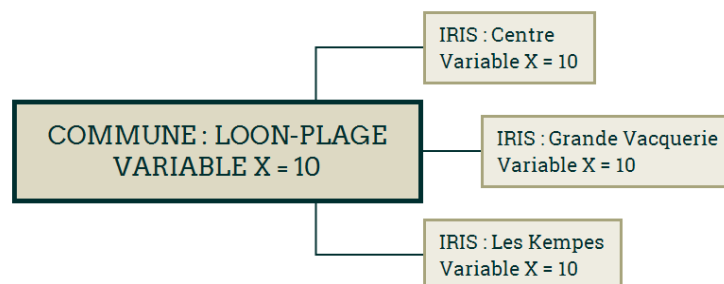


Figure 8 : Méthode de désagrégation (simple), exemple de Loon-Plage pour une variable X (réalisation personnelle)

#### 4. Les dimensions et leurs variables

La notion de « variable » se rapporte à un phénomène observable auquel on peut attribuer différentes valeurs. Une variable est un élément de base, qui apporte un point de compréhension d'une dimension. Chaque variable est constituée de « données », qui sont les valeurs quantitatives ou qualitatives attribuées à chaque individu statistique étudié (à chaque IRIS par exemple). La notion de « dimension » est définie dans ce cadre comme une composante spécifique des déterminants des IESS, ayant un périmètre large et dont la caractérisation est multicritère. Plusieurs variables peuvent être nécessaires pour parfaire la caractérisation d'une dimension.

##### Dimension « Services »

Pour la dimension « Services » qui comporte 13 variables, les sous-dimensions caractérisées au sein du set de données sont la mobilité, l'accès aux besoins de base ainsi que l'accès à la propriété et caractéristiques du logement (Tableau 4). Les services ont un rôle important sur la qualité de vie des populations, ils sont couramment utilisés dans les indices de qualité de vie ou de bien-être (Osberg and Sharpe, 2002).

Tableau 4 : Part et source(s) des variables dans la dimension « Services »

	Sous-dimensions			
	Mobilité	Accès aux besoins de base	Accès à la propriété	Caractéristiques du logement
<b>Nombre de variables</b>	2	1	4	6
<b>Part de variables dans la dimension (%)</b>	15,4	7,7	30,8	46,2
<b>Source(s) des variables</b>	INSEE, Géoservices, Open data CUD, IGN	CUD	INSEE	INSEE

##### Dimension « Économie »

La dimension « Économie » comprend huit variables qui forment les sous-dimensions de l'employabilité, la diversité et le dynamisme économique ainsi que les revenus des individus (Tableau 5). Cette dimension est couramment utilisée dans les indices de résilience, de vulnérabilité ou de développement durable.

Tableau 5 : Part et source(s) des variables dans la dimension « Economie »

	Sous-dimensions		
	Employabilité	Diversité et dynamisme économique	Revenus
<b>Nombre de variables</b>	4	3	1
<b>Part de variables dans la dimension (%)</b>	50,0	37,5	12,5
<b>Source(s) des variables</b>	INSEE	INSEE	INSEE

### Dimension « Environnement »

La dimension « Environnement » intègre 12 variables dans notre set de données et se caractérise par les sous-dimensions qui sont les pressions anthropiques, les ressources naturelles, la biodiversité, les risques environnementaux et la qualité de l'air. Cette dimension prend en compte des interactions que nous pouvons avoir avec les aménités environnementales et les facteurs environnementaux de vulnérabilité qui ont fait l'objet de nombreuses études dans la littérature de par les services écosystémiques, la pollution atmosphérique, l'accessibilité aux espaces verts ou plus généralement aux effets bénéfiques (Cohen et al., 2014).

Tableau 6 : Part et source(s) des variables dans la dimension « Environnement »

	Sous-dimensions				
	Pressions anthropiques	Ressources naturelles	Biodiversité	Risques environnementaux	Qualité de l'air
<b>Nombre de variables</b>	2	2	1	1	6
<b>Part de variables dans la dimension (%)</b>	16,6	16,6	8,3	8,3	50
<b>Source(s) des variables</b>	<i>Open Data</i> CUD, INSEE	<i>Open Data</i> CUD, INSEE	CLC2018, INSEE	Data.gouv.fr	LSVF, ATMO HDF

### Dimension « Politique »

La dimension « Politique » comporte trois variables relevant de la sous-dimension anticipation (Tableau 7), c'est-à-dire les actions gérées par la CUD sur le territoire. Les données pour cette dimension ne sont que rarement déclinées à l'échelle de l'IRIS.

Tableau 7 : Part et source(s) des variables dans la dimension « Politique »

	Sous-dimension
	Anticipation
<b>Nombre de variables</b>	3
<b>Part de variables dans la dimension (%)</b>	100
<b>Source(s) des variables</b>	<i>Open data</i> CUD

### Dimension « Santé »

La dimension « Santé » constituée de six variables intègre le nombre de professionnels de santé, les établissements de santé ainsi que les temps moyens d'accessibilité aux offres de soins de base qui sont représentés par les deux sous-dimensions : établissements et professionnels de santé et accès aux offres de santé (Tableau 8).

Tableau 8 : Part et source(s) des variables dans la dimension « Santé »

	Sous-dimension	
	Établissements et professionnels de santé	Accès aux offres de santé
<b>Nombre de variables</b>	3	3
<b>Part de variables dans la dimension (%)</b>	50	50
<b>Source(s) des variables</b>	<i>Open Data</i> CUD, INSEE	<i>Open Data</i> CUD, INSEE

### Dimension « Social »

La dimension « Social » comporte 11 variables et vise à caractériser la population. On identifie au sein du set de données les sous-dimensions de l'intégration, les populations sensibles, le niveau d'éducation, les ressources sociales et l'urbanisation du territoire (Tableau 9). Ces variables doivent être prises en compte lors de l'étude du lien entre la santé et environnement en tant que variables liées à l'exposition environnementale et jouant un rôle important dans les inégalités de santé (Organisation mondiale de la santé and Bureau régional de l'Europe, 2013).

Tableau 9 : Part et source(s) des variables dans la dimension « Social »

	Sous-dimension				
	Intégration	Population sensible	Niveau d'éducation	Ressources sociales	Urbanisation
<b>Nombre de variables</b>	1	4	2	2	2
<b>Part de variables dans la dimension (%)</b>	9,1	36,4	18,2	18,2	18,2
<b>Source(s) des variables</b>	INSEE	INSEE	INSEE	INSEE, <i>Open data</i> CUD, CNAM	INSEE, <i>Open data</i> CUD

### Set final des données collectées et/ou collectées

La Figure 9 synthétise les différentes dimensions et sous-dimensions caractérisées par l'ensemble des données collectées et/ou calculées pour le territoire de la CUD.



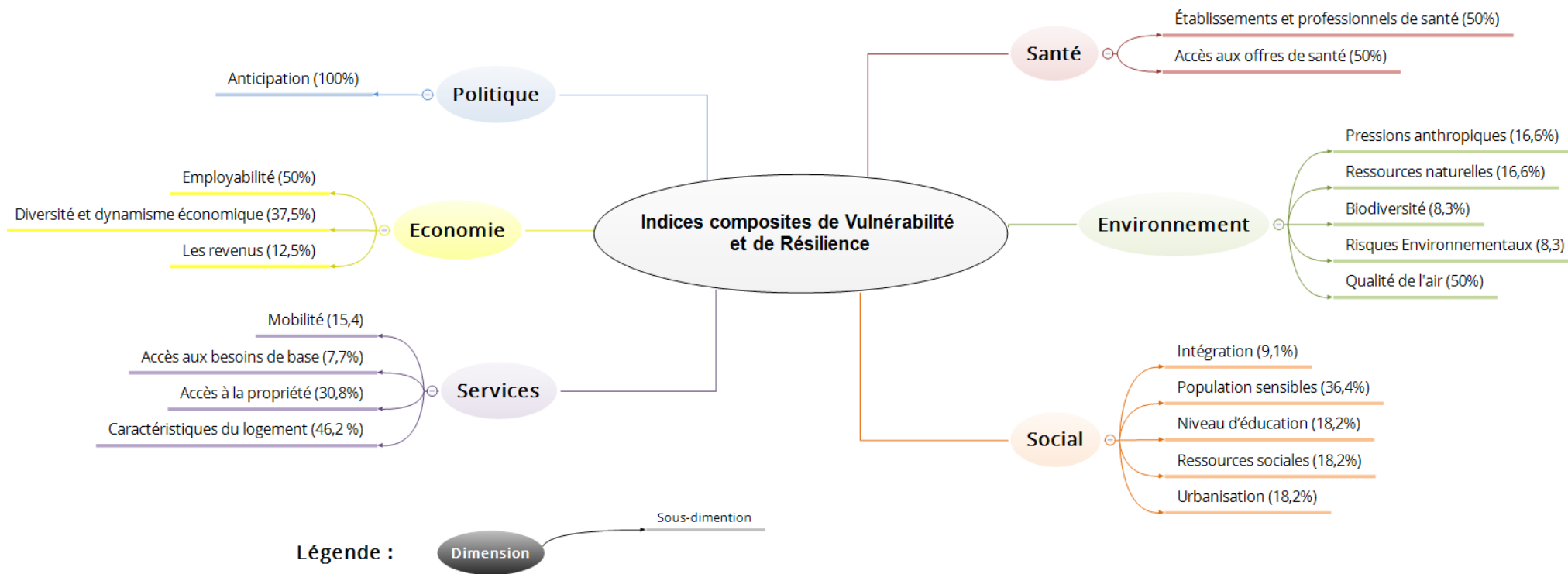


Figure 9 : Synthèse des dimensions et sous-dimensions caractérisées par les 53 variables collectées et/ou calculées

La Figure 10 illustre la distribution au sein des six dimensions des 53 variables (les métadonnées de ces variables sont disponibles en annexes de ce rapport, un tableau par dimension).

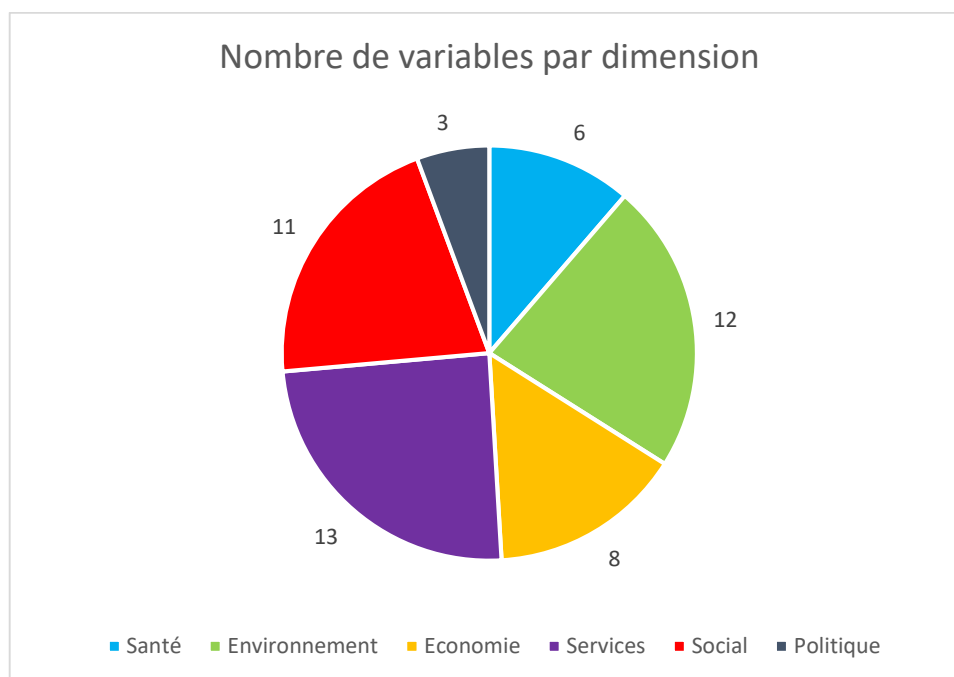


Figure 10 : Distribution au sein des six dimensions des 53 variables collectées pour le développement des indices de vulnérabilité et de résilience sur le territoire de la CUD

Le nombre de variables pour les dimensions « Santé » (6) et « Politique » (3) est moins important que pour les dimensions « Services » (13), « Social » (11) et « Environnement » (12).

## 5. La standardisation des variables

Les données peuvent différer sur de nombreux points comme, par exemple, leurs unités, leurs origines, leurs finalités ou encore leurs systèmes de référence. Une étape de normalisation est donc nécessaire pour les données comparables entre elles (Saib et al., 2015). Suite à une analyse critique des différentes méthodes de standardisation, la méthodologie du « z-score » (ou variable centrée réduite) qui convertit les données dans une unité commune avec une espérance nulle et un écart type de 1 a été retenue. Cette méthodologie est de plus recommandée avant d'utiliser l'Analyse en Composantes Principales (ACP) (Marzi et al., 2018). Elle présente de plus l'avantage d'être moins sensible aux valeurs extrêmes et ne change pas les structures de corrélation entre les variables. La formule de cette méthode est la suivante :

$$z_i = \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma}$$

Avec  $z_i$  correspondant à la variable centrée réduite de  $x_i$ ,  $\bar{x}$  correspond à la moyenne de la variable et  $\sigma$  à l'écart-type.

## 6. Analyse bi-variée

Afin d'obtenir la description la plus concise possible de la base de données initiale, les corrélations entre chacune des variables de la base de données sont étudiées afin d'obtenir (i) un set optimal de variables pour le développement des indices composites et (ii) le meilleur compromis pour construire

des indices composites riches en information et pas uniquement riche en indicateur. Une attention spéciale doit être portée pour éviter un effet miroir entre les indices de résilience et de vulnérabilité, la résilience n'étant pas le simple opposé de la vulnérabilité : un coefficient de corrélation sera calculé en préambule de l'analyse conjointe pour vérifier que les indices mesurent des phénomènes différents. Les variables seront sélectionnées si le coefficient de corrélation de Pearson appartient à la gamme  $[|0,2| ; |0,6|]$ . Dans le cas de variables fortement corrélées (*i.e.*  $cor > |0,6|$ ), certaines seront écartées selon une approche par jugement d'expert reposant principalement sur la structure globale des corrélations pour ces variables, la qualité des variables (taux de données manquantes par exemple), maintien de la diversité des dimensions et sous-dimension du set initial, l'information apportée par la variable. S'il existe un coefficient de corrélation élevé entre deux variables à affecter à des indices différents, les deux seront retenues pour les indices composites car elles apportent des informations différentes. Les variables avec un faible coefficient de corrélation (*i.e.*  $cor < |0,2|$ ) ne seront pas retenues pour le développement des indices. Bien qu'apportant des informations indépendantes, la méthodologie de l'ACP ne sera pas en mesure de les résumer de manière efficiente, et cela pourrait même contribuer à réduire la qualité globale du résultat. La figure 11 présente la structure globale des corrélations entre variables du set initial.

