

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

جامعة عمار تليجي بالأغواط

UNIVERSITE AMAR TELIDJI LAGHOuat

كلية العلوم

FACULTE DES SCIENCES

قسم البيولوجيا

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

en vue de l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Sciences de la nature et de la vie

Filière : Sciences biologiques

Option : Ecologie et environnement

Intitulé

Essai de conception d'un modèle d'aménagement écologique de l'extension de la ville de Laghouat

Présenté par : SOUFFI Ines

Soutenu publiquement devant le jury composé de :

M. CHAIBI Rachid	M.C.A	President
Mme. SOUFFI Ibtissem	M.A.A	Examinatrice
M. YUCEFI Mustapha	M.A.A	Examineur
M. BENARFA Kamel	M.A.A	Examineur
M. OUBRAHAM Farid	M.A.A	Encadreur
M. MEZAOUKH Lakhdar	M.A.A	Co-Encadreur

Année Universitaire 2018/2019

Résumé :

Le changement climatique anthropique est le fait des émissions de gaz à effet de serre engendrées par les activités humaines, modifiant la composition de l'atmosphère de la planète. Les pays du Sud, dont l'Algérie, déjà très vulnérables, seront les plus touchés par ce dérèglement climatique, qui a pour effet la modification durable des paramètres statistiques du climat global de la terre et/ou de ses divers climats régionaux.

Selon le rapport du GIEC (1995) en effet, ce changement climatique s'accompagnerait : d'une perturbation du cycle de l'eau, d'une augmentation de la fréquence et de l'intensité des catastrophes naturelles d'origine climatique (sécheresses, inondations, tempêtes, cyclones), d'une menace de disparition de certains espaces côtiers, en particulier les deltas, les mangroves, les récifs coralliens etc., d'une diminution de 17,5 % de la superficie émergée du Bangladesh, de 1 % de celle de l'Egypte, favoriserait la recrudescence du paludisme et l'extension de maladies infectieuses comme la salmonellose ou le choléra et accélérerait la baisse de la biodiversité (disparition d'espèces animales ou végétales).

Par ailleurs et selon l'Organisation des Nations Unies, d'ici 2050, pratiquement sept personnes sur 10 (68 %) vivront en milieu urbain contre à peine plus d'un sur deux (55 %) actuellement. Cette hausse suppose que de nombreux pays devront relever le défi pour répondre aux besoins de leurs populations urbaines en croissance, y compris pour le logement, les transports, les systèmes énergétiques et autres infrastructures, ainsi que pour l'emploi et les services de base tels que l'éducation et les soins de santé.

S'inscrivant dans l'actualité du réchauffement climatique et la responsabilité d'agir pour y remédier, le présent travail vise à susciter l'intérêt des citoyens, des scientifiques et des décideurs sur la question de la durabilité des villes futures, particulièrement en zones arides, et propose un modèle de conception écologique de l'aménagement d'une partie de l'extension de la ville de Laghouat.

Basé sur les enseignements tirés des expériences et des travaux réalisés sur les villes durables un peu partout dans le monde, le présent modèle s'organise autour de 10 principes proposant des solutions pour les problèmes liés à la mobilité, le traitement des déchets, la gestion de l'énergie et l'eau, les constructions durables et la végétalisation de la ville.

Un ensemble de vues 3D et aériennes est illustré pour matérialiser le modèle dans une partie de l'extension de la ville de Laghouat. Ces vues présentent les 4 projets traités dans ce mémoire à savoir, un réseau de tramway et ses stations et arrêts, un parc, une cité écologique et une ferme éducative.

Mots clés : Conception Ecologique, Environnement, Gaz à effet de serre, Laghouat, Réchauffement Climatique, Villes Durables.

A model of ecological development of the extension of the city of Laghouat

Summary :

Anthropogenic climate change is the result of greenhouse gas emissions caused by human activities, changing the composition of the planet's atmosphere. The countries of the South, including Algeria, already very vulnerable, will be the most affected by this climate change, which has the effect of permanently changing the statistical parameters of the global climate of the earth and / or its various regional climates.

According to the IPCC (1995) report, this climate change would be accompanied by: a disruption of the water cycle, an increase in the frequency and intensity of climate-related natural disasters (droughts, floods, storms, cyclones), the threat of the disappearance of certain coastal areas, in particular deltas, mangroves, coral reefs etc., a 17.5% decrease in the area of Bangladesh, 1% of that of Egypt, would promote the resurgence of malaria and the spread of infectious diseases such as salmonellosis or cholera and accelerate the decline in biodiversity (disappearance of animal or plant species).

In addition, according to the United Nations, by 2050, almost seven out of ten people (68 per cent) will live in urban areas, compared to just over one in two (55 per cent) currently. This increase implies that many countries will have to meet the challenge of meeting the needs of their growing urban populations, including housing, transport, energy and other infrastructure, as well as employment and basic services such as: than education and health care.

As part of the news of global warming and the responsibility to take action to address it, the present work aims to arouse the interest of citizens, scientists and decision-makers on the question of the sustainability of future cities, particularly in arid zones, and proposes a model of ecological design of the development of part of the extension of the city of Laghouat.

Based on lessons learned from the experiences and work done on sustainable cities around the world, this model is organized around 10 principles proposing solutions for problems related to mobility, waste management, management energy and water, sustainable construction and greening of the city.

A set of 3D and aerial views is shown to materialize the model in part of the extension of the city of Laghouat. These views present the 4 projects treated in this thesis namely, a tramway network and its stations and stops, a park, an ecological city and an educational farm.

Key words: Ecological Design, Environment, Greenhouse Gas, Laghouat, Global Warming, Sustainable Cities.

نموذج للتطور البيئي في امتداد مدينة الأغواط

الملخص:

تغير المناخ البشري المنشأ هو نتيجة لانبعاثات غازات الدفيئة الناجمة عن الأنشطة البشرية ، وتغيير تكوين الغلاف الجوي للكوكب. ستكون بلدان الجنوب ، بما في ذلك الجزائر ، الضعيفة للغاية بالفعل ، هي الأكثر تضرراً من هذا التغير المناخي ، الذي له تأثير دائماً على تغيير المعايير الإحصائية للمناخ العالمي للأرض و / أو المناخات الإقليمية المختلفة.

وفقاً لتقرير الفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ (1995) ، سيصاحب هذا التغير المناخي ما يلي: انقطاع في دورة المياه ، وزيادة في تواتر وشدة الكوارث الطبيعية المرتبطة بالمناخ (الجفاف) والفيضانات والعواصف والأعاصير) ، والتهديد باختفاء بعض المناطق الساحلية ، ولا سيما دلتا ، وأشجار المانغروف ، والشعاب المرجانية ، وما إلى ذلك ، بنسبة 17.5 ٪ في منطقة بنغلاديش ، 1 ٪ من مصر ، من شأنه أن يعزز عودة الملاريا وانتشار الأمراض المعدية مثل السلمونيلات أو الكوليرا وتسريع تراجع التنوع البيولوجي (اختفاء الأنواع الحيوانية أو النباتية).

بالإضافة إلى ذلك ، وفقاً للأمم المتحدة ، بحلول عام 2050 ، سيعيش ما يقرب من سبعة من كل عشرة أشخاص (68 في المائة) في المناطق الحضرية ، مقارنة بما يزيد قليلاً عن واحد من كل اثنين (55 في المائة) في الوقت الحالي. تشير هذه الزيادة إلى أنه سيتعين على العديد من الدول مواجهة التحدي المتمثل في تلبية احتياجات سكان الحضر المتزايدة ، بما في ذلك الإسكان والنقل والطاقة والبنية التحتية الأخرى ، فضلاً عن العمالة والخدمات الأساسية مثل: من التعليم والرعاية الصحية.

كجزء من أخبار ظاهرة الاحتباس الحراري والمسؤولية عن اتخاذ إجراءات للتصدي لها ، يهدف هذا العمل إلى إثارة اهتمام المواطنين والعلماء وصناع القرار بشأن مسألة استدامة مدن المستقبل ، وخاصة في المناطق القاحلة ، وتقتراح نموذجاً للتصميم البيئي لتطوير جزء من امتداد مدينة الأغواط.

استناداً إلى الدروس المستفادة من الخبرات والعمل المنجز في المدن المستدامة حول العالم ، تم تنظيم هذا النموذج حول 10 مبادئ تقترح حلولاً للمشاكل المتعلقة بالتنقل وإدارة النفايات وإدارة الطاقة والمياه والبناء المستدام وتخضير المدينة.

تظهر مجموعة من الإطلاقات ثلاثية الأبعاد والجوية لتجسيد النموذج في جزء من امتداد مدينة الأغواط. تمثل هذه الآراء المشروعات الأربعة التي تمت معالجتها في هذه الأطروحة ، وهي شبكة ترام ومحطاتها ومحطاتها ومنزله ومدينة بيئية ومزرعة تعليمية.

الكلمات المفتاحية: التصميم البيئي، البيئة، غازات الدفيئة، الأغواط، الاحتباس الحراري، المدن المستدامة.

Remerciements

En tout premier lieu, je remercie le bon Dieu, tout puissant, de m'avoir donné la force, le courage et l'audace pour surmonter toutes les difficultés.

Je tiens à adresser mes vifs remerciements à mes chers grands-parents maternels qui m'ont logée, nourrie et gâtée pendant mes cinq années universitaires et une pensée à mes grands-parents paternels.

Un grand merci à mon beau-frère Mohamed qui s'est beaucoup investi à réaliser ce travail et avancer dans ma recherche sans se lasser avec sincérité et dévouement exceptionnels.

Ainsi que ma sœur Narimane qui m'a accueilli à bras ouvert chez elle malgré leur longue journée de travail afin de concrétiser ce mémoire de longue haleine. Sans oublier ma grande sœur Chehrazad et son mari Nacer ainsi que mon frère Fadil Nassim qui se soucier de mon avancé même de loin.

Un petit remerciement pour mes 06 petits neveux et nièces qui n'ont cessé de m'interrompre avec leurs adorables curiosités.

Un grand merci à mes tantes et oncles maternels qui se disputaient mon invitation à tour de rôle et qui m'ont offert un environnement qui m'a permis de supporter l'absence de mes parents, de mes animaux de compagnie et ma ville Ghardaïa ;

Je remercie du fond du cœur Fouad de m'avoir épaulée et boostée quand, parfois, je flanchais, ainsi que toute ma belle-famille.

Je tiens à remercier vivement mon enseignant encadreur : M. Farid OUBRAHAM pour sa ténacité, son sérieux, son perfectionnisme, son exigence et son soutien pour réaliser ce mémoire. Merci pour la confiance qu'il m'a témoigné, qui m'a donné la liberté de projeter mes idées plus loin pour découvrir et savourer le plaisir de travailler sur un thème d'actualité et qui me tenais à cœur. Il m'a encouragée et guidée durant tout le long du travail.

Mes sincères remerciements s'adressent également à M. Lakhdar MEZAOUK pour son travail, son sérieux, son tact et sa générosité, afin d'enrichir mes connaissances. Merci

d'avoir toujours été à l'écoute et ce bénévollement, est eu la patience de répondre à mes innombrables questions. Bien qu'il soit du département d'architecture.

Je remercie spécialement ma très chère amie RAISSI Fatiha qui a été toujours là pour me soutenir, dans les bons et pires moments de ce parcours, et avec qui j'ai concrétisé toutes nos bonnes actions humanitaires avec une complicité incroyable.

Je remercie et je m'incline devant tous les enseignants du département pour leurs droitures, honnêtetés, compétences et charismes qui ont nourri ma profonde admiration.

Que soient remerciés chaleureusement mes professeurs, si jeunes, auxquels je souhaite une carrière brillante sur les pas des icônes du département.

Merci M. ZEROUALA Assem, Inspecteur en chef de la Conservation des Forêts de la wilaya de Laghouat pour l'aide précieuse qu'il m'avait apportée lors de mes recherches pendant tous mon cursus.

Je n'ai pas le droit d'oublier M ZIANI Khaled, chauffeur du "Car EL SSOHBA" qui grâce à lui, j'ai pu effectuer des allers retours Laghouat-Ghardaïa chaque week-end pour voir ma famille et rechargé les batteries pour la semaine d'après et cependant cinq ans.

Enfin, je remercie tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail pour lequel je me suis investie corps et âme à : mes chers parents SOUFFI Ahmida et SOUFFI Nadia qui, sans leur amour, je ne serai pas ce que je suis aujourd'hui en espérant avoir réussi à faire partie du bilan de leurs efforts, et ainsi, faire leurs fiertés.

Table des matières

Liste des figures	
Liste des photos.....	
Liste des vues.....	
<i>Introduction générale</i>	
1. Introduction et problématique :	1
2. Le système climatique et ses caractéristiques	7
2.1. Le système climatique terrestre	7
2.2. « Climat » : quelle définition ?	8
2.3. Les différents climats	8
2.3.1. Le climat d'altitude ou de montagne :	8
2.3.2. Le climat équatorial :	8
2.3.3. Le climat tropical :	9
2.3.4. Le climat désertique (ou subtropical) :	9
2.3.5. Le climat tempéré	9
2.3.6. Le climat polaire : L'arctique et l'antarctique	9
2.4. Effets du climat	10
2.4.1. Impacte du climat sur la distribution géographique des espèces	10
2.5. L'effet de serre, comment ça fonctionne ?	10
2.6. L'effet de serre est indispensable à la vie sur terre	11
2.7. Quel climat aujourd'hui et demain ?	12
2.8. La fonte des glaces et la hausse du niveau des mers s'accélèrent	12
2.9. Au XXIème siècle, les changements climatiques pourraient s'amplifier	14
2.9.1. La température moyenne globale en forte hausse	14
2.10. Les objectifs climatiques	15
3. Les écosystèmes et leurs équilibres	17
3.1. La définition d'un écosystème	17

3.2. Comment fonctionne un écosystème naturel ?	17
3.3. Liens entre écosystème et activités humaines.....	18
3.4. Pourquoi préserver les écosystèmes ?	18
3.5. Les écosystèmes élargis aux environnements humains	19
3.6. Les écosystèmes en Algérie	19
3.6.1. Les zones humides.....	20
4. La biodiversité.....	21
4.1. La situation actuelle de la biodiversité dans le monde :	22
4.2. L'Union Internationale pour la Conservation de la Nature UICN.....	23
4.3. La biodiversité en Algérie	24
5. L'impact de l'homme sur les équilibres écosystémiques et la biodiversité :	26
5.1. Les gaz à effet de serre émis par l'homme et leurs potentiels de réchauffement..	26
5.1.1. Les différents types de gaz à effet de serre :	26
5.2. Les Périodes géologiques.....	27
5.2.1. La période du paléolithique	27
5.2.2. La période du néolithique	27
5.2.3. La révolution industrielle.....	27
5.2.3.1. La première révolution industrielle	27
5.2.3.2. La deuxième révolution industrielle.....	28
5.2.4. La période de l'anthropocène	28
5.3. L'homme et la ville sont la cause du réchauffement climatique	28
5.3.1. Que ce qu'une ville ?.....	28
5.3.2. Le rapport entre la ville et l'écologie	28
5.3.3. Le 5ème rapport du GIEC	29
5.3.3.1. L'Agriculture et l'Alimentation	29
5.3.3.2. Le bâtiment.....	30
5.3.3.3. La gestion des déchets	30