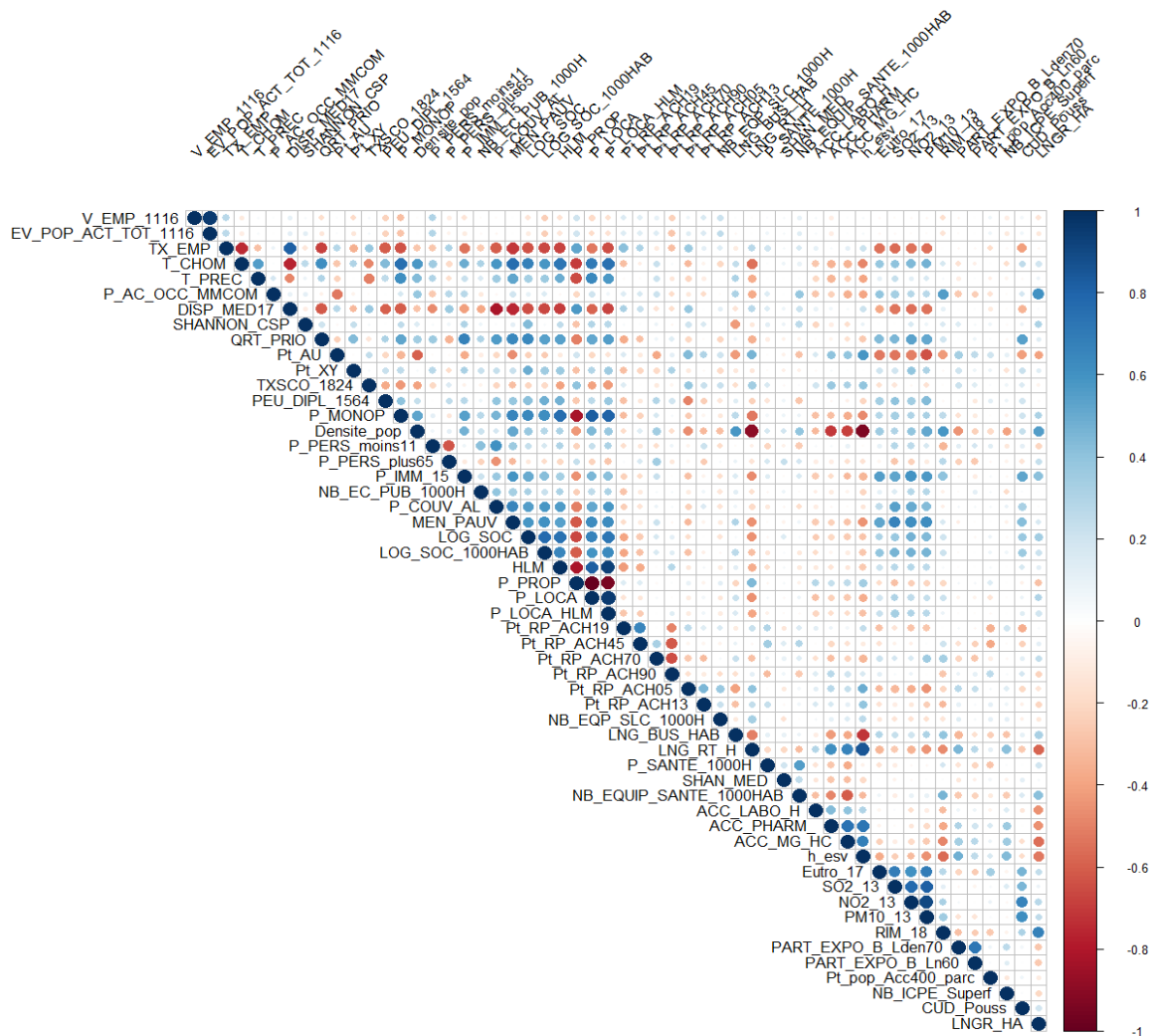


Figure 11 : Corrélogramme illustrant la structure des corrélations entre les variables. La couleur bleue correspond à une corrélation positive tandis que la couleur rouge reflète une corrélation négative. La taille du cercle est proportionnelle à la valeur du coefficient de corrélation

Cette première étape a permis d'écarter les variables trop peu corrélées ou inversement trop corrélées avant le calcul des indices composites spatialisés. C'est un set de **31 variables** qui sera donc utilisé après l'analyse des corrélations.

## B. Calcul des indices

### 1. Orientation des variables

Si une augmentation de la valeur de la variable peut être reliée à un effet positif sur la santé au sens large, la variable a été considérée comme appartenant à la résilience. Si l'augmentation de la valeur de la variable correspond à un effet négatif sur la santé au sens large, la variable a été considérée comme appartenant à la vulnérabilité.

Le nombre de variables sélectionnées pour composer l'indice de Résilience est de 15, celui-ci intégrant les six dimensions (Tableau 10).

Tableau 10 : Description des variables incluses dans l'Indice de Résilience

<b>Dimension</b>	<b>Variable incluse dans l'Indice de Résilience</b>
<b>Économie</b>	Évolution de la population active occupée de 15 à 64 ans
	Revenu médian par unité de consommation
	Indice de Shannon-Weaver de représentation des catégories socio-professionnelles
<b>Environnement</b>	Part de la population ayant une accessibilité à un parc dans un rayon de 400m
	Longueur des voies vertes et pistes cyclables par rapport à la superficie en ha de l'iris
<b>Politique</b>	Part des zones à urbaniser
	Part des zones urbanisées mixtes
<b>Santé</b>	Nombre de professionnels de santé pour 1000 habitants, toute spécialité confondue
	Indice de Shannon-Weaver pour les professions médicales et paramédicales
	Nombre équipements de santé pour 1000 habitants
<b>Services</b>	Part des résidences principales construites entre 2006 et 2013 en 2016
	Longueur des lignes de bus par habitant
	Nombre d'équipements de sports et cultures associatives pour 1000 habitants
<b>Social</b>	Taux de poursuite d'études des 18-24 ans
	Nombre d'écoles pour 1000 habitants

Pour l'Indice de Vulnérabilité, 16 variables ont été retenues et celles-ci couvrent cinq des six dimensions, la dimension politique n'étant pas représentée (Tableau 11).

Tableau 11 : Description des variables incluses dans l'Indice de Vulnérabilité

Dimension	Variable incluse dans l'Indice de Vulnérabilité
Économie	Taux de précarité parmi les 15-64 ans
Environnement	Ratio d'eutrophisation issu du projet CUD1 (campagne 2017)
	Ratio d'Imprégnation Moyen issu du projet CUD2 (campagne 2018), calculé à partir de 14 éléments : Al, As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Pd, Ti, V, Zn
	Part de la population exposée au bruit (Lden)
	Nombre d'ICPE en fonction de la superficie
	Concentration moyenne de poussières (microgrammes/gramme) pour l'année 2018
Santé	Temps moyen d'accessibilité aux laboratoires d'analyses médicales
	Temps moyen d'accessibilité aux médecins généralistes
Services	Part des locataires dans les résidences principales (dont HLM)
	Part des résidences principales construites avant 1919 en 2016
	Part des résidences principales construites entre 1946 et 1970 en 2016
	Part des résidences principales construites entre 1991 et 2005 en 2016
Social	Part des peu diplômés parmi les 15-64 ans
	Densité de population
	Part de la population de plus de 65 ans dans la population totale
	Part des immigrés dans la population totale

## 2. Pondération et agrégation

Une des méthodes de pondération régulièrement utilisée lors du développement d'indices composites repose sur l'analyse en composante principale (ACP), réalisée à partir du logiciel R-Studio. Cette méthode offre la possibilité de résumer l'information statistique en plusieurs axes factoriels. Le but de l'ACP est d'expliquer le plus de variance possible dans les données par combinaison linéaire des variables en un nombre réduit d'axes factoriels. Seuls les p-premiers composants principaux (PC) avec une valeur propre supérieure à 1 ont été conservés pour la construction de l'indice, et une rotation des axes factoriels est appliquée aux composants au moyen d'une rotation VARIMAX pour augmenter la lisibilité et faciliter l'interprétation des résultats. Cette méthode permet ainsi d'obtenir une structure de pondération aussi différente que possible pour chaque facteur, ce qui facilite l'interprétation des nouveaux axes factoriels. La formule est la suivante :

$$Index = \sum_{j=1}^p W_j * PC_j$$

Avec p correspondant au nombre de composantes principales retenues,  $w_j$  représentant la proportion de variance expliquée par la composante principale  $PC_j$  et  $PC_j$  représentant le score de l'IRIS pour cette composante.

Pour simplifier l'interprétation des indices, ceux-ci sont normalisés par la méthode du min-max qui permet d'obtenir des valeurs dans une plage de valeurs facilement compréhensible (*i.e.* [0 ; 1]). La formule est la suivante :

$$N_i = \frac{x_i - \min(x)}{\max(x) - \min(x)}$$

Avec  $N_i$  la valeur normalisée de l'indice de résilience ou de vulnérabilité,  $x_i$  correspondant à la valeur initiale d'indice de résilience ou de vulnérabilité,  $\min(x)$  et  $\max(x)$  correspondant respectivement aux valeurs minimales et valeurs maximales des indices de résilience ou de vulnérabilité.

## C. Analyse conjointe

Afin de pouvoir classer chaque IRIS au sein d'une des quatre typologies de territoire (« Résilient », « A suivre », « Possède des ressources », « Point noir territorial »), les indices de vulnérabilité et de résilience sont interprétés conjointement. Pour chaque indice, les quatre classes (« Très faible », « Faible », « Elevée », « Très élevée ») sont regroupées en deux (Très faible/Faible, Elevée/Très Elevée) ce qui permet de déterminer les profils de territoire (Figure 12).

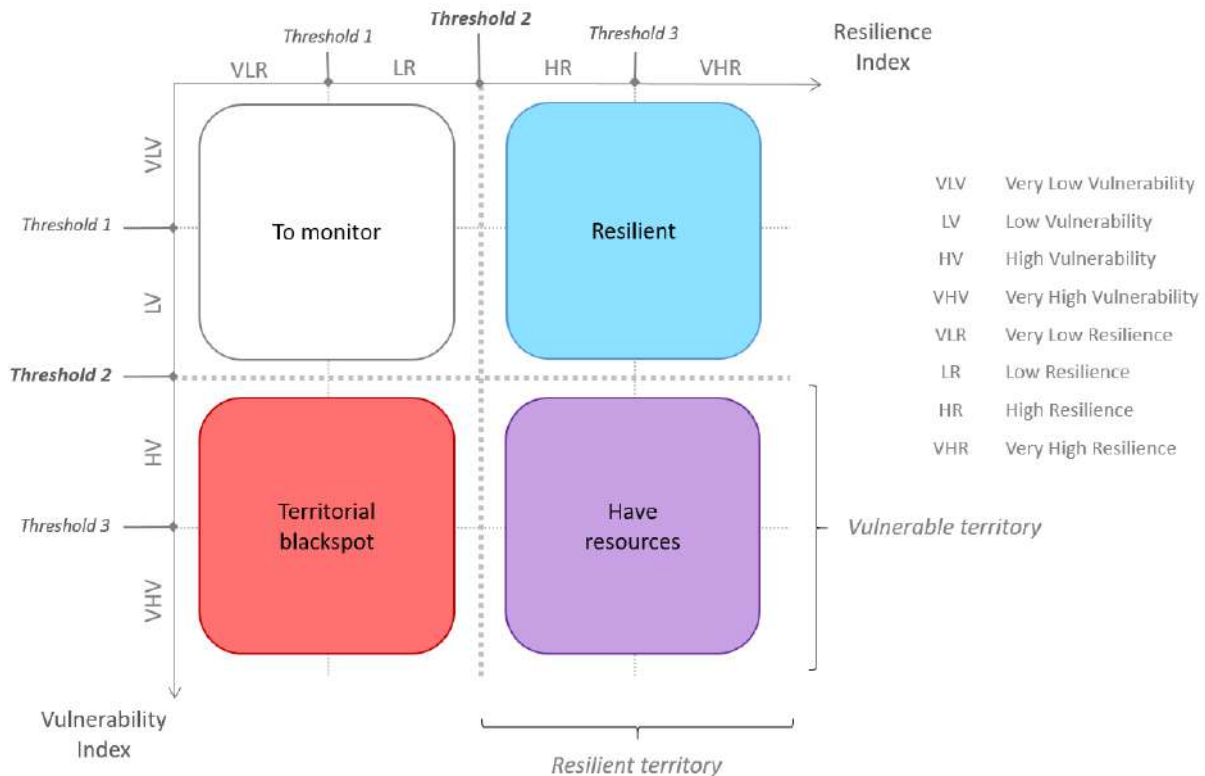


Figure 12 : Mode d'analyse conjointe des indices de résilience et de vulnérabilité. D'après Brousmiche et al. (2020a)

En ce qui concerne les territoires vulnérables (Vulnérabilité Elevée/Très Elevée), deux profils selon le niveau de résilience peuvent être distingués :

- Les points noirs territoriaux, qui ne possèdent pas de ressources suffisantes (Résilience Très faible/Faible) ;
- Les territoires qui possèdent des ressources pouvant être mises en œuvre pour pallier les sources de vulnérabilité.

Une vigilance doit être apportée aux territoires appartenant au profil « A surveiller » au regard de leur Très faible/Faible Résilience.

## D. Analyse globale et caractérisation détaillée des IRIS

### 1. Analyse globale des typologies de territoire

Cette étape est réalisée afin d'identifier les forces et/ou les faiblesses communes de chacun des IRIS appartenant aux différentes typologies :

- Identification des faiblesses communes des IRIS classés « Point noir territorial » ;

- Identification des forces et faiblesses communes des IRIS classés « Possède des ressources » ;
- Identification des forces et faiblesses communes des IRIS classés « A surveiller » ;
- Identification des forces communes des IRIS classés « Résilient ».

Une « force » est représentée par une valeur de résilience élevée et/ou de vulnérabilité limitée, une « faiblesse » par une valeur de résilience limitée et/ou une valeur de vulnérabilité élevée. Les 31 variables ont été discrétisées en cinq classes, en fonction de leur distribution :

- Q1 : la valeur de la variable est comprise entre le minimum et le premier quintile ;
- Q2 : la valeur de la variable est comprise entre le premier et le deuxième quintile ;
- Q3 : la valeur de la variable est comprise entre le deuxième et le troisième quintile ;
- Q4 : la valeur de la variable est comprise entre le troisième et le quatrième quintile ;
- Q5 : la valeur de la variable est comprise entre le quatrième quintile et le maximum.

Les valeurs « extrêmes » de chaque IRIS sont alors identifiées et entraînent l'attribution de points si :

- Pour une variable de résilience, la valeur de la variable pour l'IRIS appartient à Q1 ou Q2 ;
- Pour une variable de vulnérabilité, la valeur de la variable pour l'IRIS appartient à Q4 ou Q5.

Pour illustrer cette étape, le Tableau 12 présente l'identification d'une faiblesse en lien avec une variable classée en résilience pour deux IRIS (évolution de la population active occupée de 15 à 64 ans, « V\_EMP\_1116 »).

Tableau 12 : Exemple d'identification des forces d'une typologie

COM	LIBCOM	Code IRIS	LIBIRIS	V_EMP_1116 (%)	Quintile	Point à attribuer
59131	Cappelle-la-Grande	591310102	Sud	-0,269	4	0
59155	Coudekerque-Branche	591550501	Steendam	-16,139	1	1

En fonction de la distribution de la variable « V\_EMP\_1116 » sur les 93 IRIS, l'IRIS « Sud » de Cappelle-la-Grande appartient à la classe Q4, ce qui n'entraîne pas l'attribution d'un point contrairement à l'IRIS « Steendam » de Coudekerque-Branche pour lequel la valeur de cette variable appartient à la classe Q1.