5.3.3.4. L'énergie	31
5.3.3.5. Le Transport	31
5.3.3.6. Emissions de gaz à effet de serre cachées	32
6. Le contexte de la zone d'étude	33
6.1. Choix de la ville	33
6.2. La situation géographique	33
6.3. Climat de Laghouat	35
6.4. Données démographiques	38
6.5. Données socioéconomiques	39
6.5.1. Secteur agricole	39
6.5.1.1. La SAU et la taille des exploitations agricoles.....	39
6.5.1.2. Les ressources en eaux mobilisées	39
6.5.1.3. Occupation des terres et production végétale	39
6.5.2. Patrimoine forestier	39
6.5.2.1. Les Forêts naturelles.....	39
6.5.3. Actions en faveur du développement rural (PPDRI)	40
6.5.4. Secteur Énergie et industrie.....	41
6.5.5. La Formation universitaire et la formation professionnelle.....	42
7. Etudes d'exemples	45
7.1. Sustainable City (Dubai, Emirats Arabes Unis)	45
7.2. Masdar City (Abou Dhabi, Emirats Arabes Unis)	52
7.3. Singapour City (Singapour).....	56
7.4. Tafilalt (Ghardaïa, Algérie)	68
8. Conception écologique de l'extension de la ville de Laghouat.....	74
8.1. Principe 01 : Les limites de l'étalement urbain.....	76
8.1.1. Les limites de la ville.....	76
8.1.2. Redéveloppement	76

8.1.3. Préservation des ressources	77
8.2. Principe 02 : la mixité.....	78
8.2.1. Prévoir les services minimaux	78
8.2.2. Les zones commerciales doivent être à moins d'un km des habitations	78
8.2.3. Un minimum de 20% de maisons abordables.....	79
8.3. Principe 03 : des petits quartiers	79
8.3.1. La taille des quartiers	79
8.4. Principe 04 : la marche et le vélo.....	80
8.4.1. La taille des voies et passages piétons	80
8.4.2. Les façades de quartier animé pour le public	81
8.4.3. Des voies pour les cyclistes	81
8.5. Principe 05 : les espaces publiques.....	82
8.5.1. Distance jusqu'au parc.....	82
8.5.2. Des places et des parcs à l'échelle humaines	83
8.5.3. Irrigation efficiente	84
8.6. Principe 06 : les transports	85
8.6.1. Distance aux transports.....	85
8.6.2. Le control d'accès des véhicules	87
8.7. Principe 07 : L'agriculture et l'alimentation	88
8.8. Principe 08 : Gestion des déchets	90
8.8.1. Politiques visant à la réduction des flux des déchets à la source	90
8.8.1.1. L'éco-audit.....	90
8.8.1.2. Les technologies propres	90
8.8.1.3. Les écoproduits	91
8.8.1.4. Les comportements industriels	91
8.8.2. Formation et sensibilisation	91
8.8.3. Recherche de technologies plus efficaces de recyclage et d'élimination des déchets	92

8.8.3.1. Technologies de recyclage	92
8.8.3.2. Technologie d'élimination	93
8.8.3.2.1. Les décharges	93
8.8.3.2.2. L'incinération	93
8.8.3.2.3. Le compostage	93
8.9. Principe 09 : les bâtiments verts	94
8.9.1. Evaluation des bâtiments écologiques	94
8.9.1.1. L'implantation :	94
8.9.1.2. L'orientation :	94
8.9.1.3. Les matériaux de construction :	94
8.9.1.4. L'isolation :	94
8.9.2. Réduire l'impact de l'environnement bâti sur l'environnement naturel.	95
8.10. Principe 10 : infrastructure durable	99
8.10.1. Economie d'énergie	99
8.10.2. Puit canadien	100
8.10.3. Economie et gestion de l'eau	100
9. Conclusion générale	102
10. BIBLIOGRAPHIE	102
11. Annexe	112
Définitions	112
11.1. Ecologie :	112
11.1.1. Définition de l'écologie :	112
11.1.2. Étymologie du mot écologie :	112
11.1.3. À quoi sert l'écologie ?	112
11.1.4. L'écologie scientifique	112
11.1.4.1. Notion de système : L'habitat comprend :	112
11.1.4.2. Notion d'écosystème	113

11.2. Caractéristiques et propriétés des écosystèmes	113
11.2.1. L'écologie industrielle	115
11.2.2. L'écologie urbaine en Algérie	115
11.3. La ville.....	116
11.3.1. Que ce qu'une ville ?.....	116
11.3.2. Le rapport entre la ville et l'écologie	116
11.3.3. Ville durable.....	117

Liste des figures

Figure 1 : le système climatique	7
Figure 2 : Le fonctionnement de l'effet de serre	11
Figure 3 Diagramme de la formation forestière en Algérie, 2018.....	19
Figure 4 : schéma de la hiérarchie de la biodiversité	21
Figure 5 Organigramme de la biodiversité du patrimoine Algérien, 2018.....	24
Figure 6 diagramme des gaz à effet de serre	26
Figure 7 situation géographique de la commune de Laghouat.....	34
Figure 8 Le diagramme ombrothermique de Laghouat	35
Figure 9 diagramme pluviométrique de Laghouat	35
Figure 10 diagramme thermique.....	36
Figure 11 diagramme de nombre de jours d'ensoleillement	36
Figure 12 Rose des vents de Laghouat	37
Figure 13 : Limites actuelles de la ville de Laghouat.....	76
Figure 14 : énormément de terrain vide au milieu des nouveaux projets implantés	77
Figure 15 : distance à pied des stations et arrêt de tramway	85
Figure 16 : schéma de principe du puit canadien	100
Figure 17 : les piliers du développement durable.....	117

Liste des photos

Photo 1 Cottesloe Beach, Perth, Australie-Occidentale	12
Photo 2 nuage de gaz polluant émis par une zone industrielle.....	15
Photo 3 Les 17 pays présentant la plus forte diversité biologique	21
Photo 4 la ville durable, Dubaï, Emirats Arabes Unis.....	45
Photo 5 les villas sont orientées vers le Nord pour bénéficier de l'ombre	45
Photo 6 les toits et les fenêtres sont traités pour réduire la chaleur.....	46
Photo 7 villas avec panneaux solaires	46
Photo 8 parkings avec panneaux solaires comme abri	46
Photo 9 vue aériennes sur les parkings.....	46
Photo 10 toutes les routes dans la ville sont piétonnes, les déplacements se font à pied, à vélo ou sur des buggies électriques	47
Photo 11 le tri sélectif est une base pour tous les habitants, afin de sensibiliser les enfants sur l'importance du recyclage.....	47
Photo 12 cours d'eau passant sous les fermes	48

Photo 13 eau grise traitée et utilisée dans la ville.....	48
Photo 14 l'eau de la piscine est durable	48
Photo 15 une seule piscine pour toute la ville et son eau est récupérée des eaux usées des villas .	48
Photo 16 la mise en sous-pression par les extracteurs force l'air frais d'entrer dans la ferme, de 45° la température passe à 30° à l'intérieur.	49
Photo 17 mini ferme durable pour la plantation d'herbe, elle est gérée entièrement par les habitants de la ville.....	49
Photo 18 la zone mixte de la ville.....	50
Photo 19 Diamond innovation center.	50
Photo 20 voiture électrique.....	50
Photo 21 point de recharge pour voiture électrique.....	50
Photo 22 entre modernité et tradition	52
Photo 23 L'université de MASDAR cité.....	52
Photo 24 moucharabieh moderne	52
Photo 25 panneau de mixture de béton et de sable avec des moucharabiehs encastrés	52
Photo 26 rue étroite pour bénéficier de l'ombre.....	53
Photo 27 la place centrale de l'université.....	53
Photo 28 station de voiture autonome sous la ville	53
Photo 29 brumisateurs dans la tour à vent	54
Photo 30 tour à vent.....	54
Photo 31 centrale photovoltaïque de 10 MW	54
Photo 32 une centrale unique au monde pour la production de l'électricité en concentrant des rayons de soleil	54
Photo 33 la vision de la ville en 2030.....	55
Photo 34 Entre urbanisation et forêt luxuriante.....	56
Photo 35 Marina Bay, Singapour	56
Photo 36 Schémas des services et moyens de transport sous-terrains.....	57
Photo 37 tous est enfouis sous l'eau de la Marina Bay	57
Photo 38 terrasse jardin et panneau solaire	58
Photo 39 Vue aérienne sur PARKROYAL et ses terrasses luxuriantes.....	58
Photo 40 Le Village vertical élu meilleur bâtiment en 2015.....	59
Photo 41 : 1000 logements superposés autour	59
Photo 42 Les tours de The Pinnacle@Duxton, l'immeuble d'habitation le plus haut du monde, sont reliées par des ponts-jardins aux 26e et 50e étages.....	59

Photo 43 : le parc aquatique du village vertical.....	59
Photo 44 le drone livreur 100% développé par une équipe à Singapour.....	60
Photo 45 un système automatisé pour le mise en place du colis sur le drone	60
Photo 46 le colis et sa destination est partagé automatiquement au drone pour être plus efficient.....	60
Photo 47 d'ici 2050 toutes les livraisons seront faites par les drones	60
Photo 48 une surface de 100 x 100 m en agriculture normale ne peut donner qu'un hectare de récolte.....	61
Photo 49 en agriculture verticale un hectare de terrain pourra produire 11 hectares de récolte	61
Photo 50 étalage de plantation dans un milieu fermé sont l'accès à la lumière du soleil n'y au sol.....	61
Photo 51 trois type de fraise sont récoltés de cette ferme verticale.....	61
Photo 52 cultivé à Singapour pour Singapour	61
Photo 53 les réservoirs de collecte d'eau de pluie.....	62
Photo 54 l'urbanisme cohabite avec des fleuves d'eau pure et de jungle tropicale	62
Photo 55 la nature est jalousement sauvegardée	62
Photo 56 elle ne fait que 100 x 300 m la moitié de la surface des autre usines de dessalement d'eau dans le monde	62
Photo 57 Optimisation maximale de l'espace	62
Photo 58 usine expérimentale pour le dessalement d'eau de mer avec le minimum d'électricité	63
Photo 59 flux d'eau de mer passant entre deux électrons un positif et un négatif	63
Photo 60 le chlore est attiré vers l'électrode positif et le sodium vers l'électrode négatif..	63
Photo 61 sortie éducative en plein air.....	64
Photo 62 sensibiliser les plus jeunes sur l'importance de la nature	64
Photo 63 application pour téléphone mobile	64
Photo 64 l'atlas de la biodiversité à Singapour	64
Photo 65 Le Calao pie (<i>Anthracoceros albirostris</i>) est une espèce d'oiseau de la famille des Bucerotidae.....	64
Photo 66 Une mère et son fils à la recherche d'espèce non encore prise en photo	65
Photo 67 entre découverte et enrichissement du savoir local, un lien fort pour les générations futures.	65

Photo 68 maison traditionnelle, gratte-ciel et forêt tropicale une diversité harmonieuse, ça c'est Singapour	65
Photo 69 The Sandcrawler, le studio de Lucas film à Singapour, doit son nom au transport du film Star Wars qui a inspiré son design. Il s'agit d'un complexe ultramoderne abritant ILM Singapore.....	66
Photo 70 marina Bay et le barrage d'eau douce	66
Photo 71 les bâtiments traditionnels font partie intégrante de Singapour	66
Photo 72 la splendeur de Singapour vue de nuit	67
Photo 73 Ksar Tafilalt	68
Photo 74 vu du ciel Ksar Tafilalt.....	68
Photo 75 entrée de la ville	69
Photo 76 le style architecturale des Ksour et les moucharabieh.....	69
Photo 77 vu sur les palmeraies depuis l'Eco parc	70
Photo 78 vu d'ensemble sur l'Eco parc	70
Photo 79 sculpture d'un Ane faite entièrement de déchets métalliques	71
Photo 80 Visite d'une classe d'une école primaire pour sensibiliser les enfants	71
Photo 81 Visite d'une classe d'une école primaire pour sensibiliser les enfants	71
Photo 82 : carte postale de la palmeraie de Laghouat	77
Photo 83 : Monument BAB ELDJAZAÏER, Laghouat.....	77
Photo 84 brouette pour la cueillette.....	88
photo 85 : des habitants s'entraident pour la cueillette	88
photo 86 : laboratoire d'étude sur la variété des plantes	89
photo 87 : cultiver des plantes avec des lumières artificielles.....	89
photo 88 : des étagères intérieurs pour la surveillance de la qualité des récoltes.....	89
photo 89 : micro-turbine pour la production de l'électricité à l'aide des courants d'air et turbulences.....	99

Liste des vues

Vue 1 : emplacement des 04 projets dans la ville de Laghouat.....	74
Vue 2 : Station de Tramway à côté du grand rondpoint de l'université de Amar Telidji ...	74
Vue 3 : « Parc du Savoir » entre l'université et la cité Mostakbel	74
Vue 4 : « Pure City » à droite et l' « Eco Ferme » à gauche dans la route menant vers El Kheneg	75
Vue 5 : Les terrasses en plein air des restaurants	78

Vue 6 : Les commerces et magasins au rez-de-chaussée du quartier	78
Vue 7 : Aperçu du quartier	79
Vue 8 : Placet et jardin semi-privé pour l'un des 06 sous-quartier	79
Vue 9 : une allée piétonne le long de la Ferme écologique	80
Vue 10 : une voie piétonnes le long de Pure city	80
Vue 11 : Des murs végétaux et des bancs publics aménagent la voies piétonnes	81
Vue 12 Plusieurs points de location de vélo sont implantés à côté des arrêts de bus ou de tramway	81
Vue 13 : L'Eco ferme ne se trouve qu'à 500 m de Pure city	82
Vue 14 : Le parc est en face aux habitations et à l'université	82
Vue 15 : allée piétonne et cyclable dans le parc.....	83
Vue 16 : espace de lecture et de regroupement semi couvert.....	83
Vue 17 : Lac artificiel créé depuis les eaux purifiées de Pure city.....	84
Vue 18 : la piscine privée de pure cité, un luxe rendu réel en purifiant les eaux usées du quartier.....	84
Vue 19 : station de Tramway « Université 1 »	85
Vue 20 : station de Tramway « Université 2 – Parc du Savoir »	86
Vue 21 : station de Tramway « Pure City, arrêt 01 – arrêt 02 »	86
Vue 22 : arrêt de bus de la ferme écologique	86
Vue 23 : parking de la ferme écologique.....	87
Vue 24 : vues aériennes de l'Eco ferme et Pure city	87
Vue 25 : L'entrée principale de l'Eco Ferme	88
Vue 26 : cueillette pour grand et petit	89
Vue 27 : étalages des produits du jour.....	89
Vue 28 : implantation de poubelle de tri sélectif.....	92
Vue 29 : implantation de poubelle de tri sélectif.....	92
Vue 30 : les espaces vert sont la base de tous les bâtiments du quartier	95
Vue 31 : les espèces sont étudiées selon le climat et la biodiversité de la région	98
Vue 32 : 4500 panneaux photovoltaïques et 12 tours à vent au-dessus des bâtiments	99
Vue 33 : Cascade des eaux traités	100
Vue 34 : Piscine et jardin privé	100
Vue 35 :Le Parc public donne sur le lac artificiel	100

Introduction générale

Il fut un temps où l'homme vivait au sein même de la nature, plus ou moins difficilement selon les climats et les régions. Puis, au fil des siècles, il a modifié son environnement au lieu de s'y adapter.