Pour illustrer la représentativité des dimensions des forces et/ou des faiblesses des typologies de territoire, la part de la dimension sera déterminée selon la formule suivante :

$$\text{Part de la dimension} = \frac{\text{Nombre total de points attribués, par dimension}}{\text{Nombre total de points attribués, toute dimension confondue}}$$

Toutefois, le nombre de variables par dimension pouvant être différent, la représentativité effective des dimensions sera déterminée selon la formule suivante :

$$\text{Représentation effective de la dimension} = \frac{\text{Nombre de points attribués de la dimension}}{\text{Nombre total de variables de la dimension}}$$

Ce nouveau calcul permet ainsi de s'affranchir des différences du nombre de variables considérées et de proposer une représentativité effective des dimensions des « forces » et/ou des « faiblesses » de chaque typologie de territoire. Pour une typologie donnée, les variables principalement impactantes sont présentes dans plus de 50 % des IRIS concernés.

## 2. Caractérisation détaillée des IRIS

La caractérisation détaillée des IRIS a été réalisée pour les IRIS identifiés comme vulnérables, *i.e.* les IRIS classés « Possède des ressources » et « Point noir territorial ». Elle reprend la méthodologie de l'analyse globale des typologies de territoire avec le classement suivant les quintiles. Cette analyse comprend :

- L'identification du nombre de points par IRIS, avec la distribution brute par dimension ne prenant pas en compte les différences du nombre de variables ayant entraîné l'attribution d'un point. Cela permet de mettre en évidence ou non le caractère multidimensionnel des faiblesses, mais également le nombre de levier d'action potentiel (au plus le nombre de points est grand, au plus le nombre de levier d'action est important) ;
- L'identification de la part de variables ayant entraîné l'attribution d'un point réellement présentes dans les IRIS, par dimension. Cela permet de mettre en évidence l'adéquation les faiblesses et/ou les forces spécifiques de chaque IRIS avec les faiblesses et/ou les forces globales des IRIS de chaque typologie.



## V. Résultats

### A. Indice de résilience

La Figure 13 présente la distribution spatiale de l'indice de résilience calculé pour les 93 IRIS de la CUD.

La répartition des IRIS au sein des quatre catégories de résilience est la suivante :

- 10 IRIS (soit 10,8 %) appartiennent à la catégorie de très faible résilience ;
- 33 IRIS (soit 35,5 %) appartiennent à la catégorie de faible résilience ;
- 38 IRIS (soit 40,9 %) appartiennent à la catégorie de haute résilience ;
- 12 IRIS (soit 12,9 %) appartiennent à la catégorie de très haute résilience.

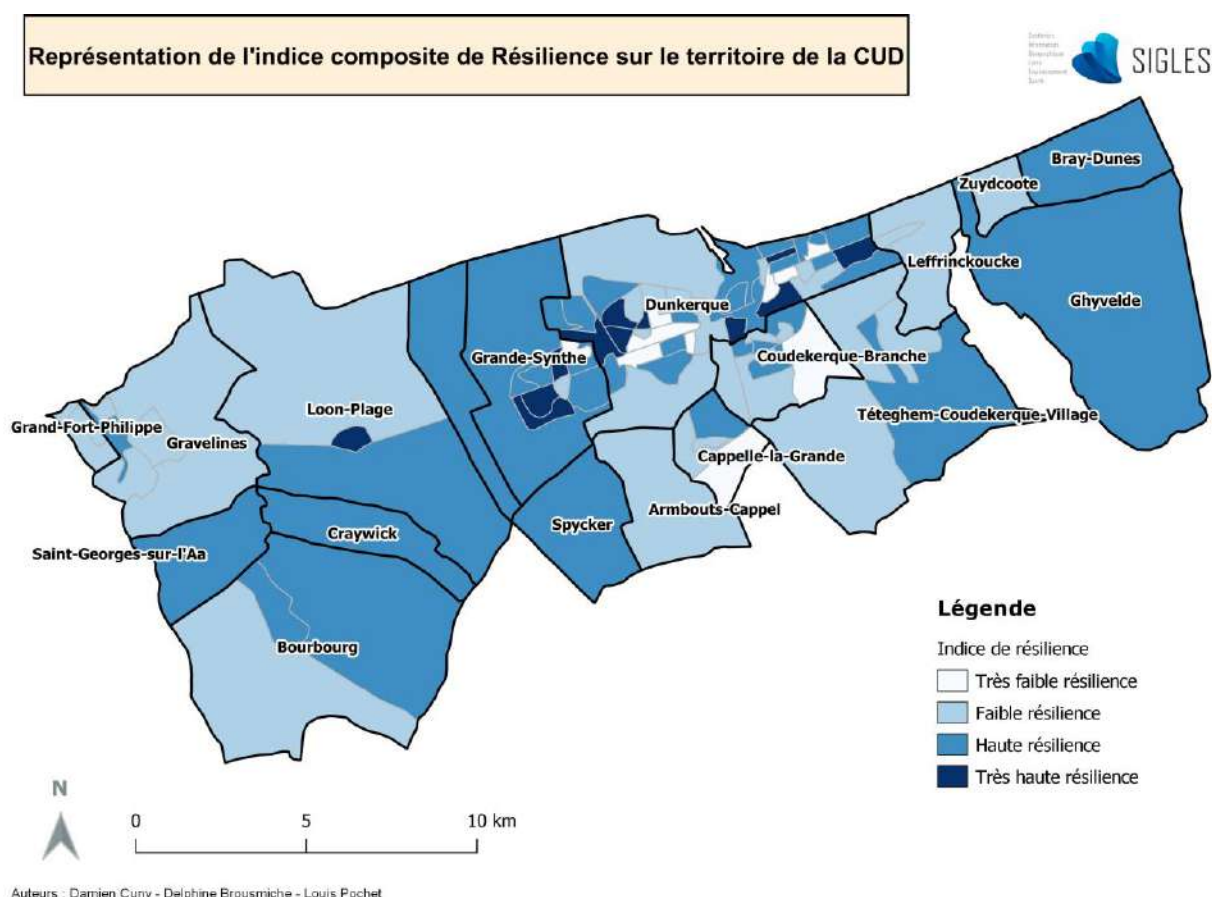


Figure 13 : Représentation cartographique de l'indice de résilience pour le territoire de la CUD

Les communes d'Armbouts-Cappel, Grand-Fort-Philippe, Leffrinckoucke et Zuydcoote ont 100 % de leurs IRIS appartenant aux catégories de faible ou très faible résilience. A l'inverse les communes de Bray-Dunes, Craywick, Ghyvelde, Saint-Georges-sur-l'Aa et Spycker ont 100 % des IRIS appartenant aux catégories de haute ou très haute résilience.

### B. Indice de vulnérabilité

La Figure 14 présente la distribution spatiale de l'indice de vulnérabilité calculé pour les 93 IRIS de la CUD. La répartition des IRIS au sein des quatre catégories de vulnérabilité est la suivante :

- 16 IRIS (soit 17,2 %) appartiennent à la catégorie de très faible vulnérabilité ;

- 36 IRIS (soit 38,7 %) appartiennent à la catégorie de faible vulnérabilité ;
- 30 IRIS (soit 32,3 %) appartiennent à la catégorie de haute vulnérabilité ;
- 11 IRIS (soit 11,8 %) appartiennent à la catégorie de très haute vulnérabilité.

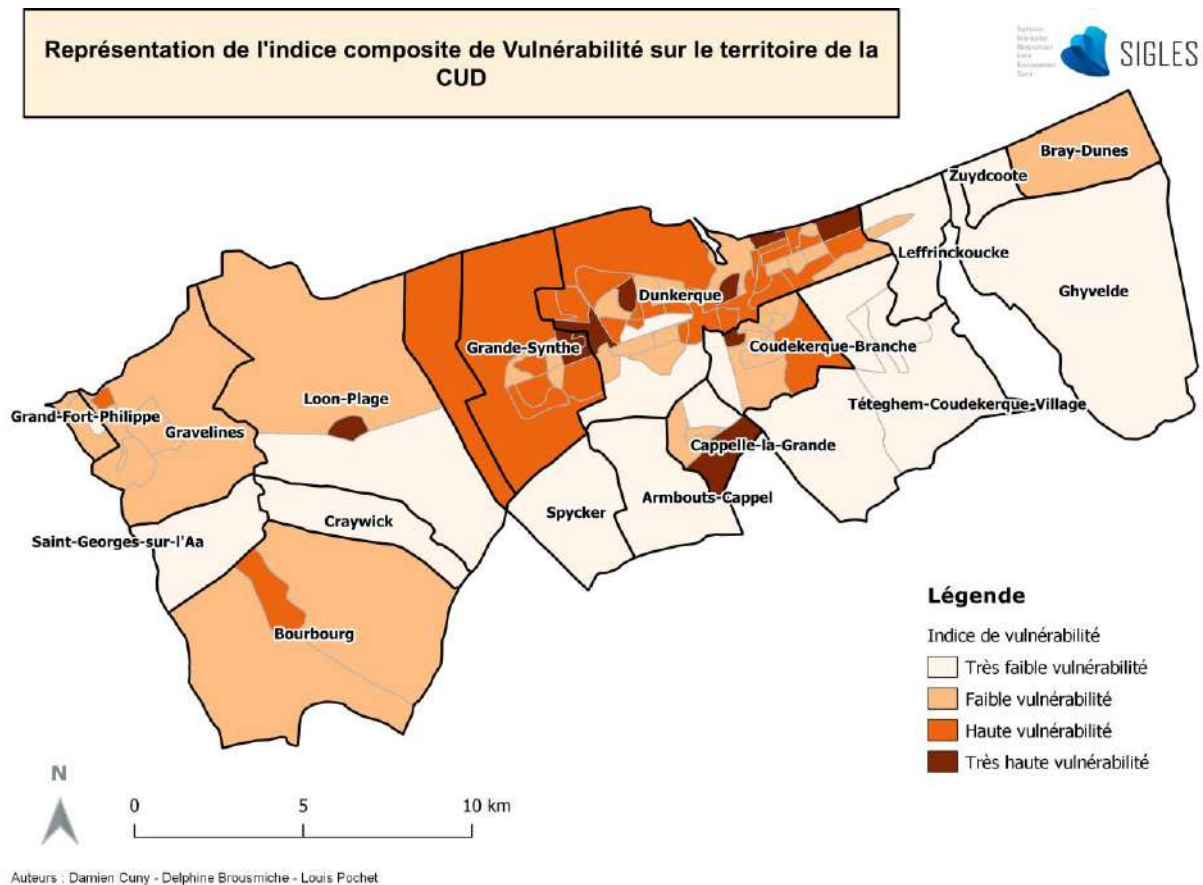


Figure 14 : Représentation cartographique de l'indice de vulnérabilité pour le territoire de la CUD

Les communes d'Arbouts-Cappel, Bray-Dunes, Craywick, Ghyvelde, Grand-Fort-Philippe, Leffrinckoucke, Saint-Georges-sur-l'Aa, Spycker, Tétéghem-Coudekerque-Village et Zuydcoote ont 100 % de leurs IRIS appartenant aux catégories de faible ou très faible vulnérabilité. A l'inverse, aucune commune ne présente 100 % de ces IRIS appartenant aux classes de haute ou très haute vulnérabilité.

### C. Analyse conjointe des indices de résilience et de vulnérabilité

Afin de vérifier statistiquement que les indices composites mesurent des phénomènes différents, le coefficient de corrélation a été vérifié. Le rho de Spearman calculé est de 0,177 ce qui montre une relativement faible corrélation entre les deux indices bien que la p-value ne soit pas significative ( $p = 0.09$ ).

La Figure 15 présente la distribution spatiale de l'analyse conjointe des indices de vulnérabilité et de résilience calculés pour les 93 IRIS de la CUD. La répartition des IRIS au sein des quatre classes est la suivante :

- 23 IRIS (soit 24,7 %) appartiennent à la classe « Résilient » (résilience élevée/très élevée, vulnérabilité faible/très faible) ;
- 29 IRIS (soit 31,2 %) appartiennent à la classe « A suivre » (résilience faible/très faible, vulnérabilité faible/très faible) ;

- 27 IRIS (soit 29,0 %) appartiennent à la classe « Possède les ressources » (résilience élevée/très élevée, vulnérabilité élevée/très élevée) ;
- 14 IRIS (soit 15,1 %) appartiennent à la classe « Point noir territorial » (résilience faible/très faible, vulnérabilité élevée/très élevée).

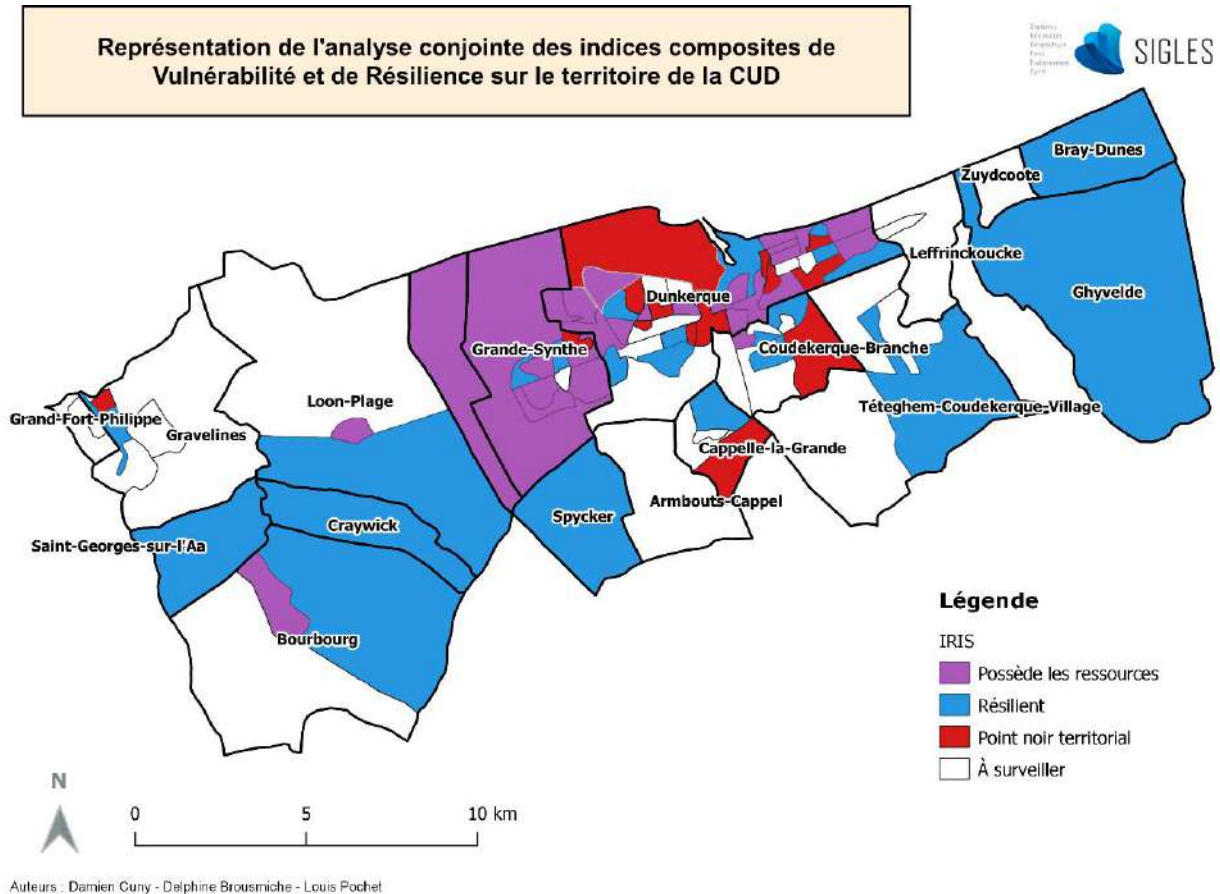


Figure 15 : Représentation cartographique de l'analyse conjointe des indices de résilience et de vulnérabilité pour le territoire de la CUD

Les IRIS appartenant aux classes « Possède des ressources » et « Point noir territorial » se retrouvent principalement dans les communes de Dunkerque et de Grande-Synthe, ces IRIS étant localisés au centre du territoire de la CUD. Les IRIS appartenant aux classes « Résilient » et « A surveiller » sont davantage dispersés sur le territoire de la CUD.

## VI. Discussion

### A. Les IRIS classés « Point noir territorial »

#### 1. Analyse globale des variables

14 IRIS appartiennent à la classe « Point noir territorial », ce qui représente 15,1 % des IRIS du territoire de la CUD. Ils sont localisés au centre du territoire, principalement dans la commune de Dunkerque où 9 IRIS sur les 43 que comporte cette commune appartiennent à cette catégorie. Parmi ces 14 IRIS, 202 points au total ont été attribués, résultant de l'appartenance aux quintiles 1-2 en résilience et 4-5 en vulnérabilité. Pour étudier la représentativité, nous n'avons pas pris en compte la dimension « Politique ». Cette dimension n'a que peu influé sur les résultats, 11 des 14 IRIS n'étaient pas concernés par cette dimension. La Figure 16 permet d'illustrer la représentativité des 180 points pour les dimensions « Santé », « Services », « Environnement », « Économie » et « Social ».

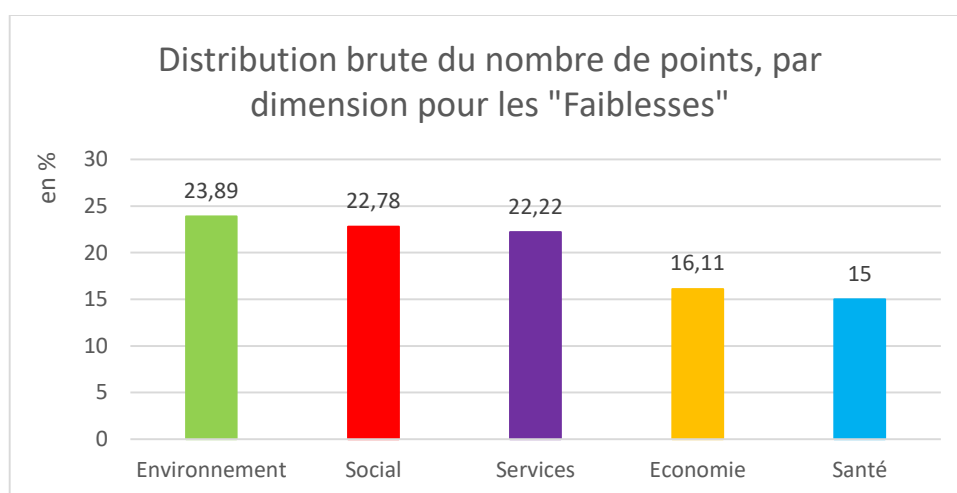


Figure 16 : Distribution brute des dimensions des faiblesses des IRIS « Point noir territorial »

La dimension « Environnement » avec 7 variables représente presque 24 % des points qui ont été attribués, avec 43 points sur un total de 180. Les dimensions « Social » et « Services » représentent environ 22 %, avec respectivement 41 points pour six variables différentes et 40 points pour sept variables différentes. La dimension « Économie » représente environ 16 %, avec 29 points (répartis sur quatre variables différentes). Enfin, la dimension « Santé » représente 15 %, avec 27 points (répartis sur cinq variables différentes).

Le nombre de variables par dimension étant différent, une distribution affinée du nombre de points par dimension est proposée afin d'en refléter la représentation effective (Figure 17).

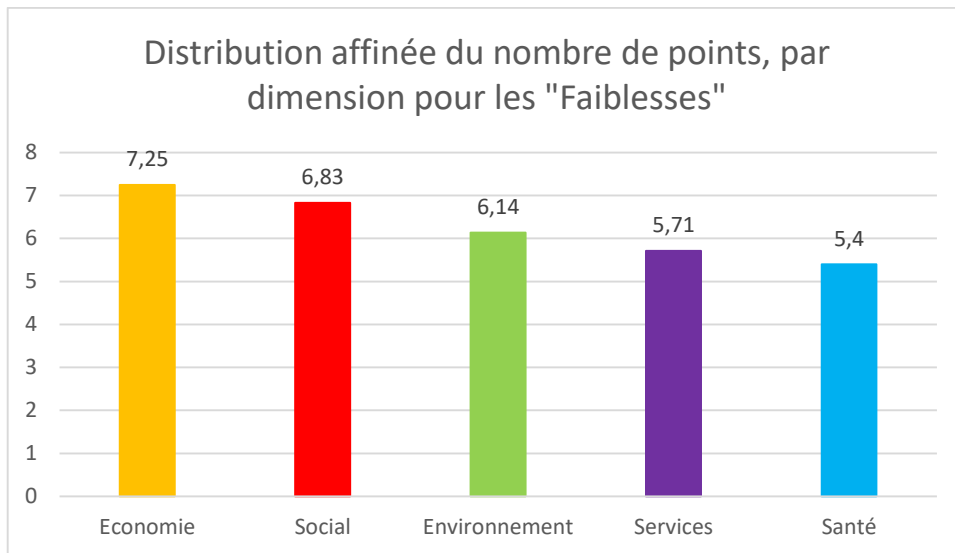


Figure 17: Représentation effective des dimensions des faiblesses des IRIS « Point noir territorial »

A nombre identique de variables, c'est la dimension « Économie » qui est la plus fréquemment identifiée comme source de faiblesses dans les IRIS classés « Point noir territorial » ce qui montre qu'elle subissait le plus fortement l'influence du nombre de variables. Les dimensions « Social » (6,83) et « Environnement » (6,14) sont retrouvées en 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> position. Les variables de la dimension « Santé » apparaissent comme les moins à l'origine des faiblesses pour ces 14 IRIS.

Pour proposer une analyse globale des faiblesses des IRIS classés en « Point noir territorial » et identifier leur(s) point(s) commun(s), neuf variables retrouvées comme ayant un impact significatif dans plus de 50 % des 14 IRIS ont été retenues (Tableau 13, page suivante) :

- Trois variables de la dimension « Économie » (évolution de la population active de 15 à 64 ans entre 2011 et 2016, revenu médian par unité de consommation, taux de précarité) ;
- Deux variables de la dimension « Social » (part des personnes peu diplômées, densité de population) ;
- Trois variables de la dimension « Environnement » (Accès à des parcs ou espaces verts, ratio d'imprégnation moyen des métaux, taux de poussières sur les feuilles de peupliers) ;
- Une variable de la dimension « Services » (part des locataires dans les résidences principales, dont HLM).

Tableau 13 : Faiblesses communes aux points noirs territoriaux

Dimension	Variable classée « Vulnérabilité »	Variable classée « Résilience »	Nombre de points	Part de présence dans les IRIS classés « Point noir territorial » (%)
Économie		Évolution de la population active de 15 à 64 ans (V_EMP_1116)	9	64,3
		Revenu médian par UC (DISP_MED18)	7	50,0
	Taux de précarité (T_PREC)		8	57,1
Social	Part des peu diplômés (PEU_DIPL_1565)		11	78,6
	Densité population (Densite_pop)		8	57,1
Environnement		Part de la population ayant accès espaces verts (Pt_pop_Acc400_parc)	8	57,1
	Imprégnation métallique (RIM_18)		8	57,1
	Empoussièrement feuilles peupliers (Pouss_2018)		8	57,1
Services	Part des locataires en HLM (P_LOCA_HLM)		10	71,4

Il est à noter qu'aucune des variables appartenant à la dimension « Santé » n'est présente à plus de 50 % parmi les IRIS classés « Point noir territorial », ce qui montre un profil plus disparate des « Faiblesses » associées à cette dimension.

## 2. Caractérisation détaillée des IRIS

Le nombre de points varie de 5 à 18 avec une grande majorité des IRIS concernée par plus de 12 points (78,6 %). La Figure 18 permet également d'illustrer le caractère multidimensionnel des faiblesses (vulnérabilité élevée et/ou résilience faible) ayant abouti au classement des IRIS en « Point noir territorial », les six dimensions étant présentes pour 57,1 % des IRIS (Figure 18, page suivante).

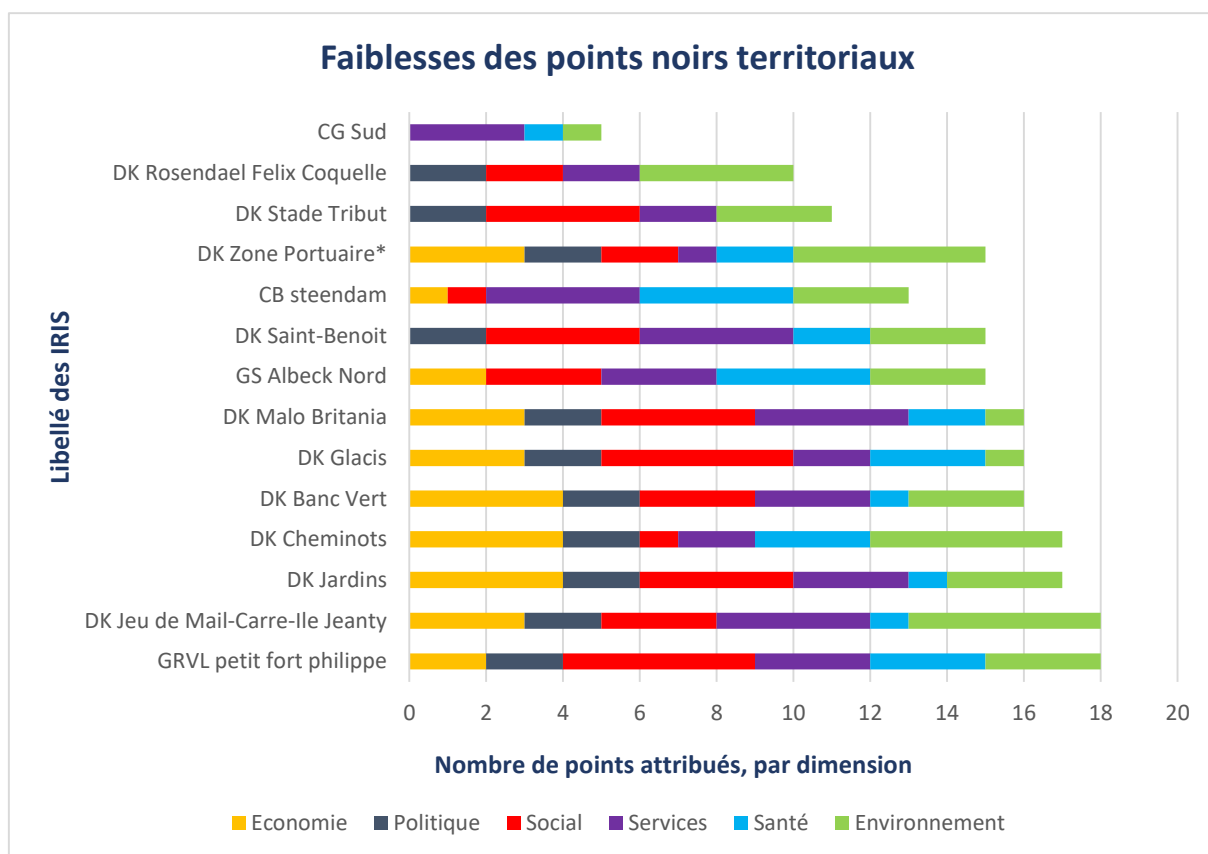


Figure 18 : Caractérisation détaillée : distribution brute des faiblesses des IRIS « Point noir territorial », par dimension

Pour certains IRIS, une seule dimension explique majoritairement sa faiblesse. Il s'agit des IRIS : « **Sud** » de **Cappelle-la-Grande** (CG Sud) (5pts – dimension service) ; « **Rosendael Felix Coquelle** » de **Dunkerque** (DK Rosendael Felix Coquelle) (10 pts – dimension environnement) ; « **Stade Tribut** » de **Dunkerque** (DK Stade Tribut) (11pts – dimension social). L'IRIS « **Zone portuaire** » de **Dunkerque** (DK Zone portuaire\*) (15 pts) est situé au nord de Dunkerque et ne comporte pas d'habitant. Cela peut en partie permettre de comprendre pourquoi cet IRIS appartient à la classe « Point noir territorial ». Cependant une population est tout de même présente au regard des activités professionnelles abondantes en lien avec la zone portuaire (les populations y travaillant pouvant être exposées aux différentes pollutions). La dimension « environnement » est d'ailleurs celle qui domine au sein de cet IRIS.

Pour les autres IRIS, les faiblesses reposent sur des variables distribuées dans plusieurs dimensions. La contribution de plusieurs dimensions (jusqu'à 4) montre le degré de complexité que peut recouvrir la faiblesse d'un IRIS. Ainsi, par ordre croissant de dimensions concernées, nous distinguons : « **Steendam** » de **Coudekerque-Branche** (CB Steendam) (13 pts, santé & services) ; « **Saint-Benoit** » de **Dunkerque** (15pts, social & services) ; « **Banc Vert** » de **Dunkerque** (DK Banc Vert), (16pts) et « **Jardins** » de **Dunkerque** (DK Jardins) (17pts, Économie & social). Les faibles des IRIS suivants reposent sur 3 dimensions : « **Malo Britania** » de **Dunkerque**, (16pts, Économie, social, service) ; **Albeck Nord (Grande-Synthe)**, (15pts), **Glacis (Dunkerque)** (16 pts) et **Petit fort Philippe (Gravelines)** (18pts, santé, social économie) ; « **Cheminot** » de **Dunkerque**, (17pts, économie, environnement et santé).

L'IRIS **Jeu de Mail-Carre-Ile Jeanty (Dunkerque)** totalise 18 points, répartis sur 4 dimensions pour lesquelles de surcroît un nombre important de variables est impliqué. Ce score souligne là un profil de faiblesses plus complexe pour cet IRIS.

Cette analyse montre plus précisément les faiblesses pour chaque IRIS. Les IRIS ne se ressemblent donc pas tous dans leurs faiblesses et qui sont très fréquemment multidimensionnelles. De plus, certains IRIS ont révélé être vulnérables ou peu résilients sur plus de la moitié du set de variables.

## B. Les IRIS classés « Possède des ressources »

### 1. Analyse globale

27 IRIS de la CUD ont été classés en « Possède des ressources », ce qui représente 29 % des IRIS du territoire. Ils sont localisés au centre du territoire, principalement dans les communes de Dunkerque (18 IRIS sur 43) et de Grande-Synthe (six IRIS sur dix).

#### Faiblesses des IRIS classés « Possède des ressources »

Parmi ces 27 IRIS, l'identification des « Faiblesses » a abouti à l'attribution de 357 points au total, résultant de l'appartenance aux quintiles 1-2 en résilience et 4-5 en vulnérabilité. Pour étudier la représentativité des points au sein des dimensions, la dimension « Politique » a de nouveau été écartée. La Figure 19 permet d'illustrer la représentativité des 311 points au sein des dimensions « Santé », « Services », « Environnement », « Economie » et « Social ».