En rompant cet équilibre, l'homme s'est ainsi "dénaturé", jusqu'à faire naître un problème de cohabitation entre l'humanité et les autres formes de vie sur terre. Aujourd'hui, un lien est à renouer, un mouvement à reprendre.

Une philosophie qui peut s'appliquer dans bien des domaines, à commencer par le secteur de la recherche et du développement durable. Et si le développement durable devenait pionnier, devenait symbole, devenait avant-garde d'un nouvel état d'esprit dans la conception de nos nouvelles futures villes ?

INTRODUCTION

1. Introduction et problématique :

En 2017, le Secrétaire général des Nations Unies déclare que « les changements climatiques sont l'une des plus grandes menaces pour notre monde actuel et pour l'avenir de notre planète ». Durant toute l'histoire de l'humanité en effet, l'impact de l'activité humaine sur l'environnement n'a jamais été aussi dévastateur que durant ce dernier siècle. L'effet de serre, cause du réchauffement climatique, est à l'origine de la destruction des écosystèmes, de la perte de la biodiversité, de la déforestation, de l'acidification des océans, du blanchiment du corail, de la fonte des glaces, de l'élévation du niveau des mers etc. **(Lipovac & Boutonné, 2014)**. L'influence de l'homme sur le système climatique est ainsi clairement établie et, aujourd'hui, les émissions anthropiques de gaz à effet de serre sont les plus élevées jamais observées **(Ghil 2018)**.

Bien que les archives paléontologiques attestent l'action destructrice de l'homme sur les autres espèces dès le paléolithique **(Teyssède, 2004)**, c'est l'avènement de la révolution industrielle qui marque le début d'une nouvelle relation de l'homme avec l'environnement basée à la fois sur l'utilisation des énergies fossiles et l'exploitation toujours plus importantes des ressources naturelles à caractère fini. Amorcée en Europe puis aux Etats Unis et s'est étendue progressivement à l'ensemble des pays du globe, la révolution industrielle a provoqué de grands bouleversements économiques, sociaux, politiques et environnementaux.

C'est ainsi que, les simulations du climat futur, réalisées avec des modèles couplés de la circulation générale de l'atmosphère et de l'océan, prévoient que l'augmentation de la concentration des gaz à effet de serre rejetés dans l'atmosphère par l'activité de l'homme devrait avoir un effet important sur le climat du prochain siècle **(André et Royer, 1999)**.

De nombreuses composantes du climat global ont changé au cours des dernières décennies : les températures moyennes globales ont augmenté, ainsi que les précipitations des hautes et moyennes latitudes de l'hémisphère nord **(Dandin, 2006)**. Le rapport du Giec (2013), montre que la température moyenne de la planète a augmenté en surface de près de 0,9 °C entre 1901 et 2012, ce diagnostic confirme, et précise, les chiffres publiés lors de ses quatre rapports précédents, en 1990, 1995, 2001 et 2007 **(Jouzel et Debroise, 2014)**. Depuis les années 1950, l'atmosphère et l'océan se sont réchauffés, les neiges et les glaces de la planète ont fondu, le niveau des mers a monté **(Jouzel et Debroise, 2014)**.

Au cours des 10 000 dernières années, la quantité de ces gaz à effet de serre présents dans notre atmosphère est demeurée relativement constante et a permis à la Terre de

conserver un climat relativement stable. La concentration de ces gaz a commencé à augmenter avec l'avènement de l'industrialisation, la hausse de la demande en énergie, la croissance démographique et les changements dans l'utilisation du territoire (**Bourque, 2000**).

Les activités humaines (agriculture, urbanisation, déforestation, chasse et pêche à outrance) ont entraîné ces 40 dernières années la disparition de 50 % des animaux sauvages. Pour les espèces végétales, le constat est tout aussi désastreux, puisqu'on estime que 22 % des plantes de la planète sont aujourd'hui menacées d'extinction. Les oiseaux et les mammifères sont également concernés par ce constat.

La frénésie expansionniste de l'homme ne connaît aucune limite et menace toute vie sur terre à long terme. La disparition de la mer d'Aral en constitue un parfait exemple. Pour des besoins d'irrigation de la culture du coton, cet immense lac, situé en Asie centrale, a perdu plus de 75 % de sa surface depuis 1960 et les conséquences en sont désastreuses, puisqu'on estime que cet assèchement aurait conduit à la disparition de 26 des 32 espèces qui vivaient initialement en mer d'Aral.

Véritables déversoirs à déchets, les océans connaissent eux aussi une situation chaque année plus dramatique et dont l'impact sur la faune est significatif : alors qu'en 1960, seuls 5 % des oiseaux marins avaient déjà avalé des morceaux de plastique, on estime aujourd'hui que 90 % d'entre eux en ont déjà absorbé. Par ailleurs, près de 90% des stocks de poissons marins dans le monde sont aujourd'hui surexploités ou à la limite de leur exploitation (**FAO, 2016**). 11 400 requins sont tués chaque heure. Les Nations unies estiment qu'au rythme actuel de la surpêche, les océans du globe pourraient ne plus contenir de poissons en 2050 et que si la fonte de la banquise dans l'océan arctique se poursuit, la population mondiale d'ours polaires, aujourd'hui estimée à 22 000 individus, diminuera des deux tiers d'ici à 2050. Egalement, à force d'une expansion démographique démesurée et d'industries toujours plus consommatrices de matières premières, l'espèce humaine a largement dilapidé ses forêts qui constituent un important puits de carbone, en détruisant chaque année 13 millions d'hectares. Parmi ces pertes, 75 % se font au profit de champs de cultures agricoles.

Or, le rapport du GIEC (2014) prévoit que la température terrestre pourrait augmenter de 3 à 6 degrés Celsius d'ici la fin du 21^e siècle, selon l'hypothèse d'un maintien de nos habitudes d'utilisation des énergies fossiles. Selon la même hypothèse, le niveau des mers pourrait monter de 0,5 à un mètre d'ici 2100. Ces changements seront irréversibles pour des centaines d'années à venir. Ils sont d'une ampleur comparable à ceux que la terre a

connus lors de la dernière déglaciation, il y a environ vingt mille ans. La température moyenne de la terre a alors changé de 5 degrés **(Ghil, 2018)**.

Ainsi, l'intensification et la diversification des activités humaines depuis le 18^{ème} siècle, est un phénomène sans précédent dans l'histoire de l'humanité qui a provoqué plus de changements dans l'environnement planétaire au cours des 200 dernières années qu'au cours des 2000 ans antérieurs **(Raven, Berg et Hassenzel, 2011)**.

Par ailleurs, alors que la terre ne comptait en 1800 qu'un milliard d'habitants **(Claessen, 2018)**, la population mondiale a franchi le seuil de 7 milliards et demi en 2017 et elle devrait continuer à croître et pourrait atteindre près de 10 milliards d'individus en 2050 **(Pison, 2017)**. L'augmentation de la population constituerait l'une des principales menaces pour l'équilibre planétaire ce qui implique l'augmentation des productions alimentaires pour satisfaire leurs besoins tout en leur assurant l'accès à l'énergie, à l'eau, au logement, à l'éducation, à la santé, aux infrastructures routières etc **(Chapelle S, 2017)**.

En effet, Pour maintenir notre mode de vie moderne, la dépendance de notre société des ressources naturelles augmente logiquement avec la taille de la population multipliée par les besoins en ressources de chacun car les deux paramètres augmentent de manière exponentielle. Et c'est là tout le problème, car la plupart des ressources naturelles dont nous dépendons existent sur notre planète en quantités limitées et sont donc épuisables. Le pétrole, l'uranium, l'eau douce, le phosphore etc., mais aussi les écosystèmes marins et terrestres et les sols cultivables, qui nous rendent des services écosystémiques indispensables pour nourrir la planète et pour réguler le climat **(Claessen, 2018)**.

Toutefois, l'usage des ressources naturelles ne pouvant continuer de croître indéfiniment, Meadows (1972) établissait déjà des limites à la croissance économique dans un monde fini. Mais c'est vers la fin des années 1980, que s'est développé véritablement, dans les arènes scientifiques internationales, un consensus sur l'existence d'un changement climatique d'origine anthropique caractérisé par l'augmentation des températures moyennes mondiales **(Dupuis, 2015)**. Et c'est à cette même période que la notion de développement durable a vu le jour dans le rapport Brundtland en 1987 qu'elle définit comme étant « un mode de développement qui répond aux besoins des générations présentes sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs ». Cela a eu pour conséquence la prise de conscience des instances internationales sur la remise en cause du modèle de développement linéaire basé sur le productivisme et le consumérisme et sur l'urgente nécessité de promouvoir un développement conciliant entre l'économie, le social

et l'environnement. Cette preuve du développement d'une culture mondiale de respect de l'environnement a donné naissance :

- aux différents sommets de la terre qui présentent un enjeu symbolique important et visent à démontrer la capacité collective à gérer les problèmes planétaires et affirment la nécessité du respect des contraintes écologiques,
- et à la convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques (CCNUCC) a été adoptée au cours du sommet de la terre de Rio de Janeiro en 1992 par 154 États.

La durabilité fournit un modèle de réflexion sur l'avenir qui met en balance les considérations environnementales, sociétales et économiques dans une perspective de développement et d'amélioration de la qualité de la vie. Ces trois dimensions (société, environnement et économie) sont indissociables : une société prospère, par exemple, a besoin d'un environnement sain pour apporter à ses citoyens les matières premières, la nourriture, l'eau potable et air pur **(ONU, 2012)**.

Le développement durable apparaît aujourd'hui comme l'un des impératifs d'action favorisant des politiques d'aménagement urbain, mettant en avant une série de constats concernant la congestion des villes, les pollutions, le mal-être, etc. Il faut penser à redéfinir la ville dans sa forme, son fonctionnement et sa gestion. Pour cela, il est utile - voire nécessaire - de réinterroger l'efficacité des pratiques anciennes de l'urbanisme pour penser le futur de nos villes **(Muriel Nelly Fotso Chakam, 2018)**.

Aujourd'hui, près de la moitié de la population vit en ville (2/3 en 2050). À travers le monde, les territoires urbains, qui représentent moins d'un pour-cent (1%) de la superficie de la planète, concentrent les grands défis écologiques, sociétaux et économiques de notre siècle : érosion de la biodiversité, épuisement des ressources naturelles et des matières premières en particulier énergétiques, dérèglement climatique, concentration de la grande pauvreté et des inégalités ... **(Lipovac & Boutonné, 2014)**. Aussi, pour mettre fin à la razzia sur les ressources naturelles, nous avons besoin à la fois d'une transition écologique et de la rationalisation de l'utilisation de ces ressources. Les modèles de villes durables développés par plusieurs études en constituent le premier pas. En effet, les ressources limitées de la terre, exploitées dans le cadre d'un modèle productiviste, remettent en question la capacité des villes à accueillir et satisfaire convenablement cette croissance.

Le défi qui se pose à l'humanité, notamment dans les villes, est de fournir des services à la population (mobilité, logement etc.) en rationalisant l'utilisation des ressources pour préserver l'environnement en respectant la durabilité et l'équité.

Beaucoup de ville ont ce qu'on peut appeler un « métabolisme linéaire » où la grande majorité des ressources consommées ressortent à nouveau comme des déchets liquides, solides ou gazeux. L'une des clés pour concevoir une ville durable est de réduire l'usage des énergies fossiles fortes émettrices de gaz à effet de serre et d'exploiter les déchets comme des ressources, ce qui se traduit par des boucles de flux de ressources et un « métabolisme circulaire ». Le but étant réduire l'impact négatif sur l'environnement.

Pays faiblement doté en ressources naturelles, notamment l'eau, et dont la majeure partie du territoire est aride, tous les spécialistes s'accordent à dire que l'Algérie figure parmi les pays qui subiront le plus les effets des changements climatiques qui viendraient s'ajouter aux cycles récurrent de sécheresse et de désertification.

Sur la base d'expériences réalisées un peu partout dans le monde, le présent travail vise un double objectif. D'abord, susciter l'intérêt des citoyens, des scientifiques et des décideurs sur la question de la durabilité des villes futures, ensuite proposer un modèle de ville durable implantée dans une zone aride.

Le présent mémoire s'articule autour de quatre chapitres.

Le premier s'intéresse au système climatique mondial ;

Dans le deuxième, nous borderons l'impact de l'homme et des villes d'aujourd'hui sur la planète ;

Le troisième chapitre est consacré aux études d'exemple ;

Enfin, dans le quatrième et dernier chapitre nous présenterons le modèle de conception écologique d'une ville durable : Laghouat.

CHAPITRE 1

Le système climatique mondial :
Les équilibres éco systémiques et la
biodiversité

« *C'est la dose qui fait le poison.* »

Paracelse

2. Le système climatique et ses caractéristiques

2.1. Le système climatique terrestre

Le système climatique terrestre repose sur un équilibre très fragile. Cet équilibre est mis en danger par les émissions de gaz à effet de serre liées aux activités humaines (Coquillaud, 2015).

La Terre est entourée d'une très mince enveloppe gazeuse : l'atmosphère, qui est composée principalement d'azote (78 %) et d'oxygène (21 %). La surface de la Terre est quant à elle recouverte à 70 % par les océans, les 30 % de terres émergées restantes étant très inégalement réparties (Simon, 2015).

L'atmosphère, les surfaces continentales, les océans et les glaces sont en interactions permanentes, à travers de nombreux processus physiques, chimiques ou biologiques. Cet ensemble influence les températures, les vents et les précipitations auxquels nous sommes confrontés au fil des jours, des saisons et des siècles (Eymard, 2015).

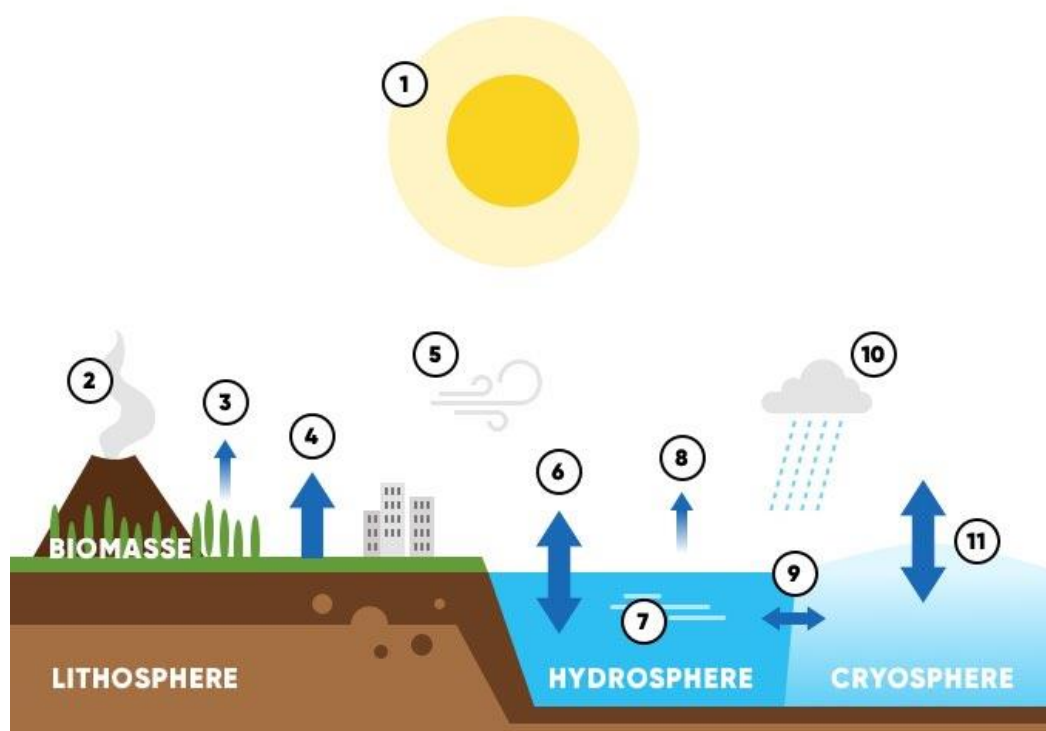


Figure 1 : le système climatique (Eymard, 2015)

1 Radiations solaires, 2 Gaz et particules volcaniques, 3 Évaporation et transpiration, 4 Interactions Terre/air, 5 Vents, 6 Interactions océans/air, 7 Courants marins, 8 Évaporations, 9 Interactions océans/glace, 10 Précipitations, 11 Interactions glace/air.

2.2. « Climat » : quelle définition ?

La notion de « climat » renvoie à l'ensemble des éléments qui caractérisent l'état moyen de l'atmosphère. Elle se définit à partir de statistiques sur une longue période (au moins trente ans) alors que la notion de « temps qu'il fait » renvoie aux conditions météorologiques d'un instant donné ou d'une courte période (une journée, une semaine, etc.) (**T Wiedmann, J Minx, 2008**).

De cette définition, on peut déduire :

- que le monde se divise en plusieurs régions climatiques. En plus des éléments atmosphériques que sont la température, les précipitations, l'humidité et la fréquence et la force des vents caractérisant un climat, celui-ci dépend également de la latitude (la chaleur du soleil étant plus forte sous les tropiques et près de l'équateur, que vers les pôles) et de l'altitude (les montagnes des tropiques auront un climat beaucoup plus frais que celui des plaines avoisinantes) ;
- que le climat, qui prend en compte les données de températures, de précipitations, d'humidité atmosphérique, la fréquence et la force des vents, est la moyenne des phénomènes météorologiques observés sur une longue période en un lieu donné.

2.3. Les différents climats

Il existe plusieurs types de climats sur Terre. On peut les classer en climats froids, climats tempérés et climats chauds.

2.3.1. Le climat d'altitude ou de montagne :

Le climat montagnard est un climat propre aux régions de forte altitude. Il commence généralement au-delà de 600 mètres d'altitude. Mais l'orientation influant beaucoup sur les températures et l'ensoleillement. Si les hivers sont généralement très froids et les étés relativement frais, le climat montagnard induit des précipitations fréquentes et d'importants contrastes météorologiques au cours de la même saison. (**I Reynaud-Farrera, J Maley, D Wirrmann, 1996**).

2.3.2. Le climat équatorial :

Le climat équatorial est un type de climat de la zone chaude intertropicale. Il concerne les régions voisines de l'équateur terrestre. Au plus proche de l'équateur, ce climat se caractérise par une seule saison, de fortes précipitations dont les maximums d'intensité sont aux équinoxes, ainsi qu'une température élevée et constante toute l'année (**M Mpounza, MJ Samba, 1990**).

2.3.3. Le climat tropical :

Le climat tropical se caractérise par des températures élevées dont la moyenne mensuelle ne descend jamais en dessous des 18 °C. Les précipitations, quant à elles, sont variables, passant d'une saison sèche à une saison humide.

Ainsi, c'est essentiellement la pluviosité qui définit les saisons du climat tropical. Pendant la saison sèche, les précipitations peuvent être quasiment nulles et les températures sont les plus basses. Pendant la saison humide -- ou saison des pluies --, les précipitations peuvent être très importantes et les températures sont élevées. Mais il existe aussi des climats tropicaux pour lesquels la situation s'inverse. Sur les îles Canaries, par exemple, les précipitations sont concentrées sur l'hiver alors que les températures sont fraîches pour la région (**F Lelong, 1991**).

2.3.4. Le climat désertique (ou subtropical) :

Le climat désertique se caractérise par la sécheresse toute l'année (l'aridité). Les températures sont différentes dans les déserts froids et les déserts chauds.

Les faibles précipitations ont des conséquences sur la végétation : celle-ci est rare ou adaptée à la sécheresse permanente. Il peut y avoir des pâturages temporaires entre lesquels les nomades organisent leur parcours avec leurs troupeaux. Les oasis sont des points d'eau qui permettent aux hommes de s'installer. Ils y font pousser des palmiers qui procurent des dattes et de l'ombre aux cultures.

La vie animale n'est pas absente des déserts : on y trouve en effet des mammifères (**chacal, fennec, etc.**), des insectes, des reptiles (serpents) et des oiseaux (**P Ozer, 2000**).

2.3.5. Le climat tempéré

Une région soumise à un climat tempéré, encore appelée région tempérée ou zone tempérée, est dans le sens commun une partie de la surface terrestre où les températures ne sont pas extrêmes, c'est-à-dire ni torrides, ni glaciales.

Ce climat est caractérisé par une période de 4 à 7 mois où les températures moyennes dépassent les 10 °C et où il y a donc une alternance entre une saison froide et une saison chaude (**J Pierreux, P Delaplace, B Bodson, B Dumont, 2018**).

2.3.6. Le climat polaire : L'arctique et l'antarctique

Le climat polaire est un type de climat caractérisé par des températures froides toute l'année, sans chaleur estivale et avec des hivers glaciaux. Les températures moyennes du mois le plus chaud ne sont jamais supérieures à 10 °C, ce qui correspond à la limite des arbres. Il entraîne l'existence d'un pergélisol et ne permet aucune agriculture. Ce climat est

caractéristique des côtes nord de l'Amérique du Nord, de l'Europe et de l'Asie, ainsi que du Groenland, de l'Arctique et de l'Antarctique (**M Chevallier, G Krinner, 2015**).

2.4. Effets du climat

2.4.1. Impacte du climat sur la distribution géographique des espèces

Pour comprendre la distribution géographique des espèces végétales et animales, il ne suffit pas d'examiner la répartition des eaux et des continents, ni de situer les frontières des climats, il faut aussi se rapporter à l'histoire géologique de la planète. La stratification géologique conserve l'histoire de l'apparition et de la disparition des grands groupes de plantes et d'animaux, et nous donne parfois un aperçu de la dominance de l'un ou de l'autre dans le paysage.

Mais le changement climatique peut causer de grave extinction s'il crée des déséquilibres majeurs dans les écosystèmes, surtout ceux peuplés par des espèces endémiques. Comme pour les zones insulaires, la montée du niveau de la mer poussera à une migration d'espèce qui bouleversera cet écosystème (**A Hufty, 2001**).

2.5. L'effet de serre, comment ça fonctionne ?

L'énergie solaire qui arrive sur la Terre provient d'une source très chaude (6000°C à la surface du soleil). Elle est composée de lumière visible (40%), d'infrarouges (IR) de longueur d'onde proche de la lumière visible (50%) et d'ultraviolets (UV) (10 %) (**djama Z., 2018**).

Quand elle pénètre la couche atmosphérique (1), l'énergie solaire connaît plusieurs péripéties. Une partie (30 %) est immédiatement renvoyée dans l'espace, en étant réfléchi (l'albédo) soit par l'atmosphère (nuages), soit par la surface même du globe (océans, glaces, déserts, etc.) (2). Les 70% restants viennent chauffer l'atmosphère et la surface terrestre (3). La surface terrestre réchauffée émet à son tour des infrarouges vers l'espace (4). Mais, ces infrarouges d'origine terrestre, qui ont une longueur d'onde beaucoup plus grande que les infrarouges solaires parce qu'émis par une source tiède (15°C en moyenne), sont eux, bloqués par les gaz à effet de serre présents dans l'atmosphère et réémis vers la Terre. Ils provoquent ainsi le réchauffement de l'ensemble de la planète (5). Les infrarouges qui n'ont pas été bloqués par les gaz à effet de serre repartent dans l'espace (6).

1. Le rayonnement solaire passe à travers l'atmosphère claire, 2. Une partie du rayonnement est réfléchiée par l'atmosphère et la surface de la Terre, 3. L'énergie solaire est absorbée par la surface de la Terre, 4. Elle est ensuite convertie en chaleur (rayonnement infrarouge) qui est renvoyée vers l'espace, 5. Une partie du rayonnement infrarouge est absorbée par les

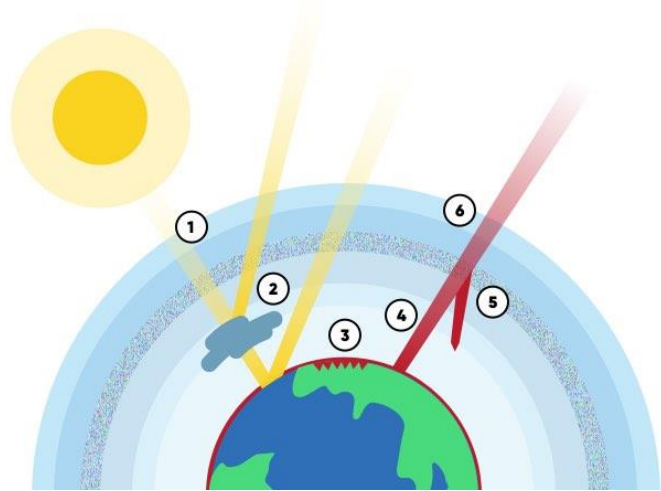


Figure 2 : Le fonctionnement de l'effet de serre
(<https://reseauactionclimat.org/urgence-climatique/>)

molécules de gaz à effet de serre entraînant le réchauffement de la basse atmosphère et de la Terre, 6. Le reste du rayonnement solaire passe à travers l'atmosphère et se perd dans l'espace.

2.6. L'effet de serre est indispensable à la vie sur terre

La Lune, pourtant très proche de la Terre à l'échelle du système solaire, subit de très fortes disparités de températures, puisque dans certaines régions, on y mesure plus de 100°C le jour et -183°C la nuit. Ces températures extrêmes s'expliquent par l'absence d'atmosphère, qui régule la température sur Terre.

Sur Terre, les gaz à effet de serre (dioxyde de carbone (CO₂), méthane (CH₄), protoxyde d'azote (N₂O), gaz fluorés (CFC), ...) ne représentent qu'une portion très faible de l'atmosphère. Par exemple pour le CO₂, la concentration est de l'ordre de 0,04 % ou 400 parties par million (ppm), contre environ 300 ppm avant l'ère industrielle. Ces gaz jouent pourtant un rôle déterminant dans le maintien d'une température terrestre propice à la vie et leur équilibre est très fragile. Toute modification de leur concentration est susceptible de déstabiliser l'équilibre climatique.

Le CO₂ ne représente qu'une portion infime de l'atmosphère (0,04 %, également exprimé par le chiffre 400 ppm). Une variation de cet équilibre est susceptible de déstabiliser l'équilibre climatique (**Patrick Bartholomé, 2014**).

2.7. Quel climat aujourd'hui et demain ?

Le GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) présente, dans chacun de ses rapports, les évolutions passées du climat ainsi que les projections futures (**Robert Barbault, 2016**).



Photo 1 Cottesloe Beach, Perth, Australie-Occidentale (15 Novembre 2008)

Le constat sur les évolutions passées est sans appel, La température moyenne mondiale a augmenté de 0,85°C.

Dans son cinquième rapport (publié en 2013), le GIEC montre que la hausse des températures s'est accélérée ces dernières années :

- La température moyenne mondiale (terre et océans) a augmenté de 0,85°C entre 1880 et 2012.
- Chacune des trois dernières décennies (1980-1990 / 1990-2000 / 2000-2010) a été plus chaude que la précédente et que toutes les autres depuis 1850.

La NASA a montré que l'année 2016 - comme 2014 et 2015 l'avaient été précédemment - a été la plus chaude jamais enregistrée sur la surface de la Terre (en moyenne), avec environ 1,1°C de plus que la température moyenne de l'ère préindustrielle. C'est la première fois depuis la période 1939-1941 qu'on mesure trois records annuels d'affilée au niveau mondial. 15 des 16 années les plus chaudes jamais enregistrées ont ainsi eu lieu depuis 2001 (**Kerry Sheridan, 2018**).

2.8. La fonte des glaces et la hausse du niveau des mers s'accélèrent

Parallèlement à la hausse des températures, le GIEC met en avant deux autres indicateurs qui sont « dans le rouge » et qui attestent des changements climatiques en cours :

- La fonte de la cryosphère (c'est à dire la fonte du manteau neigeux, de la banquise et des glaciers de montagne, du Groenland ou de l'Antarctique). Depuis les années 1960, le manteau neigeux s'est réduit en moyenne de 11,7 % (au mois de juin) par décennie dans l'hémisphère nord (**Hannah, 2018**).
- Le niveau de la mer a augmenté de 20 centimètres en 2016 par rapport à 1901 et, sur la période 1901-2010, avec un rythme annuel moyen de +1,7 mm/an. Ce phénomène

s'accélère grandement, puisqu'entre 2004 et 2015, la hausse moyenne est passée à 3,49mm/an. La hausse du niveau des mers est donc un peu plus de deux fois plus rapide depuis 13 ans, par rapport au siècle dernier.

Une personne sur dix dans le monde habite dans une zone menacée par la montée des eaux.