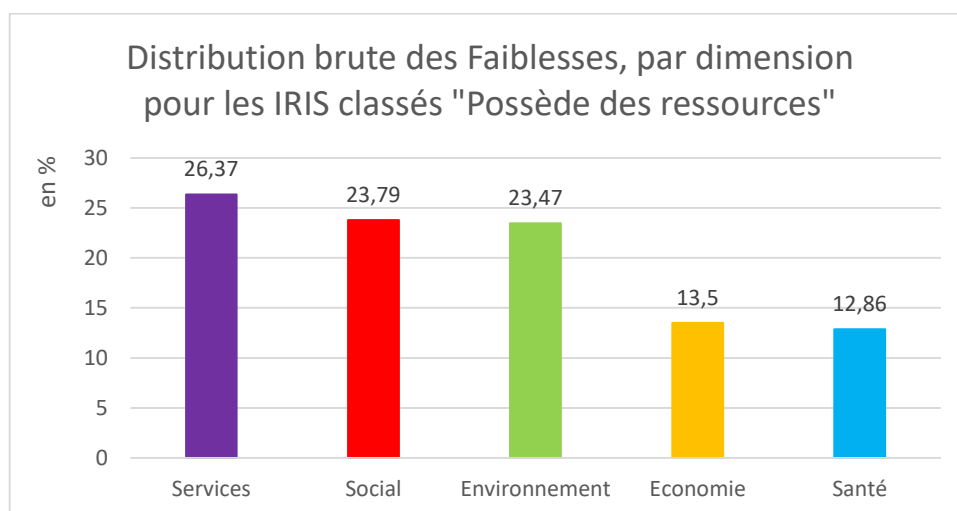


Figure 19 : Distribution brute des dimensions des faiblesses des IRIS « Possède des ressources »

La dimension « Services » représente environ 26 % des points attribués, avec 82 points pour sept variables différentes. Les dimensions « Social » et « Environnement » représentent environ 24 %, respectivement 74 points répartis sur six variables différentes et 73 points sur un total de 311 (répartis sur sept différentes variables). La dimension « Economie » représente 13,5 %, avec 42 points (répartis sur quatre différentes variables). Enfin, la dimension « Santé » représente un peu moins de 13 %, avec 40 points pour cinq variables différentes.

Le nombre de variables par dimension étant différent, une distribution affinée du nombre de points par dimension est proposée afin d'en refléter la représentation effective (Figure 20).



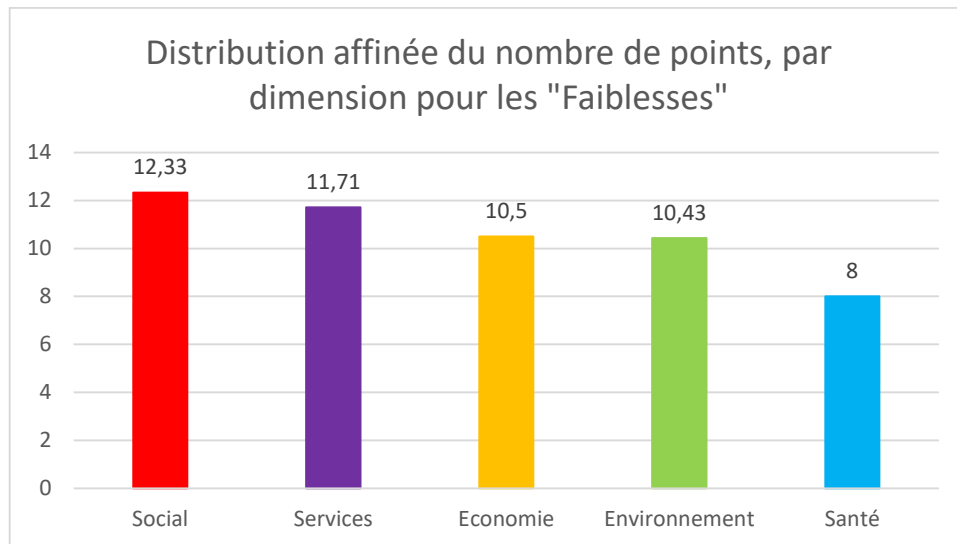


Figure 20 : Représentation effective des dimensions des faiblesses des IRIS « Possède des ressources »

La dimension « Social », à nombre identique de variables, est la plus fréquemment identifiée comme source de faiblesses dans les IRIS classés « Possède des ressources ». Les dimensions « Services » (11,71) et « Economie » (10,5) apparaissent ici en 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> position. Comme pour les IRIS classés « Point noir territorial », les variables de la dimension « Santé » apparaissent comme les moins à l'origine de source de faiblesses pour les IRIS classés « Possède des ressources ».

Pour proposer une analyse globale des faiblesses des IRIS classés en « Possède les ressources » et identifier leur(s) point(s) commun(s), quatre variables retrouvées comme impactantes dans plus de 50 % des 27 IRIS ont été retenues (Tableau 14) :

- Une variable de la dimension « Social » (part des immigrés dans la population totale). Dans la littérature, il est possible de rencontrer différentes interprétations concernant les populations immigrées :
  - Ces populations peuvent être sources de résilience pour l'aspect multiculturel ;
  - L'intégration de cette variable peut rendre compte de difficultés d'intégration et/ou de communication et être à l'origine d'une vulnérabilité. Cette variable a été considérée comme faisant partie de la vulnérabilité pour cette étude.
- Trois variables de la dimension « Environnement » (ratio d'eutrophisation, part de la population ayant une accessibilité à un parc dans un rayon de 400 mètres et la concentration moyenne de poussières sur les feuilles de peupliers).

Tableau 14 : Faiblesses communes des IRIS « Possède des ressources »

Dimension	Variable classée « Vulnérabilité »	Variable classée « Résilience »	Nombre de points	Part de présence dans les IRIS classés « Possède des ressources » (%)
Social	Part des immigrés dans la population totale (P_IMM_15)		17	63
Environnement		Part de la population ayant accès à des espaces verts (Pt_pop_Acc400_parc)	19	70,4
	Ratio d'eutrophisation (Eutro_17)		15	55,6
	Empoussièrement feuilles peupliers (Pouss_2018)		17	63,0

Les variables appartenant aux dimensions « Social » (notamment une des cinq variables de cette dimension) et « Environnement » (notamment trois des sept variables de cette dimension) sont les plus généralement à l'origine d'une classification des IRIS en « Possède des ressources ». Il est à noter qu'aucune des variables appartenant aux dimensions « Services », « Santé » et « Economie » ne sont présentes à plus de 50 % parmi les IRIS classés « Possède des ressources », ce qui montre un profil plus disparate des « Faiblesses » associées à ces dimensions.

#### Forces des IRIS classés « Possède des ressources »

Parmi ces 27 IRIS, 388 points au total ont été attribués, résultant cette fois de l'appartenance aux quintiles 1-2 en vulnérabilité et 4-5 en résilience. Pour étudier la représentativité des points au sein des dimensions, la dimension « Politique » a de nouveau été écartée. La Figure 21 permet d'illustrer la représentativité des 334 points attribués pour les dimensions « Santé », « Services », « Social », « Environnement » et « Economie ».

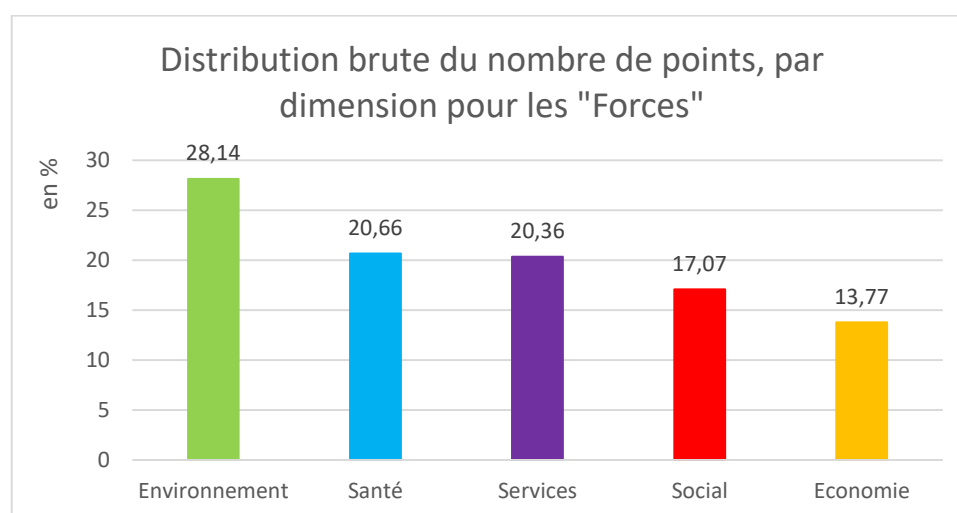


Figure 21: Distribution brute des dimensions des forces des IRIS « Possède des ressources »

La dimension « Environnement » représente environ 28 %, avec 94 points pour sept variables différentes. Les dimensions « Santé » et « Services » représentent environ 20 %, avec respectivement 69 points pour cinq différentes variables et 68 points pour sept variables différentes. La dimension

« Social » représente environ 17 %, avec 57 points pour cinq variables différentes. Enfin, la dimension « Economie » représente 13,8 %, avec 46 points pour quatre différentes variables.

Le nombre de variables par dimension étant différent, une distribution affinée du nombre de points par dimension est proposée afin d'en refléter la représentation effective (Figure 22).

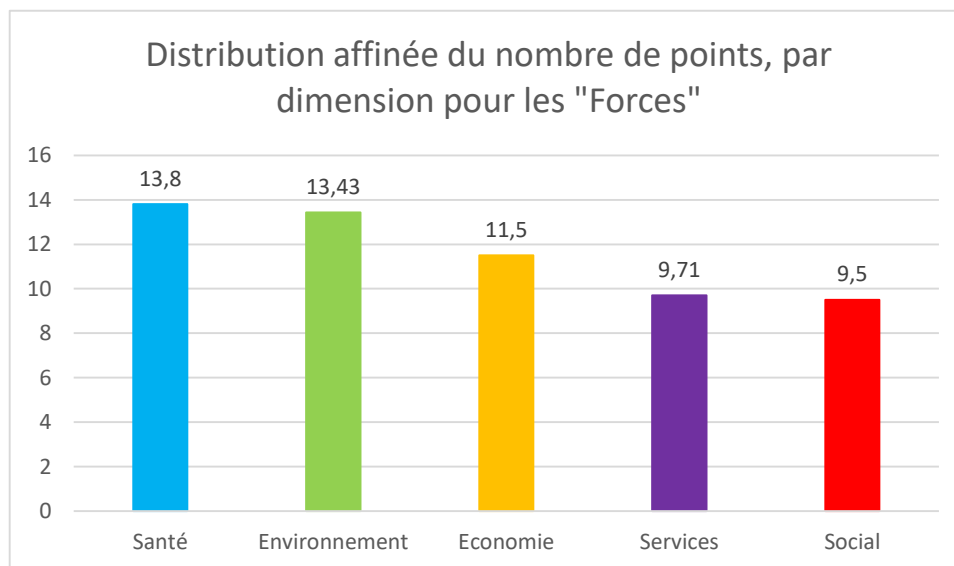


Figure 22 : Représentation effective des dimensions des forces des IRIS « Possède des ressources »

La dimension « Santé », à nombre identique de variable, est la plus fréquemment identifiée comme source de forces dans les IRIS classés « Possède des ressources » (13,80). Les dimensions « Environnement » (13,43) et « Economie » (11,5) apparaissent ici en 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> position. Les variables de la dimension « Social » apparaissent comme les moins à l'origine de source de forces pour les IRIS classés « Possède des ressources ».

Pour proposer une analyse globale des forces des IRIS classés « Possède des ressources » et identifier leur(s) point(s) commun(s), huit variables ont été identifiées comme impactantes, présentes dans plus de 50 % de ces 27 IRIS (Tableau 15) :

- Une variable de la dimension « Économique » (indice de Shannon-Weaver de représentation des catégories socio-professionnelles) ;
- Trois variables de la dimension « Santé » (nombre équipements de santé pour 1000 habitants, temps moyen d'accessibilité aux laboratoires d'analyses médicales, temps moyen d'accessibilité aux médecins généralistes) ;
- Quatre variables de la dimension « Environnement » (longueur des voies vertes et pistes cyclables par rapport à la superficie en hectare de l'IRIS, part de la population ayant une accessibilité à un parc dans un rayon de 400m, part de la population exposée au bruit Lden70, et Nombre d'ICPE en fonction de la superficie).

Tableau 15 : Forces communes des IRIS « Possède des ressources »

Dimension	Variable classée « Vulnérabilité »	Variable classée « Résilience »	Nombre de points	Part de présence dans les IRIS classés « Possède des ressources » (%)
Economie	Indice de Shannon-Weaver de représentation des catégories socio- professionnelles (SHANNON_CSP)		15	55,56
Santé		Nombre équipements de santé pour 1000 habitants (NB_EQUIP_SANTE_1000HAB)	14	51,9
	Temps moyen d'accessibilité aux laboratoires d'analyses médicales (ACC_LABO_H)		17	62,96
	Temps moyen d'accessibilité aux médecins généralistes (ACC_MG_HC)		17	62,96
Environnement	Nombre d'ICPE en fonction de la superficie (NB_ICPE_Superf)		20	74,1
		Part de la population ayant à accès à des espaces verts (Pt_pop_Acc400_parc)	15	55,56
		Longueur des voies vertes et pistes cyclables par rapport à la superficie en ha de l'iris (LNGR_HA)	14	51,9
		Part de la population exposée au bruit Lden (PART_EXPO_B_Lden70)	23	74,1

A la suite de ces deux figures, nous pouvons voir que certaines dimensions comme l'Environnement, l'Economie ou les Services sont effectivement mentionnées en faiblesses et en forces donc auraient une certaine compensation. La dimension « Santé » est une source de force pour les IRIS. Inversement, la dimension « Services » est quant à elle une source de faiblesses de manière générale.

## 2. Caractérisation détaillée des IRIS « Possède des ressources »

La caractérisation détaillée des IRIS de cette typologie est réalisée pour les faiblesses et les forces, la méthodologie est la même que celle exposée pour les IRIS points noirs territoriaux.

### Faiblesses des IRIS classés « Possède des ressources »

Le nombre de points varie de 8 à 24 avec une grande majorité des IRIS concernée par plus de 12 points (70,4 %). La Figure 23 permet d'illustrer le caractère multidimensionnel des faiblesses (vulnérabilité élevée et/ou résilience faible) ayant abouti au classement des IRIS en « Possède des ressources », les six dimensions étant présentes pour 77,8 % des IRIS.

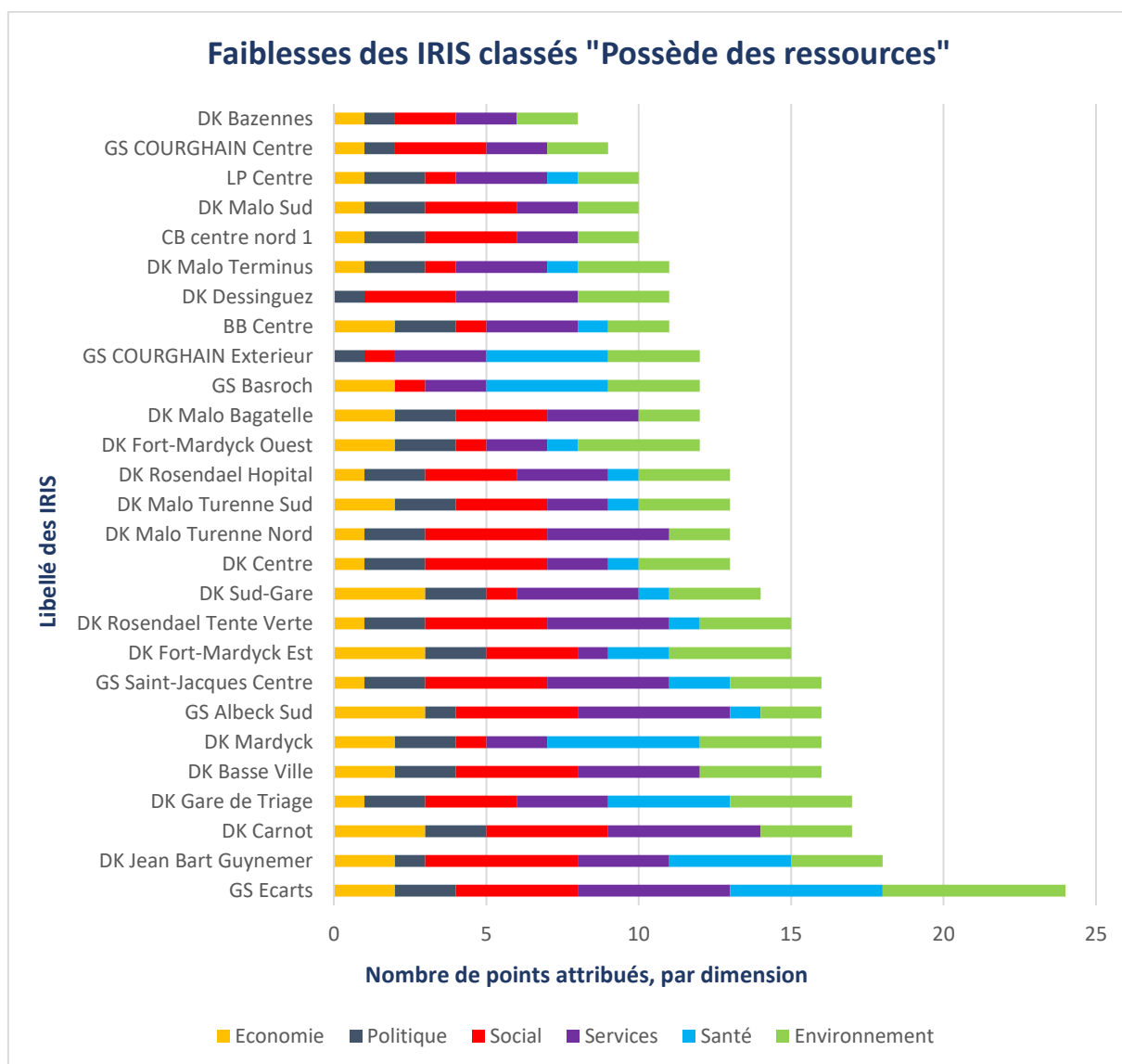


Figure 23 : Distribution brute des faiblesses par dimension des IRIS « Possède des ressources »

#### Forces des IRIS classés « Possède des ressources »

Le nombre de points varie de 5 à 19 avec une grande majorité des IRIS concernée par plus de 12 points (74,1 %). La Figure 24 permet d'illustrer le caractère multidimensionnel des forces (vulnérabilité faible et/ou résilience élevée) ayant abouti au classement des IRIS en « Possède des ressources », les six dimensions étant présentes pour 81,5 % des IRIS.

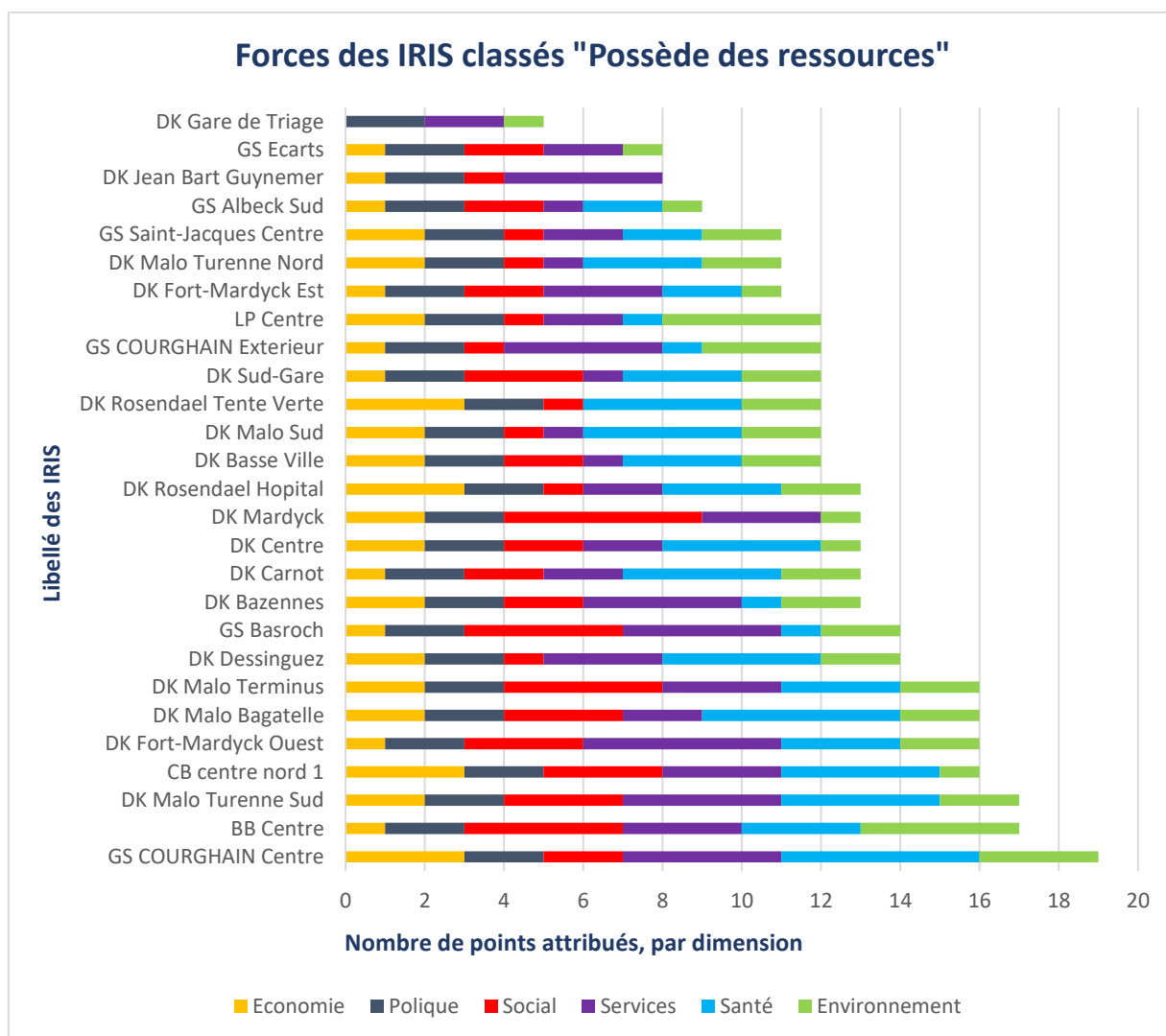


Figure 24 : Distribution brute des forces par dimension pour les IRIS « Possède des ressources »

#### Interprétation

Un IRIS classé « Possède des ressources » est dans le même temps vulnérable et résilient, mais ses potentialités peuvent ne pas être en adéquation avec ses faiblesses. Par exemple, si un IRIS est (i) vulnérable à cause d'une faible employabilité et d'un taux de poursuite d'étude faible, et (ii) résilient d'un point de vue de l'accessibilité aux espaces verts ou aux pistes cyclables et voies vertes, ces points peuvent ne pas se compenser.

Dans un premier temps, nous avons regroupé les sous-dimensions populations sensibles, pollutions atmosphériques et établissements - professionnels santé. Les pressions anthropiques peuvent avoir un impact plus important sur les populations sensibles, c'est pour cela qu'il est nécessaire d'avoir les ressources médicales, donc de santé, afin de pallier cette faiblesse. Les IRIS suivants n'ont pas les éléments de résilience en réponse à cette vulnérabilité : Basse Ville (Dunkerque), Bazennes (Dunkerque), Gare de Triage (Dunkerque), Malo Terminus (Dunkerque), COURGHAIN Extérieur (Grande-Synthe), Ecart (Grande-Synthe).

Un accès rapide aux services de santé, aux ressources naturelles et aux équipements de base pour la culture et le sport est un véritable atout de résilience pour les IRIS, cependant cette résilience peut

être réduite dans son utilité si les capacités de mobilité ne sont pas assez développées. C'est le cas des IRIS suivants : Centre (Bourbourg), Basse Ville (Dunkerque), Dessinguez (Dunkerque), Gare de Triage (Dunkerque), Malo Sud (Dunkerque), Malo Terminus (Dunkerque), Malo Turenne Nord (Dunkerque), Mardyck, Rosendael Hôpital (Dunkerque), Rosendael Tente Vert (Dunkerque), Sud-Gare (Dunkerque), Albeck Sud (Grande-Synthe), Basroch (Grande-Synthe), COURGHAIN Centre (Grande-Synthe), COURGHAIN Extérieur (Grande-Synthe), Ecartis (Grande-Synthe), Saint-Jacques Centre (Grande-Synthe), Centre (Loon-Plage).

Les logements récents permettent de meilleures conditions de vie pour les individus. Cependant, les logements récents peuvent être plus chers qu'un logement ancien pour un même modèle. De ce fait, un IRIS ayant beaucoup de logements récents peut contraindre les populations plus précaires dans l'accès à la propriété. Les IRIS possédant un bon niveau de résilience en termes de logement mais possédant également une part non négligeable d'individus en situation de précarité sont : Fort-Mardyck Est (Dunkerque), Basroch (Grande-Synthe), COURGHAIN Centre (Grande-Synthe).

Le niveau d'étude permet, dans une certaine mesure, une meilleure accessibilité à l'emploi. Concernant l'emploi, les IRIS ne sont pas tous égaux quant à la diversité et la quantité d'emplois qu'ils peuvent offrir sur leurs territoires. Un IRIS avec un taux de scolarisation des 18-24 ans élevé est sans conteste une source de résilience pour celui-ci. Toutefois, si l'offre d'emploi de cet IRIS n'est pas en mesure de répondre à la demande alors cela nous montre que cette forme de résilience ne peut pas s'exprimer pleinement pour répondre à la problématique de l'emploi. Dans ce cas de figure, les jeunes diplômés peuvent être contraints de quitter le territoire afin de trouver un emploi. Les IRIS disposant d'un taux de scolarisation chez les 18-24 ans élevé mais avec une offre d'emploi faible sont : Malo Bagatelle (Dunkerque), Malo Terminus (Dunkerque), Sud-Gare (Dunkerque), COURGHAIN Extérieur (Grande-Synthe).

### C. Les IRIS classés « A surveiller »

29 IRIS de la CUD ont été classés en « A surveiller », ce qui représente 31,2 % des IRIS du territoire. Ils sont éparpillés au sein du territoire.

#### Faiblesses des IRIS classés « A surveiller »

Lors de l'identification des « Faiblesses », 351 points au total ont été attribués, résultant de l'appartenance aux quintiles 1-2 en résilience et 4-5 en vulnérabilité. Hors dimension « Politique », 308 points ont été attribués pour les dimensions « Santé », « Services », « Environnement », « Economie » et « Social ». Pour étudier la représentativité des points au sein des dimensions, la dimension « Politique » a de nouveau été écartée. Nous réaliserons cette analyse pour les forces et faibles des IRIS. La force représentant une haute résilience et/ou une basse vulnérabilité, la faiblesse représentant une basse résilience et/ou une haute vulnérabilité.

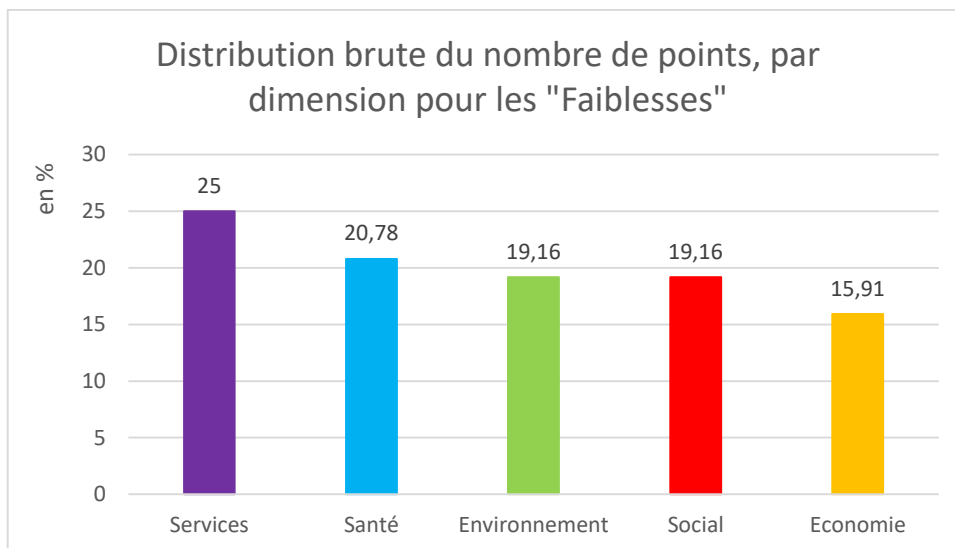


Figure 25: Distribution brute des dimensions des faiblesses des IRIS « A surveiller »

La dimension « Services » représente 25 %, avec 77 points répartis sur sept différentes variables. La dimension « Santé » représente 20,78 %, avec 64 points répartis sur cinq variables. Les dimensions « Environnement » et « Social » représentent environ 19 %, avec respectivement 59 points répartis sur sept variables et 59 points pour six variables différentes. La dimension « Économie » représente un peu moins de 16 %, avec 49 points pour quatre différentes variables.

Le nombre de variables par dimension étant différent, une distribution affinée du nombre de points par dimension est proposée afin d'en refléter la représentation effective (Figure 26).

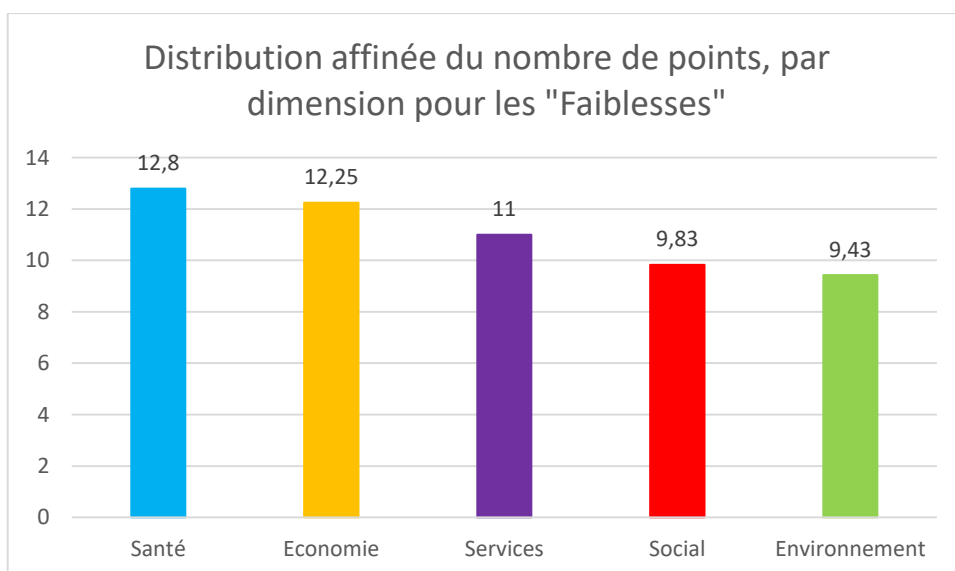


Figure 26 : Représentation effective des dimensions des faiblesses des IRIS « A surveiller »

La dimension « Santé », à nombre de variable identique, est la plus fréquemment identifiée comme source de faiblesses dans les IRIS classés « A surveiller » (12,8), ce qui la distingue des points noirs territoriaux, territoire présentant également un profil de résilience globalement faible. Les dimensions « Economie » (12,25) et « Services » (11) apparaissent ici en 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> position, la dimension « Economie » ayant comme pour les IRIS classés « Point noir territorial » subit la plus grande influence



du nombre de variable. Les variables de la dimension « Environnement » apparaissent comme les moins à l'origine de source de faiblesses pour les IRIS classés « A surveiller ».