Par exemple, en France l'élévation du niveau des mers se situe dans la moyenne mondiale, le territoire métropolitain est particulièrement vulnérable car il est bordé de mers sur près de 5500 km. Sur ces côtes vivent des millions d'habitants, notamment dans les villes comme Calais, Dunkerque, Marseille ou Nice. Le tissu économique y est souvent tributaire de la mer (pêche, marais et tourisme). Les basses terres comme le littoral aquitain sont très vulnérables à l'érosion. Et dans certains endroits, la mer a avancé de 100 à 150 mètres en 150 ans (selon le Ministère de l'Écologie). Les Outre-mer (territoire hors de la France métropolitain) sont également confrontés aux impacts des changements climatiques sur les littoraux. Ces derniers incluent l'érosion côtière, les submersions, les inondations, les mouvements de terrain et la salinisation des sols et des nappes phréatiques. La plupart de ces risques sont liés à des tempêtes tropicales. Les îles affectées par les cyclones y sont donc très exposées : Martinique, Guadeloupe, Mayotte, Réunion, etc. **(Céline Lison, 2019).**

L'élévation du niveau des mers

Le lien entre élévation du niveau de la mer et migration est clair. L'élévation du niveau de la mer est en effet pratiquement irréversible et se manifeste de manière plus ou moins linéaire sur une longue période de temps. En l'absence d'infrastructures nouvelles telles que des digues, elle rend l'émigration définitive inéluctable, tout en permettant des départs progressifs et planifiés. L'élévation du niveau de la mer est également au cœur des manifestations les plus spectaculaires et médiatisées du changement climatique, comme la disparition éventuelle d'États insulaires.

Comparée à d'autres événements climatiques, l'élévation du niveau de la mer est un phénomène assez nouveau, comme en témoigne le nombre limité d'études sur le sujet. Il existe cependant des précédents historiques. Par exemple, les îles de la baie de Chesapeake, sur la côte Atlantique des États-Unis, connaissent depuis le milieu du XIXe siècle une élévation du niveau de la mer d'environ 0,35 cm par an, phénomène qui, cumulé à d'autres facteurs socio-économiques, a conduit les populations résidentes à abandonner la plupart de ces îles au début du XXe siècle **(Arenstam Gibbons et Nicholls, 2006)**. Les conséquences de l'élévation du niveau de la mer peuvent être prévues et localisées avec une certaine fiabilité, car la configuration des côtes, leur altitude et leur population sont faciles à intégrer dans des systèmes d'information géographique (SIG) qui permettent simulations et

projections. Il est donc possible de calculer – à l'échelle mondiale – le nombre de personnes vivant dans les zones côtières basses et menacées par la montée des eaux, les grandes marées, les vagues de forte amplitude, la salinisation ou l'érosion côtière.

Mac Granahan et al. (2007) définissent les zones côtières basses comme situées à une altitude de moins de 10 mètres. Même si ces zones ne représentent que 2,2 % des terres émergées de la planète, elles sont actuellement habitées par 10,5 % de la population mondiale, soit environ 602 millions d'individus, dont 438 millions vivent en Asie et 246 millions dans les pays les plus pauvres du monde. Anthoff donne un chiffre légèrement inférieur (397 millions d'individus), ce qui reste encore considérable (**Anthoff, Nicholls et al. 2006**). Il serait pourtant prématuré de conclure que tous seront obligés d'évacuer leurs habitations dans un avenir proche. Le rapport du GIEC évoque la possibilité d'une hausse de sept mètres du niveau de la mer en cas de fonte de la couverture glaciaire du Groenland, mais un tel scénario ne se produirait qu'à l'échéance de plusieurs siècles, voire plusieurs millénaires. Une augmentation de 0,3 à 0,8 mètre du niveau de la mer est par contre envisagée pour un avenir beaucoup plus proche et il semble raisonnable de considérer que les populations vivant à une altitude de moins de 1 mètre au-dessus du niveau de la mer sont directement vulnérables d'ici à quelques décennies. Selon Anthoff (2006), 146 millions d'individus seraient concernés, dont 75 % dans les deltas des grands fleuves et les estuaires d'Asie du Sud (Indus, Gange et Brahmapoutre, etc.) et en Asie (Mékong, Yangzi, rivière des Perles, etc.). Bien que beaucoup moins peuplées, certaines îles (comme Tuvalu ou les Maldives) sont les plus menacées à court terme, car elles sont situées à quelques centimètres seulement au-dessus du niveau de la mer (**Gemenne et Shen, 2008 ; Oliver-Smith, 2011**).

En somme, l'élévation du niveau de la mer constitue probablement l'aspect du changement climatique le plus clairement menaçant en termes de migrations forcées à long terme. Mais la réaction à l'élévation du niveau de la mer est plus complexe que le simple abandon des terres. La migration peut en effet se produire bien avant que l'espace ne devienne véritablement inhabitable ; à l'inverse, les populations concernées peuvent élaborer des stratégies d'adaptation et d'atténuation de différentes manières.

2.9. Au XXI^{ème} siècle, les changements climatiques pourraient s'amplifier

2.9.1. La température moyenne globale en forte hausse

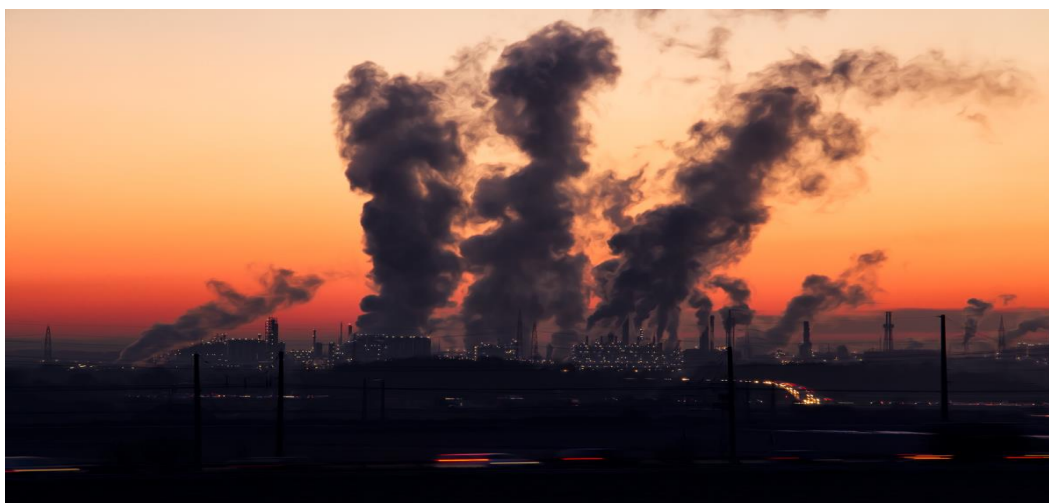
Si on ne réduit pas nos émissions de gaz à effet de serre au cours des prochaines années, la température moyenne globale pourrait augmenter de près de 5°C d'ici à 2100 (le scénario RCP8.5 du GIEC montre que la température moyenne globale de la période 2081-2100 pourrait augmenter de 4,8°C par rapport à la période 1986-2005.). Dans ce scénario,

d'ici à 2100, un été sur deux pourrait être aussi caniculaire que l'année 2003, alors qu'une telle canicule a été très rare sur les 100 dernières années. De même, les événements extrêmes comme les fortes pluies deviendront plus intenses et se produiront plus fréquemment sur les continents des moyennes latitudes et dans les régions tropicales humides.

Au-delà de la hausse des températures, les changements climatiques pourraient avoir des impacts sur la pluviométrie. De façon globale, la répartition saisonnière des précipitations pourrait être modifiée, avec une pluviométrie amoindrie en été dans certaines régions, alors que les besoins en agriculture sont importants durant cette période. D'autres impacts pourraient toucher l'agriculture, notamment la multiplication des maladies du bétail transmis par les insectes et la montée vers le nord d'insectes et de chenilles ravageuses (Bernard Seguin, 2010).

2.10. Les objectifs climatiques

Face à l'urgence climatique, 195 pays, réunis en 2015 à Paris lors de la Conférence des Parties (COP) 21, visent une limitation de la hausse de la température "bien en deçà de 2°C", en faisant tous les efforts pour la maintenir "en deçà de 1,5°C".



*Photo 2 nuage de gaz polluant émis par une zone industrielle
(<https://reseauactionclimat.org/urgence-climatique/>)*

En 2009, lors de la conférence de Copenhague (COP 15), les pays du monde entier se sont mis d'accord pour limiter la hausse des températures sous 2°C, d'ici à la fin du siècle (par rapport aux températures préindustrielles, en 1850). Il a été établi qu'au-delà de ce seuil de 2°C, les changements climatiques auraient des conséquences irréversibles sur la planète. En 2012, l'Agence internationale de l'énergie (AIE) a affirmé que pour respecter l'objectif de 2°C, il ne faut exploiter qu'un tiers de l'ensemble des ressources fossiles d'ici à 2050. Autrement dit, 2/3 de ces ressources doivent rester dans le sol.

Si l'accord signé lors de la COP 21 se traduit en actes, cet horizon signifie qu'il faut tourner le dos aux énergies fossiles (charbon, pétrole et gaz) au niveau mondial avant le milieu du XXI^e siècle. Et donc, opérer une transformation rapide de notre système de production et de consommation d'énergie au cours des 35 prochaines années. L'objectif de long terme pour la planète, défini dans cet accord, n'est pas seulement de limiter le réchauffement bien en deçà de 1.5 ou 2°C, mais d'atteindre « l'équilibre entre puits anthropiques et émissions de gaz à effet de serre pendant la seconde moitié du siècle (...) conformément aux meilleures données scientifiques disponibles ». Concrètement, cela veut dire zéro émissions (nettes) de gaz à effet de serre (dioxyde de carbone, méthane, HFC, etc.) le plus tôt possible après 2050 (autour de 2060-2080). Ce qui implique de ne plus émettre de CO₂ lié à l'utilisation d'énergies fossiles dès 2050 et de laisser environ 80 % des combustibles fossiles dans les sols.

Il n'y a pas d'autre alternative que pour y parvenir que de viser un horizon fait de 100 % d'énergies renouvelables d'ici à 2050, rendu possible par des économies d'énergie à tous les niveaux. Cela exigera aussi des transferts financiers et technologiques pour que les pays les plus pauvres puissent accéder, eux aussi, à cette transition.

3. Les écosystèmes et leurs équilibres

3.1. La définition d'un écosystème

L'écosystème est l'unité de base du champ d'étude scientifique de la nature (l'écologie scientifique). Selon cette discipline, l'écosystème est un milieu physiquement délimité, constitué de ses deux composantes indissociables (**E-RSE, 2017**) :

- Le biotope : c'est-à-dire un environnement physique particulier avec des caractéristiques physiques spécifiques (température, humidité, climat)
- La biocénose : c'est-à-dire un ensemble d'êtres vivants (animaux, végétaux, micro-organismes) en interaction, et donc en interdépendance.

La biocénose (les êtres vivants) évolue sur un biotope particulier et constituent un écosystème.

Le concept d'écosystème se décline à toutes les échelles de grandeur (simple mare, forêt, chaîne de montagnes, planète Terre dans son ensemble). Une entité vivante, ou une partie de cette entité, constitue elle-même un écosystème en soi (exemple : le biotope intestinal et son microbiote).

La science dont l'objet est l'étude des interactions des êtres vivants (la biodiversité) avec leur environnement et entre eux au sein de cet environnement (l'ensemble étant désigné par le terme « écosystème ») est **l'Ecologie**.

En tant que discipline scientifique, l'écologie permet de mieux comprendre comment les êtres vivants vivent et interagissent au sein d'un milieu. En tant qu'idée politique et sociale, l'écologie a pour objectif de protéger les écosystèmes, la biodiversité, et l'environnement en général, notamment afin de permettre aux sociétés d'y vivre avec résilience et de façon pérenne.

3.2. Comment fonctionne un écosystème naturel ?

On dit souvent que les écosystèmes naturels sont des systèmes « équilibrés ». Cela signifie que les interactions entre les différents organismes qui constituent l'écosystème contribuent à une certaine stabilité. Par exemple, dans les écosystèmes des plaines herbeuses, les herbivores consomment de l'herbe, mais nourrissent aussi le sol avec leurs déjections, ce qui permet à l'herbe de repousser et permet une sorte d'équilibre. Mais cela ne veut pas dire pour autant qu'un écosystème, même sain, soit statique. En réalité, un écosystème évolue en permanence, son fonctionnement reposant sur des processus dynamiques en constante mutation (**Blaise Mao, 2014**).

Par exemple, la biocénose, les organismes vivants, interagissent avec leur milieu et le transforment sans cesse : les animaux tassent le sol, les végétaux créent de l'humidité ou régulent la température, parfois certaines espèces deviennent envahissantes et d'autres disparaissent. Un écosystème évolue aussi lorsqu'un événement ou une contrainte extérieure ou imprévue tendent à le modifier : un phénomène climatique ou naturel par exemple peut entraîner des transformations dans le milieu, mais aussi obliger les organismes vivants à s'adapter à de nouvelles contraintes **(Comeen, 2017)**.

Toujours en quête de stabilité, les divers déséquilibres tendent à se compenser en permanence. Certains écosystèmes évoluent très lentement alors que d'autres peuvent se transformer très rapidement, voire parfois, dans les cas extrêmes disparaître.

3.3. Liens entre écosystème et activités humaines

Depuis la domestication du feu jusqu'aux ambitions de la conquête spatiale, le genre humain n'a cessé de vouloir utiliser, modifier et transformer les écosystèmes naturels. Par exemple, quand on transforme une plaine pour y faire pousser des céréales, on modifie sensiblement l'écosystème jusqu'à parfois faire disparaître totalement ses fondements originels. Aujourd'hui, les activités humaines ont un tel impact sur les écosystèmes que l'on parle désormais d'anthropocène pour qualifier la période à partir de laquelle l'influence de l'homme sur son milieu a commencé à le transformer radicalement.

Ces transformations s'observent un peu partout : l'urbanisme transforme les écosystèmes naturels, la pollution et les activités humaines détruisent la biodiversité, le réchauffement climatique transforme le climat et menace les écosystèmes globaux **(G Fried, 2018)**.

3.4. Pourquoi préserver les écosystèmes ?

L'être humain dépend des écosystèmes naturels au même titre que tous les autres êtres vivants. Par exemple, l'agriculture qui fournit notre nourriture dépend des caractéristiques de l'écosystème. Les céréales ou les légumes ne poussent que dans certaines conditions de température et d'humidité, sous certains climats, et à condition que certains processus naturels aient lieu, comme la pollinisation. Si on modifie trop profondément ces caractéristiques, il y a un risque que l'on ne puisse plus produire ce que nous produisons aujourd'hui, ou plus de la même façon. C'est ce qui se passe dès aujourd'hui : à force d'exploiter les sols pour l'agriculture, nous avons réduit la qualité organique de ces derniers et ils sont moins propices aujourd'hui pour produire certains aliments. De ce fait, la

productivité des céréales baisse depuis plusieurs années. Un autre exemple connu est celui des abeilles : elles sont un maillon essentiel de certains écosystèmes, et leur disparition (à cause de l'utilisation de pesticides et de l'urbanisation) pose d'ores et déjà des problèmes (**P Borsa, 2019**).