Pour proposer une analyse globale des Faiblesses des IRIS classés « A surveiller » et identifier leur(s) point(s) commun(s), six variables retrouvées comme impactantes dans plus de 50 % de ces 29 IRIS sont les suivantes (Tableau 16) :

- Deux variables de la dimension « Economie » (évolution de la population active occupée, les revenus) ;
- Une variable de la dimension « Social » (nombre d'écoles pour 1000 habitants) ;
- Une variable de la dimension « Services » (part des résidences principales construites avant 1919 en 2016) ;
- Une variable de la dimension « Environnement » (longueur des voies vertes et pistes cyclables par rapport à la superficie en hectare de l'IRIS) ;
- Une variable de la dimension de « Santé » (temps moyen d'accessibilité aux laboratoires d'analyse médicale). Il est à noter que les autres variables de cette dimension sont présentes *a minima* à 44 % parmi les IRIS classés « A surveiller » ce qui explique l'importance de cette dimension pour ce profil de territoire, importance identifiée sur la figure 26.

Tableau 16 : Faiblesses communes des IRIS « A surveiller »

Dimension	Variable classée « Vulnérabilité »	Variable classée « Résilience »	Nombre de points	Part de présence dans les IRIS classés « A surveiller » (%)
Economie		Evolution de la population active occupée de 15 à 64 ans (V_EMP_1116)	15	55,56
		Revenu médian par unité de consommation (DISP_MED18)	15	55,56
Social		Nombre d'écoles pour 1000 habitants (NB_EC_1000H)	15	55,56
Services	Part des résidences principales construites avant 1919 en 2016 (Pt_RP_ACH19)		14	51,85
Santé	Temps moyen d'accessibilité aux laboratoires d'analyses médicales (ACC_LABO_H)		15	55,56
Environnement		Longueur des voies vertes et pistes cyclables par rapport à la superficie en ha de l'IRIS (LNDR_HA)	15	55,56

Il est à noter que les principales Faiblesses de ces IRIS sont des variables appartenant plutôt à la résilience, avec quatre variables contre deux ayant été classées en vulnérabilité.

#### Forces des IRIS classés « A surveiller »

Lors de l'identification des « Forces », 384 points au total ont été attribués, résultant de l'appartenance aux quintiles 4-5 en résilience et 1-2 en vulnérabilité. Sans la dimension « Politique », 369 points ont été attribués pour les dimensions « Santé », « Services », « Environnement », « Economie » et « Social ».

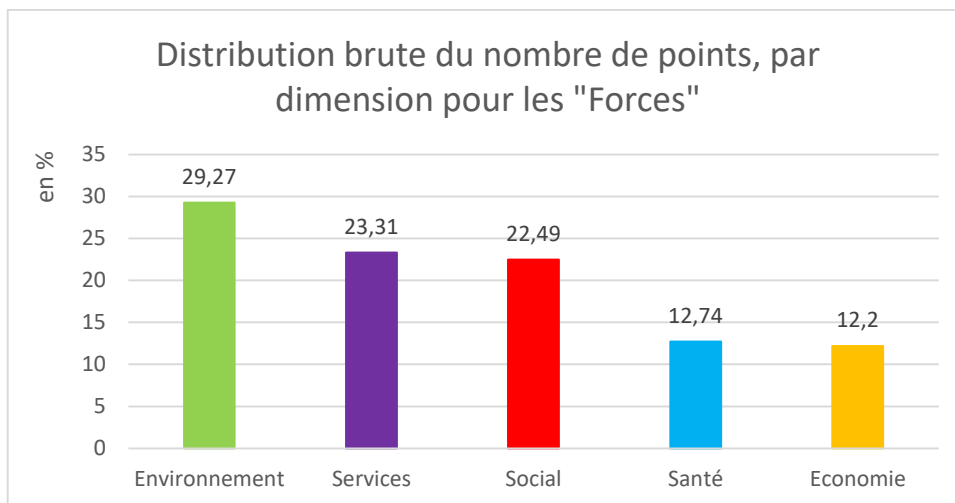


Figure 27: Distribution brute des dimensions des forces des IRIS « A surveiller »

La dimension « Environnement » représente quasiment 30 %, avec 108 points répartis sur sept différentes variables. La dimension « Services » représente 23,3 %, avec 86 points pour sept variables différentes. La dimension « Social » est 22,5 %, avec 83 points pour six différentes variables. Les dimensions « Economie » et « Santé » représentent environ 12 %, avec respectivement 45 points pour quatre variables différentes et 47 points pour cinq variables différentes.

La Figure 28 illustre la représentativité effective des points attribués en lien avec les « Forces » par dimension, le nombre de variables par dimension étant différent.

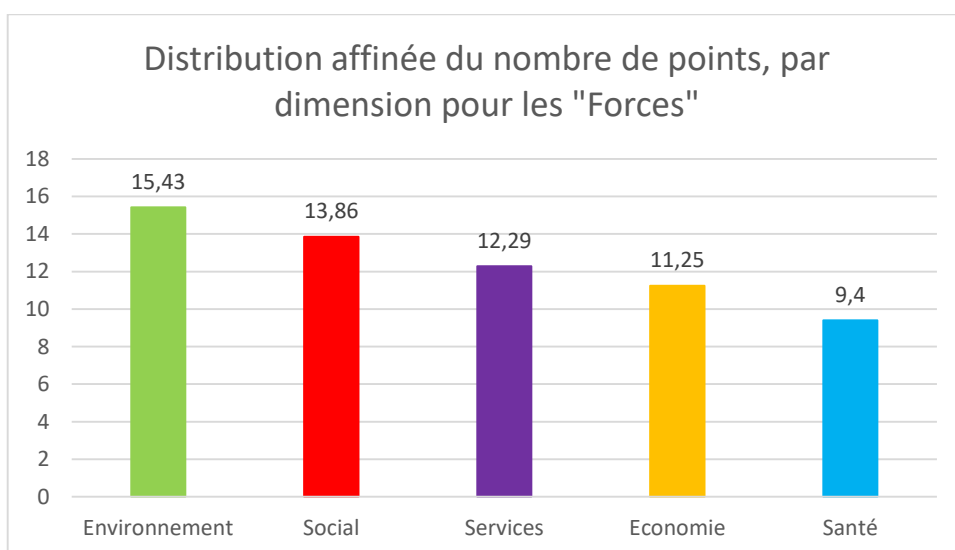


Figure 28 : Représentation effective des dimensions des forces des IRIS « A surveiller »

La dimension « Environnement », même à nombre de variable identique, est la plus fréquemment identifiée comme source de forces dans les IRIS classés « A surveiller » (15,43). Les dimensions « Social » (13,86) et « Services » (12,29) apparaissent ici en 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> position. Les variables de la dimension « Santé » apparaissent comme les moins à l'origine de source de forces pour les IRIS classés « A surveiller ».

Pour proposer une analyse globale des forces des IRIS classés « A surveiller » et identifier leur(s) point(s) commun(s), les 12 variables retrouvées comme impactantes dans plus de 50 % de ces 29 IRIS sont les suivantes (Tableau 17) :

- Une variable de la dimension « Economie » (le taux de précarité parmi les 15-64 ans)
- Trois variables de la dimension « Social » (part des peu diplômés parmi les 15-64 ans, densité de population et part des immigrés dans la population totale) ;
- Trois variables de la dimension « Services » (part des locataires dans les résidences principales (dont HLM), la part des résidences principales construites entre 1946 et 1970 en 2016 et le nombre d'équipements de sports et cultures associatives pour 1000 habitants) ;
- Cinq variables de la dimension « Environnement » (ratios d'eutrophisation et d'imprégnation moyen, la concentration moyenne de poussières pour l'année 2018, la part de la population exposée au bruit Lden et le nombre d'ICPE en fonction de la superficie).

Tableau 17 : Forces communes pour les IRIS « A surveiller »

Dimension	Variable classée « Vulnérabilité »	Variable classée « Résilience »	Nombre de points	Part de présence dans les IRIS classés « A surveiller » (%)
Economie	Taux de précarité parmi les 15-64 ans (T_PREC)		15	55,56
Social	Part des peu diplômés parmi les 15-64 ans (PEU_DIPL_1564)		16	59,26
	Densité de population (Densite_pop)		16	59,26
	Part des immigrés dans la population totale (P_IMM_15)		17	62,96
Services	Part des locataires dans les résidences principales (dont HLM) (P_LOCA_HLM)		14	51,85
	Part des résidences principales construites entre 1946 à 1970 en 2016 (Pt_RP_ACH70)		15	55,56
		Nombre d'équipements de sports et cultures associatives pour 1000 habitants (NB_EQP_SLC_1000H)	16	59,26
Environnement	Ratio d'eutrophisation (Eutro_2017)		16	59,26
	Ratio d'Imprégnation Moyen (RIM_2018)		14	51,85
	Concentration moyenne de poussières pour l'année 2018 (Pouss_2018)		15	55,56
	Part de la population exposée au bruit Lden (PART_EXPO_B_Lden70)		21	77,78
	Nombre d'ICPE en fonction de la superficie (NB_ICPE_Superf)		23	85,19

Pareillement, nous remarquons que les principales forces des IRIS « A surveiller » sont des variables de vulnérabilité. Il y a bien une concordance entre les faiblesses qui sont plutôt axées sur une résilience faible et les forces plutôt axées sur une vulnérabilité faible.

## D. Les IRIS classés « Résilient »

23 IRIS de la CUD ont été classés en « Résilient », ce qui représente 24,7 % des IRIS du territoire. Ils sont éparpillés au sein du territoire. Afin d'identifier les forces de ces 23 IRIS, 301 points au total ont été attribués, résultant de l'appartenance aux quintiles 4-5 en résilience et 1-2 en vulnérabilité. Pour étudier la représentativité des points au sein des dimensions, la dimension « Politique » a de nouveau été écartée. La Figure 29 permet d'illustrer la représentativité des 180 points pour les dimensions « Santé », « Services », « Environnement », « Economie » et « Social ».

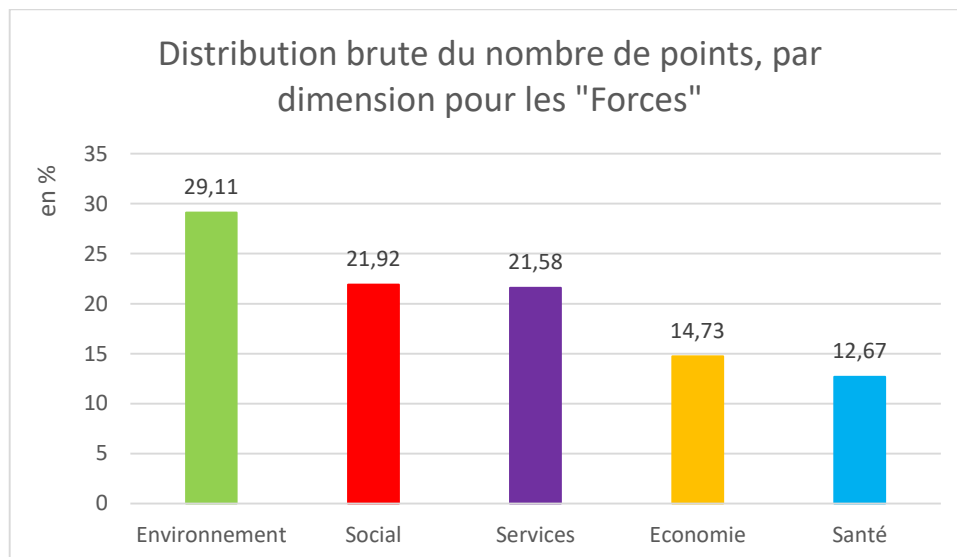


Figure 29: Distribution brute des dimensions des forces des IRIS « Résilient »

La proportion de points attribués par des variables appartenant à la dimension « Environnement » est de 29,1 %, avec 85 points sur un total de 292 (répartis sur sept différentes variables). Les proportions de points attribués par des variables appartenant aux dimensions « Social » et « Services » sont d'environ 22 %, avec respectivement 64 points pour six variables différentes et 63 points pour sept variables différentes. La proportion de points attribués par des variables appartenant à la dimension « Economie » est 14,7 %, avec 43 points pour quatre différentes variables. Enfin, la proportion de points attribués par des variables appartenant à la dimension « Santé » est de 12,7 %, avec 37 points pour cinq variables différentes.

La Figure 30 illustre la représentativité effective des points attribués en lien avec les « Forces » par dimension, le nombre de variables par dimension étant différent.

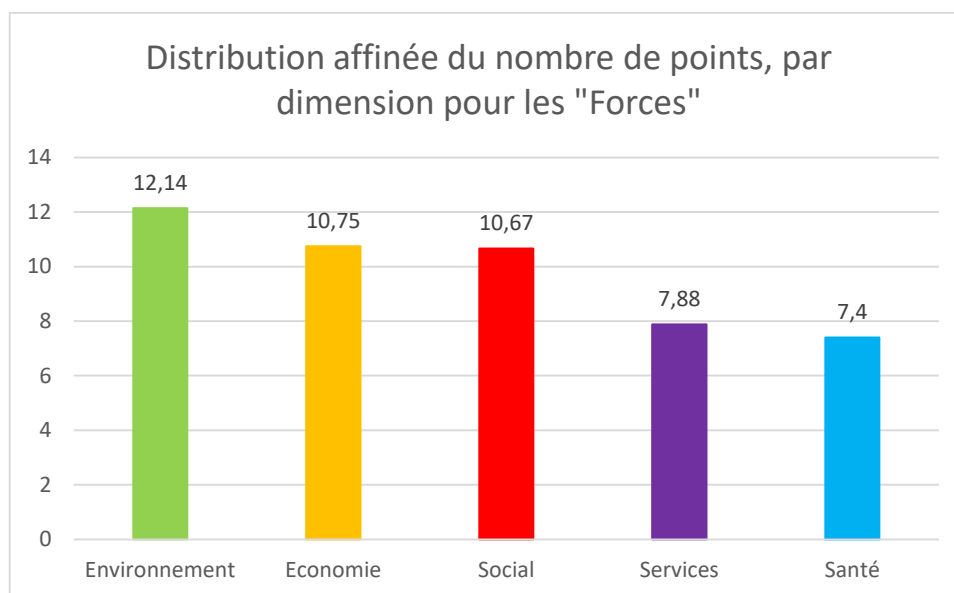


Figure 30 : Représentation effective des dimensions des forces des IRIS « Résilient »

La dimension « Environnement », même à nombre de variable identique, reste la plus fréquemment identifiée comme source de forces dans les IRIS classés « Résilient » (12,14) (comme pour les IRIS classés « A surveiller »). Les dimensions « Economie » (10,75) et « Social » (10,67) apparaissent ici en 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> position, la dimension « Economie » ayant subi une influence du nombre total de variables identifiées. Comme pour IRIS classés « A surveiller », les variables de la dimension « Santé » apparaissent comme les moins à l'origine de source de forces pour les IRIS classés « Résilient ».