3.5. Les écosystèmes élargis aux environnements humains

Paradoxalement, c'est par la mise en perspective et la rationalisation de ces écosystèmes artificiels que l'Homme parviendra peut-être à restaurer une cohabitation plus harmonieuse et pérenne avec les biotopes naturels et leurs populations vivantes, notamment dans les domaines suivants :

- Approvisionnement : eau, nourriture, matériaux, ressources énergétiques, pharmacopée...
- Régulation : climat, cycle de l'eau, cycles bioécologiques, stabilité atmosphérique (production d'oxygène ...)

Cette conciliation dépendra directement des stratégies de développement durable mises en œuvre, seules garantes de l'habitabilité à long terme de l'écosystème terrestre dans sa globalité.

3.6. Les écosystèmes en Algérie

Les formations forestières : couvrent environ 4,1 millions d'hectares réparties par ordre d'importance (Cf. Figure3) :

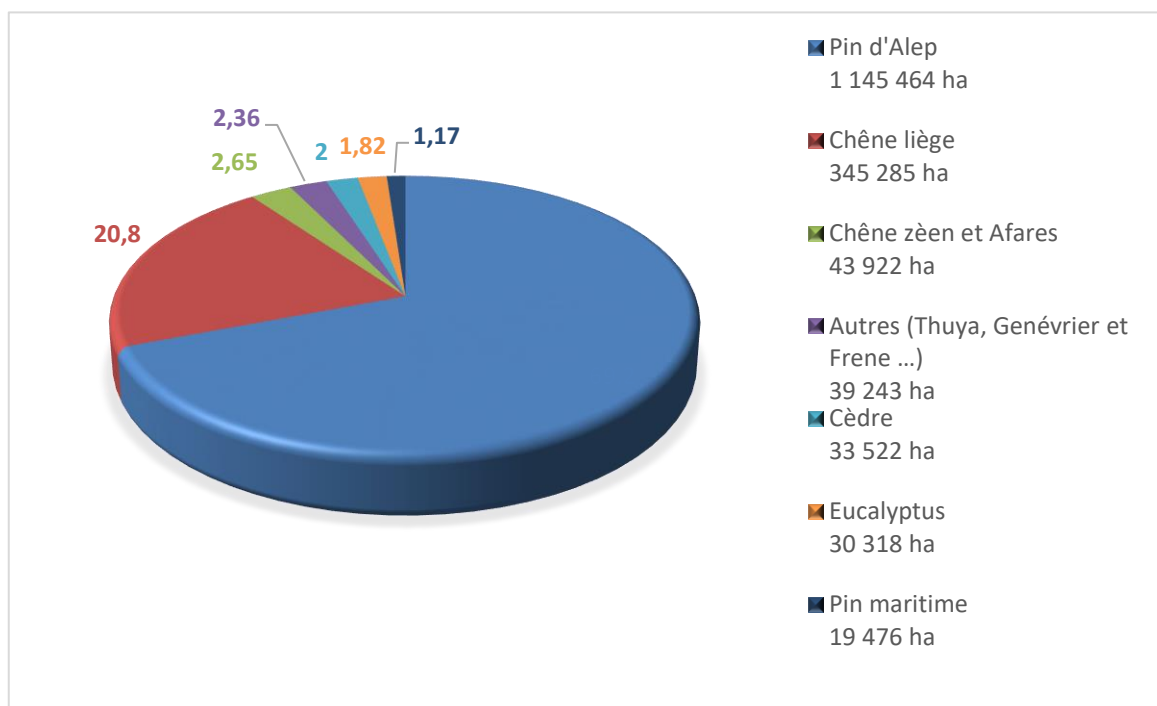


Figure 3 Diagramme de la formation forestière en Algérie (**DGF, 2018**)

Alfatier national : 3 829 488 ha dont 2 772 848 ha productifs soit 72%.

Steppique et saharien : les dayas à Pistachier de l'Atlas, l'Arganeraie, les savanes à Acacia, les forêts galerie à tamarix et calotropice, ...

3.6.1. Les zones humides.

Réparties en 16 complexes et 103 sous-complexes, elles sont composées de :

- Zones humides naturelles : 438
- Zones humides artificielles : 320

Depuis la ratification de la convention de Ramstar, 50 sites ont été classés zone humide d'importance internationale avec une superficie globale de 2 199 013 ha.

4. La biodiversité

La biodiversité, mot composé des mots bio (du grec βίος « vie ») et « diversité », est la diversité de la vie sur la Terre. Elle s'apprécie en considérant la diversité des écosystèmes, des espèces et des gènes dans l'espace et dans le temps.

La biodiversité, c'est l'ensemble des êtres vivants, micro-organismes, plantes, champignons ou animaux. Ce sont aussi les interactions qui les relient entre eux et avec le milieu où ils vivent. Nous, les êtres humains, faisons partie des êtres vivants, et nous interagissons dans le temps et dans l'espace avec les autres composantes de la biodiversité. C'est pourquoi on a pu en dire que c'est "le tissu vivant de la planète" ou « la vie, dans ce qu'elle a de divers ».

La biodiversité est donc un concept beaucoup plus vaste que la simple collection d'espèces animales et végétales à laquelle on la réduit souvent : c'est la diversité de la vie à tous ses niveaux d'organisation, du gène aux espèces et aux écosystèmes. Ces niveaux sont en dynamique et interactions permanentes et sont le cadre de l'évolution du vivant **(Hamini F., 2018)**.

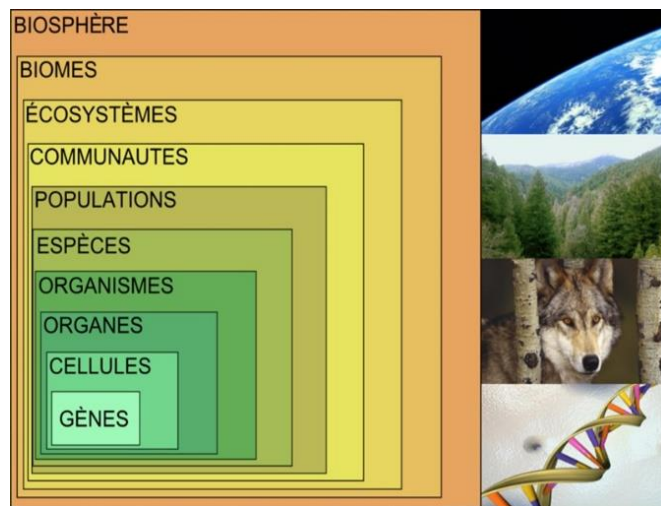


Figure 4 : schéma de la hiérarchie de la biodiversité **(Hamini F., 2018)**

Les paysages qui nous entourent expriment la diversité des écosystèmes, fruit de l'histoire de l'évolution et des influences humaines.

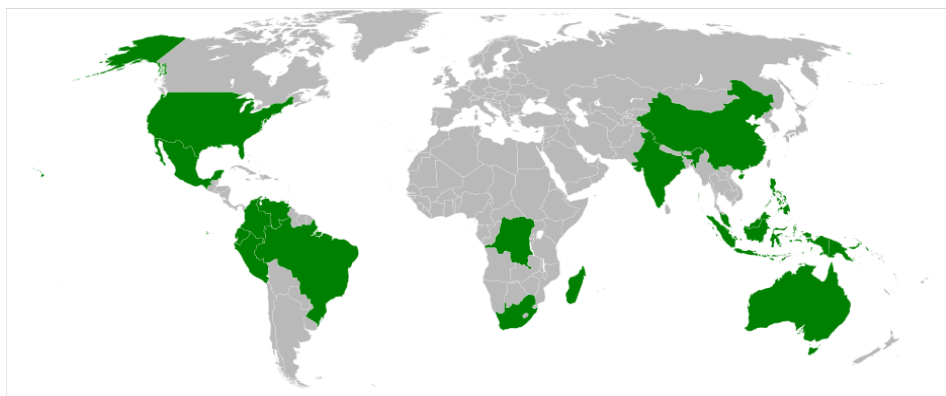


Photo 3 Les 17 pays présentant la plus forte diversité biologique **(Hamini F., 2018)**

4.1. La situation actuelle de la biodiversité dans le monde :

Le constat est alarmant, un million d'espèces animales et végétales pourraient être rayées prochainement de la surface du globe, soit une espèce sur huit (1/8), selon le rapport de la Plateforme Intergouvernementale sur la Biodiversité et les Services Ecosystémiques.

« Les changements d'usage des terres et de la mer, l'exploitation directe de certains organismes, le changement climatique, la pollution et les espèces exotiques envahissantes (introduites dans de nouveaux milieux par l'activité humaine) » (**IPBES, 2019**) représentent, selon le même rapport – les menaces qui pèsent sur la biodiversité dans le monde, causées essentiellement par les activités humaines.

Voici une liste des dix (10) animaux les plus connus mais malheureusement menacés d'extinctions (**P. Hayoun, 2019**) :

- **Le gorille** : les quatre sous-espèces de gorilles sont en danger, menacées par la chasse, la perte de leur habitat, le commerce illégal d'animaux et les maladies infectieuses.
- **Le tigre** : Dans l'ensemble de leur aire de répartition, les tigres sont exposés aux braconniers, aux conflits avec les populations locales et à la destruction de leur habitat. Des populations trop peu nombreuses se retrouvent ainsi isolées géographiquement, si bien qu'elles ne sont plus viables. En un siècle, près de 97 % des tigres ont disparu. On estime qu'il reste uniquement 3.890 tigres vivant dans le monde à l'état sauvage.
- **Le panda** : À cause de la réduction de son habitat, le panda trouve plus difficilement le bambou dont il raffole. Les forêts sont coupées pour faire place à l'agriculture, l'exploitation minière et la construction de routes. De nombreuses populations de pandas se retrouvent ainsi isolées. On estime qu'il reste 1.900 pandas géants vivant à l'état sauvage.
- **Le dauphin** : Les dauphins comptent parmi les plus anciens animaux de notre planète, à l'instar de certaines tortues marines, des crocodiles et des requins. Pourtant, plusieurs espèces de dauphins vivent peut-être leur dernière décennie sur Terre. En cause, les filets de pêche, la pollution ou encore le trafic maritime. Chaque année, 23.000 dauphins sont capturés et tués au Japon, à Taiji, et cela lors d'une chasse annuelle qui s'étend de septembre à avril.
- **Le rhinocéros** : Aujourd'hui, il reste très peu de rhinocéros hors des parcs nationaux et des réserves naturelles. C'est le braconnage qui constitue la menace principale pour cet animal, plus de 520 tués depuis le début de l'année (**planetoscope, 2019**). La corne du

rhinocéros est convoitée pour son usage en médecine traditionnelle asiatique. De plus, son habitat est menacé : les prairies fertiles sont remplacées par des terres agricoles et de nombreuses forêts disparaissent. On estime qu'il reste 67 rhinocéros de Java vivant à l'état sauvage.

- **Le jaguar** : Le jaguar a vu son habitat diminuer de moitié et ses terrains de chasse se vider de leurs proies. La déforestation, le développement des infrastructures et les représailles des éleveurs ont fait s'effondrer la population de jaguars.
- **L'ours brun** : Aujourd'hui, seules les zones les plus sauvages abritent encore des populations d'ours bruns. Mais même retranché au cœur de la nature, l'ours brun continue d'être chassé par les hommes. L'exploitation forestière et la construction de nouvelles routes menacent également directement son habitat et ont un impact sur son mode de vie.
- **L'éléphant** : Alors que 300 espèces d'éléphants ont peuplé la surface de la Terre, il n'en reste aujourd'hui que deux : l'éléphant d'Afrique et l'éléphant d'Asie. Aujourd'hui, l'habitat de l'éléphant est réduit. Aussi, les conflits entre l'homme et l'animal et le braconnage pour l'ivoire, d'une ampleur sans précédent, menacent la survie de l'espèce.
- **L'ours polaire** : A cause du réchauffement climatique, la banquise de l'Arctique fond à une vitesse alarmante. Les ours, qui dépendent de la banquise pour se nourrir, doivent désormais jeûner plus longtemps. Leur santé décline et leur taux de reproduction décroît. La chasse non durable, la pollution et l'exploration pétrolière participent elles aussi au déclin de la population d'ours polaires. On estime qu'il reste 20 à 30.000 ours polaires vivant à l'état sauvage.
 - **La loutre** : Principalement présente en Europe, la loutre bénéficie d'un habitat qui est de moins en moins accueillant : de nombreuses zones humides ont disparu, des berges bétonnées et canalisées et des rivières polluées. De plus, dans de nombreuses régions, la loutre ne trouve plus assez de nourriture car les poissons se font rares.

4.2. L'Union Internationale pour la Conservation de la Nature UICN

- Les catégories et critères de la **Liste rouge de l'UICN** se veulent un système facilement et largement compris pour la classification des espèces en grand risque d'extinction mondiale. Il divise les espèces en neuf catégories : non évaluées, données insuffisantes,

préoccupation mineure, quasi menacées, vulnérables, en voie de disparition, en danger critique, éteintes à l'état sauvage et éteintes.

- 27 000 espèces sont menacées d'extinction ceci représente 27% de la biodiversité mondiale, ainsi l'extinction menace, 40% des Amphibie, 25% des Mammifères, 34% des Conifères, 14% des oiseaux, 31% des Requins et Raies, 33% des barrières de corail et 27% des Crustacé (UICN, 2019).

4.3. La biodiversité en Algérie

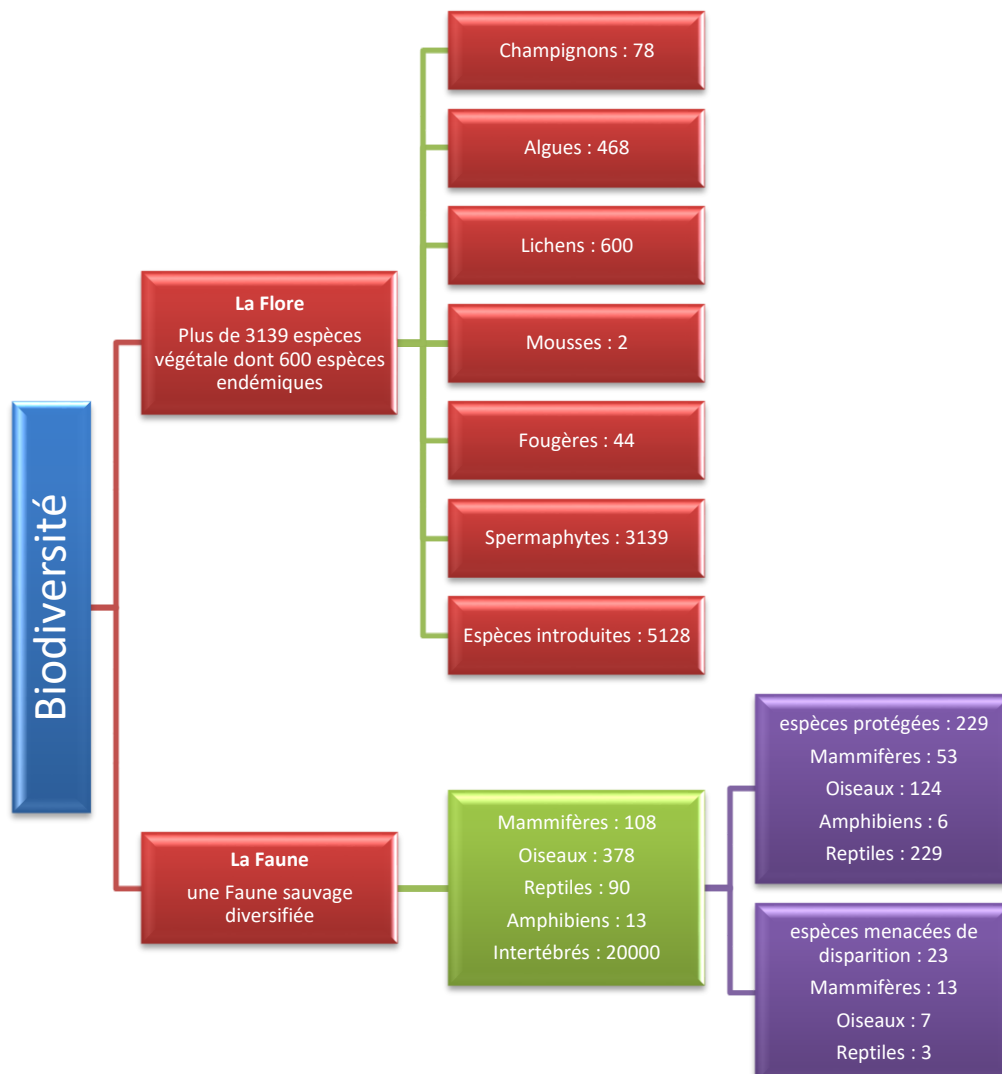


Figure 5 Organigramme de la biodiversité du patrimoine Algérien, 2018 (DGF, 2018)

CHAPITRE 2

L'impact de l'homme et des villes
d'aujourd'hui sur la planète

« ***I**l ne sert à rien à l'homme de gagner la Lune
s'il vient à perdre la Terre »*

François MAURIAC

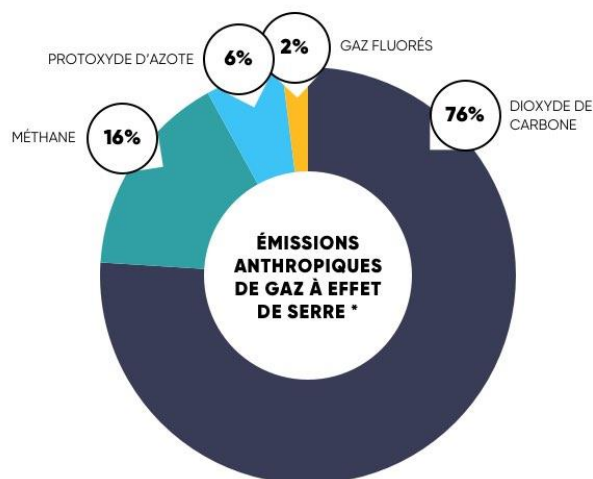
5. L'impact de l'homme sur les équilibres écosystémiques et la biodiversité :

5.1. Les gaz à effet de serre émis par l'homme et leurs potentiels de réchauffement

5.1.1. Les différents types de gaz à effet de serre :

On distingue quatre grandes catégories de gaz à effet de serre à longue durée de vie : le gaz carbonique (CO₂), le méthane (CH₄), le protoxyde d'azote (N₂O) et les gaz fluorés ou chlorofluorocarbures (CFC), hydrofluorocarbures (HFC), vapeur d'eau etc.

- Le gaz carbonique (CO₂) provient en grande majorité de la combustion des énergies fossiles (pétrole, charbon et gaz) dans les transports, la production d'électricité, l'industrie et l'habitat. La déforestation (surtout en zones tropicales) et les brûlis des étendues herbeuses sont la deuxième source d'émission de CO₂. Enfin, une part des émissions concerne également le produit de la cuisson de calcaire pour fabriquer la chaux et le ciment, ainsi que d'autres activités industrielles. (V Manneville, C Raison, A Gac, A Le Gall, 2011).
- Le méthane (CH₄) provient essentiellement de l'élevage des ruminants (vaches, moutons et chèvres en raison de leur digestion particulière), des rizières, des décharges d'ordures ménagères et des exploitations pétrolières et gazières, en raison des fuites de gaz naturel.
- Le protoxyde d'azote (N₂O) est principalement dû à l'utilisation d'engrais azotés agricoles, à la production d'aliments pour bétail et à certains procédés chimiques, comme la production d'acide nitrique.
- Les gaz fluorés sont utilisés comme réfrigérants (climatisation et chaînes du froid), extincteurs et dans certains procédés industriels et biens de consommation (comme certains dissolvants). Ils ne sont pas naturellement présents dans l'atmosphère (A Riedacker - Mondes en développement, 2003).



* Pourcentages en Gt CO₂ eq/an pour l'année 2010

Figure 6 diagramme des gaz à effet de serre
(<https://www.pourleclimat.eu/lurgence-climatique>)

5.2. Les Périodes géologiques

5.2.1. La période du paléolithique

Le Paléolithique est caractérisé avant tout par une économie de prédation : les humains de cette époque sont des chasseurs-cueilleurs, qui tirent parti des ressources disponibles dans la nature. Les hommes du Paléolithique ne connaissent ni l'agriculture, ni l'élevage, qui caractériseront le Néolithique.

La densité de population au Paléolithique est estimée à moins de 0,01 habitant au kilomètre carré (déserts chauds et froids compris dans la moyenne). Cette faible densité est due à une faible capacité à exploiter les ressources alimentaires de l'environnement, ajoutée à une raréfaction des ressources pendant les périodes glaciaires, caractérisées par un climat plus sec. **(Brigitte et Gilles Delluc, 2002)**

5.2.2. La période du néolithique

L'influence de l'Homme sur son environnement n'est effective qu'à partir de "la Révolution néolithique" (de 4.500 ans à 7.500 avant nos jours).

La phase climatique qui préside à ce bouleversement est celle de l'Atlantique, au climat chaud et humide.

L'Homme découvre la domestication de l'environnement végétal (agriculture) et animal (élevage), passant ainsi de l'économie du chasseur-cueilleur nomade à celle d'un sédentaire agriculteur et éleveur : il devient producteur de sa subsistance. **(J Lichardus, M Lichardus-Itten, 2018).**

5.2.3. La révolution industrielle

La fin du XIX ème siècle est marquée par deux révolutions industrielles qui ont permis une forte croissance de l'économie.

5.2.3.1. La première révolution industrielle

Cette révolution industrielle concerne essentiellement le Royaume-Uni dans la deuxième moitié du XVIII ème siècle. Elle a été permise grâce aux profits tirés de l'agriculture et du commerce et repose sur le charbon, la machine à vapeur mise au point par James Watt en 1769. De nouvelles machines dans le secteur du textile, de la sidérurgie sont développées. C'est l'apparition des " Pays noirs " comme le Pays de Galles.

Cette révolution s'étend à d'autres pays beaucoup plus tardivement, au milieu du XIX ème siècle **(D Cohen, 2006).**

5.2.3.2. La deuxième révolution industrielle

Elle commence vers 1880 et repose sur des nouvelles sources d'énergie, le pétrole et l'électricité. C'est aussi l'époque du développement de l'automobile, de la chimie, des machines-outils (G Anders, C David, 2002).

5.2.4. La période de l'anthropocène

L'Anthropocène, soit l'Ère de l'Homme, est un terme relatif à la chronologie de la géologie proposé pour caractériser l'époque de l'histoire de la Terre qui a débuté lorsque les activités humaines ont eu un impact global significatif sur l'écosystème terrestre.

L'Anthropocène serait la période durant laquelle l'influence de l'être humain sur la biosphère a atteint un tel niveau qu'elle est devenue une « force géologique » majeure capable de marquer la lithosphère.

L'Anthropocène est un concept de plus en plus utilisé dans les médias et la littérature scientifique mais toujours discuté par la communauté scientifique géologique – spécifiquement au sein de la commission internationale de stratigraphie de l'Union internationale des sciences géologiques (UISG) – qui détermine les subdivisions de l'échelle des temps géologiques.

Depuis 2005, un groupe international d'experts scientifiques, le Group on Earth Observations (en) (GEO), a été mis en place pour observer la Terre et mesurer notamment les conséquences des activités humaines (JB Fressoz, C Bonneuil, 2016).

5.3. L'homme et la ville sont la cause du réchauffement climatique

5.3.1. Que ce qu'une ville ?

Une ville est un regroupement de plus de 2000 habitants dont les habitations sont rassemblées. On utilise le mot urbain pour nommer ce qui se rapporte à la ville. Au contraire, ce qui concerne le village ou la campagne est rural. Les hommes construisent des équipements qui abritent les activités dont ils ont besoin pour leur vie quotidienne (U Hannerz, 1983).

5.3.2. Le rapport entre la ville et l'écologie

La crise écologique est la conséquence des pollutions et déséquilibres générés par les activités humaines. Le réchauffement climatique est l'un des exemples les plus connus : le CO₂ émis par les énergies fossiles et la production électrique mondiale, ainsi que par l'agriculture et les industries contribue à perturber l'équilibre de l'atmosphère et donc du climat. Conséquence : les températures moyennes de la planète augmentent ce qui transforme l'écosystème global. Aujourd'hui, le réchauffement climatique a des conséquences très variées : il contribue à la fonte des glaces et à l'élévation du niveau de la

mer, mais aussi à l'acidification des océans. Il entraîne la multiplication des événements météorologiques extrêmes et des catastrophes climatiques. Il transforme aussi l'agriculture en modifiant le métabolisme des plantes. Résultat : le réchauffement climatique met en danger les sociétés humaines.

Bien d'autres phénomènes constituent la crise écologique : l'extinction de la biodiversité (liée notamment à la destruction des habitats naturels), la pollution de l'air, la dégradation de la qualité des sols, la pollution des eaux, la surexploitation des ressources naturelles, la surpêche... Globalement, tous ces phénomènes se conjuguent et mettent en danger la stabilité des écosystèmes mondiaux, et donc notre capacité à vivre dans ces écosystèmes **(Natalie Blanc, 1998)**.

5.3.3. Le 5ème rapport du GIEC

Le lien entre le réchauffement climatique et le mode de transport, de consommation, de développement, en résumé, le mode de vie des êtres humains est, selon Le 5ème rapport du GIEC.

Notre mode de vie dans nos villes ne fait qu'accentuer le déséquilibre causé par les émissions de gaz à effet de serre libéré dans l'atmosphère par l'être humain, voici en résumé les principaux problèmes auxquels fera face notre espèce dans les 30 années à venir **(L Rubens, P Gosling, A Moch, 2011)**.

5.3.3.1. L'Agriculture et l'Alimentation

Le système agricole et alimentaire représente un tiers des émissions dans le monde. Ce chiffre regroupe les émissions de gaz à effet de serre liées :

- À la production agricole (élevage, épandage d'engrais azotés, serres et engins agricoles, etc.).
- Au système alimentaire (transformation alimentaire, commerce des biens alimentaires, fabrication des emballages et gestion des déchets, transports et réfrigération).

Le système agricole et alimentaire industriel est fortement importateur et utilisateur d'intrants (produits phytosanitaires, engrais azotés de synthèse, alimentation pour les animaux, etc.), ce qui accroît ses émissions de gaz à effet de serre. En revanche, les systèmes agricoles et alimentaires les plus écologiques (utilisant peu de produits chimiques, autonomes, bio, etc.) sont moins émetteurs de gaz à effet de serre. Ce sont aussi ces modèles qui sont les plus vertueux pour la santé de la population, la protection des sols, de l'eau, de l'air et de la biodiversité et la résilience des agriculteurs face aux aléas climatiques et économiques **(M Montanari, JL Flandrin, 2016)**.

5.3.3.2. Le bâtiment

Les bâtiments représentent 20% des émissions de gaz à effet de serre – et même 25% si l'on prend en compte les émissions associées (production d'électricité et de chaleur pour les bâtiments). Mieux les isoler et réguler leur température permet de réduire fortement la consommation d'énergie et l'importance des factures associées. C'est également pour leurs occupants un gain de confort et de santé important, alors que la précarité énergétique, c'est-à-dire la difficulté voire l'incapacité à pouvoir chauffer correctement son logement à un coût acceptable, touche déjà près de 20 % des ménages en Europe. Alors que les technologies et les compétences permettant une rénovation performante du parc bâti français sont d'ores et déjà disponibles, de nombreuses barrières à l'efficacité énergétique demeurent. Des actions correctives doivent être prises pour les écarter. Enfin, pour lutter efficacement contre le phénomène de précarité énergétique (**A Mellak, Y Le Roux et al., 2019**).

5.3.3.3. La gestion des déchets

La plupart des biens que nous produisons aujourd'hui sont amenés à devenir des déchets à court ou moyen terme. En plus des coûts, des pollutions et du gaspillage de ressources qu'ils représentent, leur gestion est responsable d'importantes émissions de gaz à effet de serre. Aux émissions dues à leur collecte et traitement, il faut ajouter celles émises durant le processus de production des biens de consommation avant qu'ils ne deviennent des déchets. Du produit au déchet, chaque étape du cycle de vie d'un bien a un impact sur le climat :

- Le cycle de vie du produit : De l'extraction des matières premières (pétrole, métaux, denrées agricoles, ...) à la distribution des biens manufacturés, en passant par les phases de transformation et de transport, des gaz à effet de serre sont émis à chaque étape du cycle de vie des produits.
- La collecte et le transport des déchets : chaque année, 345 millions de tonnes de déchets sont collectées, majoritairement par camion, pour être transportées vers des centres de traitements.
- Le traitement des déchets : actuellement, près des deux-tiers des déchets sont brûlés ou enfouis en décharge. Chaque année, leur combustion dans les incinérateurs rejette l'équivalent en CO₂ de 2,3 millions de voitures. La mise en décharge des déchets représente à elle seule 16 % des émissions de méthane en France, un gaz 25 fois plus réchauffant que le CO₂ (**E Ngnikam et E Tanawa, 2006**).