Pour les forces, nous retrouvons deux variables présentes dans plus de 50 % des IRIS « Résilient » :

- Deux variables de la dimension « Environnement » (nombre d'ICPE en fonction de la superficie et la part de la population exposée au bruit Lden).

Tableau 18 : Forces communes des IRIS « Résilient »

Dimension	Variable classée « Vulnérabilité »	Variable classée « Résilience »	Nombre de points	Part de présence dans les IRIS classés « Résilient » (%)
Environnement	Part de la population exposée au bruit Lden (PART_EXPO_B_Lden70)		16	59,28
	Nombre d'ICPE en fonction de la superficie (NB_ICPE_Superf)		21	77,78

Le tableau 18 montre que deux variables de la dimension « Environnement » sont mentionnées dans plus de 50 % des IRIS classés « Résilient », constituant les seuls points communs identifiés. Les forces de ces IRIS présente un profil disparate dans la plupart des dimensions.

## E. Synthèse des forces et faiblesses des différentes typologies

Les Tableaux 19 et 20 présentent une synthèse des forces et faiblesses qui ont été identifiées dans plus de 50 % des IRIS concernés par une typologie.

Tableau 19 : Synthèse des forces et faiblesses présentes à plus de 50 % des IRIS identifiés comme globalement vulnérables (i.e. « Point noir territorial » et « Possède des ressources »)

	Dimension	Faiblesses		Forces	
		Vulnérabilité	Résilience	Vulnérabilité	Résilience
Point noir territorial (14 IRIS)	Economie	Taux de précarité relativement <sup>1</sup> élevée (57,1 %)	Evolution négative voir très négative de la population active (64, 3%), avec un revenu médian par unité de consommation (50%) relativement faible		
	Social	Part des peu diplômés relativement élevées (78,6 %), avec une densité de population relativement faible (57,1 %)			
	Environnement	Qualité de l'air relativement mauvaise (imprégnation métallique des lichens et empoussièremment des feuilles de peupliers relativement élevés) (57,1 %)	Part de la population ayant accès à des espaces verts relativement faible (57,1 %)		
	Services	Part de locataires en HLM relativement élevée (71,4 %)			
Possède des ressources (27 IRIS)	Social	Part des immigrés dans la population totale relativement élevée (63 %)			
	Environnement	Qualité de l'air relativement mauvaise (eutrophisation (63 %) et empoussièremment des feuilles de peupliers (55,6 %) relativement élevés)	Part de la population ayant accès à des espaces verts relativement faible (70,4 %)	Nombre d'ICPE par rapport à la superficie de l'IRIS relativement faible, avec une population globalement moins exposée au bruit (Lden70) (74,1 %)	Part de la population ayant accès à des espaces verts et longueur des voies vertes et pistes cyclables par rapport à la superficie en ha de l'IRIS relativement élevées (51,9 %)
	Santé			Temps moyens d'accessibilité aux laboratoires d'analyses médicales et aux médecins généralistes relativement faibles (62,96 %)	Nombre équipements de santé pour 1000 habitants relativement élevé (51,9 %)
	Economie				Indice de représentation des catégories socio-professionnelles relativement élevé (55,56 %)

<sup>1</sup> Dans les tableaux 19 et 20, le terme « relativement » est employé pour préciser que le résultat est relatif par rapport aux résultats sur la CUD

Tableau 20 : Synthèse des forces et faiblesses présentes à plus de 50 % des IRIS identifiés comme globalement peu vulnérables (i.e. « A surveiller » et « Résilient »)

	Dimension	Faiblesses		Forces	
		Vulnérabilité	Résilience	Vulnérabilité	Résilience
A surveiller (29 IRIS)	Economie		Evolution relativement négative voir très négative de la population active, avec un revenu médian par unité de consommation relativement faible (55,56 %)	Taux de précarité relativement faible (55,56 %)	
	Social		Nombre d'écoles pour 1000 habitants relativement faible (55,56 %)	Part des peu diplômés parmi les 15-64 ans et des immigrés relativement faibles, avec une densité de population relativement élevée (59,26 %)	
	Services	Part des résidences principales construites avant 1919 relativement élevée (51,85 %)		Part des locataires dans les résidences principales relativement plus faible (59,26 %), les résidences principales construites entre 1946 et 1970 étant plus importantes (55,56 %)	Nombre d'équipements de sports et cultures associatives pour 1000 habitants relativement élevé (59,26 %)
	Santé	Temps moyen d'accessibilité aux laboratoires d'analyses médicales relativement élevé (55,56 %)			
	Environnement		Longueur des voies vertes et pistes cyclables par rapport à la superficie en ha de l'iris relativement plus faible (55,56 %)	Qualité de l'air relativement bonne (imprégnation métallique des lichens (51,85 %), empoussièrément des feuilles de peupliers (55,56 %) et eutrophisation (59,26 %) relativement faibles) Nombre d'ICPE par rapport à la superficie de l'IRIS (85,19 %) relativement faible, avec une population globalement moins exposée au bruit (Lden70) (77,78 %)	
Résilient (23 IRIS)	Environnement			Nombre d'ICPE par rapport à la superficie de l'IRIS (77,78 %) relativement faible, avec une population globalement moins exposée au bruit (Lden70) (59,28 %)	

## VII. Conclusion

Ce travail a permis d'affecter les 93 IRIS de la Communauté urbaine de Dunkerque parmi un des quatre profils de territoire, en fonction des profils de vulnérabilité et de résilience. L'analyse conjointe qui a été menée intègre de très nombreux paramètres dans les domaines de l'environnement, de l'économie, de la santé, de la politique territoriale et des services. Une caractérisation plurifactorielle a permis de mettre en évidence de réels écarts entre les IRIS, ces résultats venant confirmer et compléter les résultats préalablement obtenus lors des études environnementales.

Les résultats mettent également en exergue d'une part l'hétérogénéité des vulnérabilités et d'autre part une multiplicité des sources de résilience, pour un même IRIS les résultats pouvant impliquer et associer des domaines parfois très différents. Ces situations complexifient les politiques de remédiation à entreprendre qui devront ainsi concerner des domaines très différents.

La situation sanitaire et le confinement nous ont obligé à n'utiliser que des données libres d'accès. Ainsi, n'ayant pu réaliser les achats de bases de données payantes, le set de variables de départ n'est pas aussi exhaustif que nous l'avions initialement envisagé. Cependant, nous avons adopté une stratégie déjà utilisée dans notre laboratoire, basée sur des données officielles disponibles en « open data ». Celle-ci offre le double avantage d'une accessibilité plus importante et pérenne des données. Ainsi, il nous sera, dans l'avenir, tout à fait possible de reprendre le set de variables utilisé dans cette recherche afin de suivre l'évolution de la situation et l'impact des politiques publiques mises en place.



## Bibliographie

- Becker, W., Saisana, M., Paruolo, P., Vandecasteele, I., 2017. Weights and importance in composite indicators: Closing the gap. *Ecol. Indic.* 80, 12–22. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.03.056>
- Brousmiche, D., Genin, M., Occelli, F., Frank, L., Deram, A., Cuny, D., Lanier, C., 2020a. How can we analyze environmental health resilience and vulnerability? A joint analysis with composite indices applied to the north of France. *Science of the Total Environment* (submit)
- Brousmiche, D., Occelli, F., Genin, M., Cuny, D., Deram, A., Lanier, C., 2020b. Spatialized composite indices to evaluate environmental health inequalities: Meeting the challenge of selecting relevant variables. *Ecol. Indic.* 111, 106023. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.106023>
- CNIL, n.d. RGPD : de quoi parle-t-on ? | CNIL [WWW Document]. URL <https://www.cnil.fr/fr/rgpd-de-quoi-parle-t-on> (accessed 6.22.20).
- Cohen, P., Potchter, O., Schnell, I., 2014. A methodological approach to the environmental quantitative assessment of urban parks. *Appl. Geogr.* 48, 87–101. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2014.01.006>
- Communauté Urbaine de Dunkerque, n.d. L'institution: Communauté Urbaine de Dunkerque [WWW Document]. URL <https://www.communaute-urbaine-dunkerque.fr/institution/> (accessed 5.12.20).
- Crosemarie, P., 2015. Inégalités environnementales et sociales : identifier les urgences, créer des dynamiques: L'avis rendu par le Conseil économique, social et environnemental (CESE). *Ann. Mines - Responsab. Environ.* N° 79, 26. <https://doi.org/10.3917/re1.079.0026>
- Deguen, S., Kihal-Talantikite, W., Zmirou-Navier, D., 2019. Expositions environnementales et inégalités sociales : comment se combinent-elles sur les territoires ? *Rev. D'Épidémiologie Santé Publique, Colloque « Santé et société » organisé par l'Institut fédératif d'études et de recherche interdisciplinaires santé société (IFERISS)* 67, S52. <https://doi.org/10.1016/j.respe.2018.12.027>
- Estoque, R.C., Murayama, Y., 2014. Social–ecological status index: A preliminary study of its structural composition and application. *Ecol. Indic.* 43, 183–194. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.02.031>
- Faburel, G., 2012. La ville durable aux défis des injustices environnementales. *Constats empiriques et enjeux sociopolitiques.* Flux N° 89-90, 15–29.
- Flacke, J., 2015. Spatial urban health equity indicators – a framework-based approach supporting spatial decision making, in: Köckler, H. (Ed.), . Presented at the SUSTAINABLE DEVELOPMENT AND PLANNING 2015, Istanbul, Turkey, pp. 365–376. <https://doi.org/10.2495/SDP150311>
- Frank, L., 2017. Application théorique et pratique du concept de résilience en santé-environnement : développement d'un indice de résilience dans la région Hauts-de-France.
- Gan, X., Fernandez, I.C., Guo, J., Wilson, M., Zhao, Y., Zhou, B., Wu, J., 2017. When to use what: Methods for weighting and aggregating sustainability indicators. *Ecol. Indic.* 81, 491–502. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.05.068>
- Greco, S., Ishizaka, A., Tasiou, M., Torrisi, G., 2018. On the Methodological Framework of Composite Indices: A Review of the Issues of Weighting, Aggregation, and Robustness. *Soc. Indic. Res.* <https://doi.org/10.1007/s11205-017-1832-9>
- Hellequin, A.-P., 2017. Chapitre 10 – Dunkerque post-industriel : la reconversion des friches, in: Flanquart, H., Frère, S. (Eds.), *La ville et ses risques : Habiter Dunkerque, Environnement et société.* Presses universitaires du Septentrion, Villeneuve d'Ascq, pp. 227–240.
- Holling, C.S., 1973. Resilience and Stability of Ecological Systems. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 4, 1–23. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.04.110173.000245>

- INSEE, 2020a. Dossier complet – Intercommunalité-Métropole de CU de Dunkerque (245900428) | Insee [WWW Document]. URL <https://www.insee.fr/fr/statistiques/2011101?geo=EPCI-245900428> (accessed 5.11.20).
- INSEE, 2020b. Guide du secret statistique. Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques.
- INSEE, 2016. Définition - IRIS | Insee [WWW Document]. URL <https://www.insee.fr/fr/metadonnees/definition/c1523> (accessed 5.15.20).
- Lanier, C., Deram, A., Cuny, M.-A., Cuny, D., Occelli, F., 2019. Spatial analysis of environmental inequalities caused by multiple air pollutants: A cumulative impact screening method, applied to the north of France. *Ecol. Indic.* 99, 91–100. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.12.011>
- Laperche, B., Lorek, M., Uzunidis, D., 2011. Crise et reconversion des milieux industrialo-portuaires : dépendance de sentier ou renouveau économique ? Les exemples de Dunkerque (France) et de Gdansk (Pologne). *Rev. DEconomie Reg. Urbaine* avril, 341–368.
- Laurent, É., 2009. Écologie et inégalités. *Rev. OFCE* n° 109, 33–57.
- Lhomme, S., Serre, D., Diab, Y., Laganier, R., 2010. Les réseaux techniques face aux inondations, ou comment définir des indicateurs de performance de ces réseaux pour évaluer la résilience urbaine (Urban networks and floods : how to define performance indicators to evaluate urban resiliency). *Bull. Assoc. Géographes Fr.* 87, 487–502. <https://doi.org/10.3406/bagf.2010.8193>
- Marzi, S., Mysiak, J., Santato, S., 2018. Comparing adaptive capacity index across scales: The case of Italy. *J. Environ. Manage.* 223, 1023–1036. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.06.060>
- Ministère des Solidarités et de la Santé, 2020. Plan national Santé-Environnement 4 (PNSE 4), “Mon environnement, ma santé” (2020-2024) [WWW Document]. Ministère Solidar. Santé. URL <https://solidarites-sante.gouv.fr/sante-et-environnement/les-plans-nationaux-sante-environnement/article/plan-national-sante-environnement-4-pnse-4-mon-environnement-ma-sante-2020-2024> (accessed 7.20.20).
- OECD, European Union, Joint Research Centre - European Commission, 2008. Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide. OECD. <https://doi.org/10.1787/9789264043466-en>
- OMS, Europe, 2017. Déclaration d’Helsinki sur l’environnement et la santé, Helsinki, 20–22 juin 1994 [WWW Document]. URL <http://www.euro.who.int/fr/publications/policy-documents/helsinki-declaration-on-action-for-environment-and-health-in-europe,-1994> (accessed 5.11.20).
- Organisation mondiale de la santé, Bureau régional de l’Europe, 2013. Santé 2020: un cadre politique européen à l’appui des actions pangouvernementales et pansociétales en faveur de la santé et du bien-être. Organisation mondiale de la santé, Bureau régional de l’Europe, Copenhague, Danemark.
- Osberg, L., Sharpe, A., 2002. Une évaluation de l’indicateur du bien-être économique dans les pays de l’OCDE. Presented at the Séminaire Direction de l’Animation de la Recherche, des Etudes et des Statistiques (DARES), Paris, p. 21.
- Pearson, A.L., Pearce, J., Kingham, S., 2013. Deprived yet healthy: Neighbourhood-level resilience in New Zealand. *Soc. Sci. Med.* 91, 238–245. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2012.09.046>
- Pornet, C., Delpierre, C., Dejardin, O., Grosclaude, P., Launay, L., Guittet, L., Lang, T., Launoy, G., 2012. Construction of an adaptable European transnational ecological deprivation index: the French version. *J. Epidemiol. Community Health* 66, 982–989. <https://doi.org/10.1136/jech-2011-200311>
- Saib, M.-S., Caudeville, J., Beauchamp, M., Carré, F., Ganry, O., Trugeon, A., Cicoella, A., 2015. Building spatial composite indicators to analyze environmental health inequalities on a regional scale. *Environ. Health* 14, 68. <https://doi.org/10.1186/s12940-015-0054-3>

SIGLES, n.d. Cartes sociodémographie - Indice Ecologique de Défavor (EDI) [WWW Document]. SIGLES. URL [http://www.sigles-sante-environnement.fr/?page\\_id=13897](http://www.sigles-sante-environnement.fr/?page_id=13897) (accessed 5.13.20).

Wiréhn, L., Danielsson, Å., Neset, T.-S.S., 2015. Assessment of composite index methods for agricultural vulnerability to climate change. *J. Environ. Manage.* 156, 70–80. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.03.020>

## Annexes