5.3.3.4. L'énergie

Les sociétés occidentales ont appuyé leur développement industriel et économique sur l'accès à des sources d'énergie abondantes et peu chères (charbon, gaz, pétrole...). Leur quotidien est nourri de cette énergie, que ce soit pour se déplacer, se chauffer, s'éclairer, communiquer ou encore consommer des produits bon marché. Mais ce modèle est à bout de souffle. Les ressources fossiles, qui ont mis des millénaires à se constituer, sont brûlées en quelques siècles, émettant des gaz à effet de serre que l'atmosphère ne peut absorber. Par ailleurs, le pétrole ou le gaz sont des réserves limitées et ont déjà causé de nombreux conflits géopolitiques, mais aussi des scandales financiers internationaux. Le nucléaire a également montré ses limites, avec les risques d'accident qui augmentent avec le vieillissement des réacteurs, la question des déchets nucléaires qui reste sans solution et les coûts astronomiques de cette filière (y compris le démantèlement des réacteurs qui n'est pas pris en compte à sa juste valeur dans les comptes des exploitants). Le système basé sur une énergie abondante a pourtant laissé de côté une partie de la population. Par exemple, plus de 11 millions de personnes en France sont en précarité énergétique et, pour certaines, en situation de privation de chauffage, aggravant leurs problèmes de santé (**A Alberini, O Khymych, M Ścasný, 2019**).

5.3.3.5. Le Transport

Le secteur des transports représente la première source d'émissions de gaz à effet de serre au niveau mondiale (27 % en 2014) en raison de sa forte dépendance aux énergies fossiles. Ces émissions sont reparties à la hausse en 2015 (jusqu'à 40%), en contradiction avec les engagements nationaux de réduction des émissions de gaz à effet de serre (**R Langevin, 2019**).

Plus de la moitié d'entre elles sont rejetées par les voitures ; 20 % sont directement liés aux véhicules lourds et 17 % aux véhicules utilitaires légers. Le reste est réparti entre transport aérien et les deux-roues motorisés, et dans une moindre mesure le transport fluvial, ferroviaire et maritime. Globalement, le transport routier est responsable à lui seul de 93 % des émissions de gaz à effet de serre de ce secteur. Environ 90 % du transport de marchandises est effectué par voie routière et plus de 87 % des trajets sont effectués en véhicule. Pour des raisons d'aménagement du territoire et des villes, les distances parcourues par les personnes se sont allongées et dispersées, donnant lieu à une augmentation de la consommation de carburant (**G Peyré, M Cuturi, 2019**).

La transition énergétique du secteur des transports doit donc concerner à la fois le transport de marchandises et la mobilité des personnes, ce qui comprend les déplacements du quotidien et les voyages occasionnels.

5.3.3.6. Emissions de gaz à effet de serre cachées

Selon la manière dont les émissions de gaz à effet de serre sont comptabilisées, la “responsabilité climatique” d’une personne, d’une collectivité, d’une entreprise, d’un pays ou d’un produit peut énormément varier. L’approche traditionnelle de comptabilisation des émissions de gaz à effet de serre d’un pays, par exemple, ne prend en compte que les émissions émises à l’intérieur des frontières. Mais si on y ajoute les émissions qui entrent dans le territoire via les produits importés et si on y soustrait celles qui sont exportées, on obtient un résultat totalement différent.

Par exemple, en 2012, les « émissions liées à la consommation » (issues de ce calcul) de la France étaient 45% plus élevées que les émissions uniquement territoriales. La même approche existe pour les entreprises et pour les collectivités : au-delà des émissions directes, il faut prendre en compte les émissions indirectes, liées aux activités en amont et en aval de la production, pour pouvoir identifier la responsabilité climatique élargie de ces acteurs.

Ces émissions indirectes peuvent facilement dépasser de 3 à 4 fois les émissions directes. Par exemple, les émissions de l’entreprise Renault, qui effectue un reporting très complet sur ce périmètre, représentent 99 % de ses émissions déclarées en 2014.

Selon les choix du “reporting des émissions”, une partie des émissions de gaz à effet de serre peut ainsi rester « cachée ». Ceci est problématique pour la mise en place d’objectifs climatiques adaptés et l’identification des mesures **(RSE, 2017)**.

Toutes les données scientifiques, converge pour dire que les ressources naturelles sur lesquelles reposent la survie de l’humanité sont en dangereuse diminution. La rareté peut conduire à la pénurie et donc à la violence.

Alors, aller vers la décroissance de l’économie et de la consommation ou au contraire compter sur des inventions technologiques et imaginer des logiques de marché en donnant un prix au carbone et à la nature **(ONG, 2016)**.

Le dilemme est de concilier entre les impératifs écologiques et les impératifs économiques avec des circuits :

- **les circuits courts** : réduction maximale d’intermédiaires entre producteurs et consommateurs.
- **les circuits longs** : existence de nombreux intermédiaires entre producteurs et consommateurs.

6. Le contexte de la zone d'étude

6.1. Choix de la ville

Le choix de la ville de Laghouat comme zone d'étude est dû principalement à deux aspects, premièrement l'accès facile à l'information, étant donné le suivi du Master au niveau de l'université de Amar Telidji, et du travail de terrain à Laghouat et deuxièmement, le fait que la ville de Laghouat fasse partie des zones arides et semi-arides et où la gestion rationnelle des ressources (eau, énergie, ...) et des déchets doit s'adapter aux changements climatiques futurs.

6.2. La situation géographique

La wilaya de Laghouat, de par sa position géographique et ses caractéristiques climatiques, fait partie du groupe des neuf wilayas pastorales et des treize wilayas du sud du pays.

Sur le plan écologique, la wilaya de Laghouat constitue avec d'autres wilayas, une zone tampon entre l'Algérie du Nord (le Tell et les régions côtières) et l'Algérie saharienne.

Sa superficie est de 25 052 km² et la population est estimée à 603 878 habitants, soit une très faible densité de 24 hab. /km².

La wilaya de Laghouat est limitée au Nord et à l'Est par la wilaya de Djelfa, au Sud par la wilaya de Ghardaïa et à l'Ouest par les wilayas de Tiaret et El Bayadh (DPSB, 2015). Sur le plan naturel, la wilaya de Laghouat est constituée de trois zones agro-écologiques distinctes (DSA, 2016) :

- **les hautes plaines steppiques** : totalisant une superficie de 4.645 Km² (soit 18.54% du territoire de la wilaya), à relief plat. Le climat est de type semi -aride frais (entre 200 à 400 mm/an) ;
- **les piémonts et montagnes atlasiques** : couvrent 3.775 Km² (soit 15.06 % du territoire de la wilaya), le relief est accidenté. Le climat est de type semi-aride froid (400 mm/an) ;
- **le plateau saharien** : représente une superficie de 16.632 Km² (soit 66.38 % du territoire de la wilaya), à relief plat. Le climat est de type aride.

Découlant du relief, la wilaya de Laghouat est influencée par trois types de climats. Le semi-aride au nord, l'aride au centre et le saharien à l'extrême sud de la wilaya :

- **Le climat semi-aride** est caractérisé par un hiver très froid. La pluviométrie est autour de 350 mm/an. La période de sécheresse s'étale sur une période de 06 mois (de fin mai à novembre). La saison chaude (températures moyennes maximales) s'étale de juin à septembre. Par contre la saison froide dure près de 8 mois d'octobre à mai. Les risques de

gelées se posent surtout en période hivernale d'octobre à mai avec un nombre total pouvant aller jusqu'à 37 jours. Le climat semi-aride concerne 15 communes situées au nord de la wilaya ;

- **Le climat aride** est caractérisé par un hiver frais. La pluviométrie est de l'ordre de 150 mm/an. La période de sécheresse s'étale sur près de 12 mois. La saison chaude s'étale de mai à septembre, tandis que la saison froide s'étale de novembre à mars. Le climat aride concerne 07 communes situées au centre de la wilaya ;

- **Le climat saharien** est caractérisé par un hiver frais. La pluviométrie est de l'ordre de 120 mm/an. La période de sécheresse s'étale sur toute l'année. La saison chaude s'étale de mai à septembre alors que la saison froide s'étale de décembre à février. Le climat saharien concerne 02 communes situées au sud de la wilaya (Hassi R'mel et Hassi Delaa) (**Mahi, 2014 ; CRSTRA, nd ; Mechraoui, 2016**).

Il est à noter que pour l'ensemble de la wilaya, le risque de tempêtes de sable est fréquent, particulièrement durant le mois d'avril.

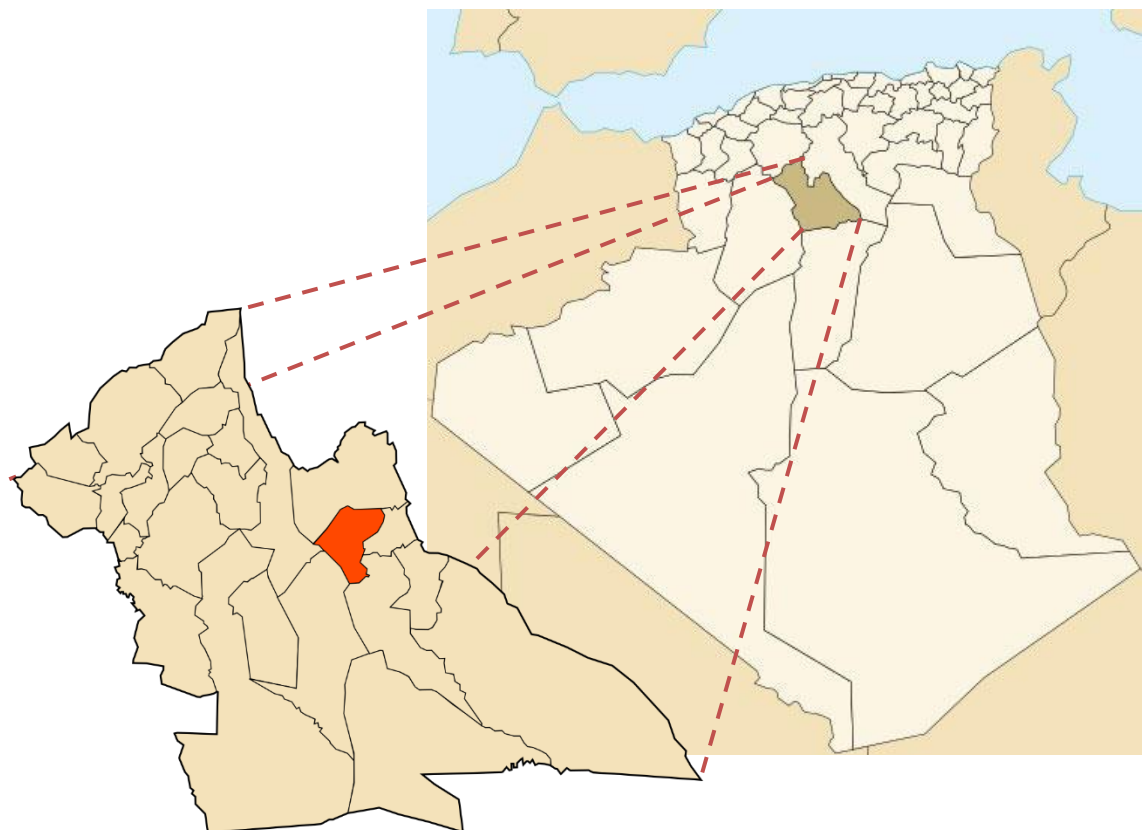


Figure 7 situation géographique de la comine de Laghouat (ECT, 2016.)

6.3. Climat de Laghouat

La ligne rouge continue montre la température maximale moyenne d'un jour pour chaque mois pour Laghouat. De même, la ligne bleue continue montre la moyenne de la température minimale. Les lignes bleues et rouges en pointillés montrent la moyenne de la plus chaude journée et la plus froide nuit de chaque mois des 30 dernières années.

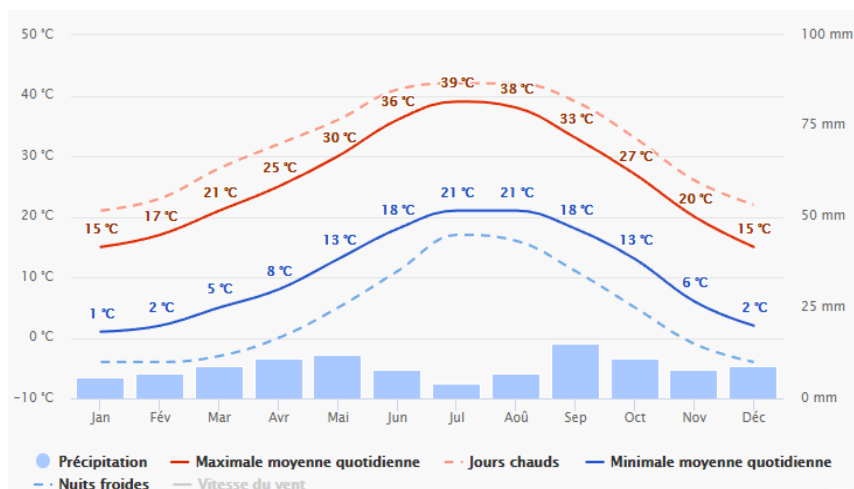


Figure 8 Le diagramme ombrothermique de Laghouat (Météo bleu)

Découlant du relief, le climat est de type continental au Nord-Ouest avec une pluviométrie variant de 300 à 400 mm, des chutes de neige et des gelées blanches.

Dans la région des Hauts Plateaux, le climat est de type saharien et aride. La pluviométrie varie entre 150 mm au Centre et 50 mm au Sud. Les hivers sont caractérisés par des gelées blanches et les étés par une forte chaleur accompagnée de vents de sable.

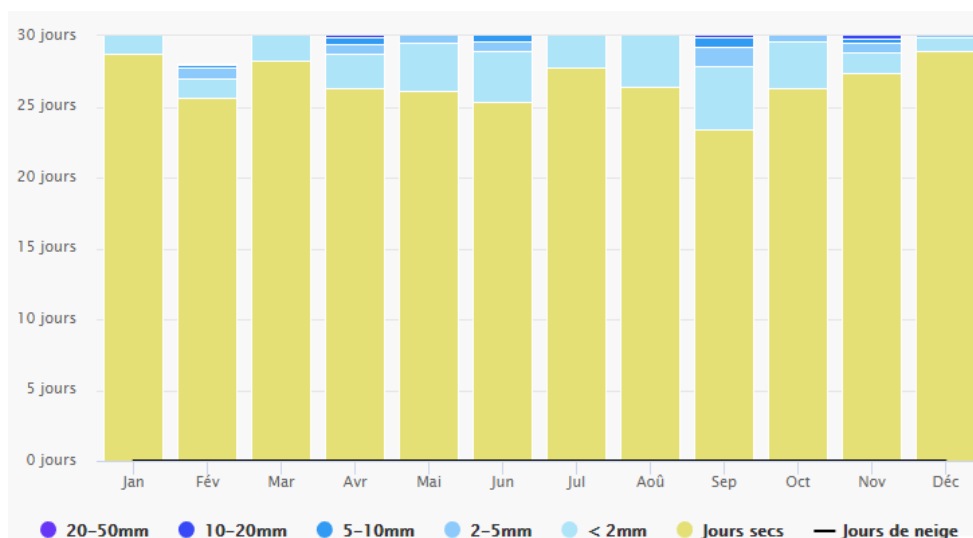


Figure 9 diagramme pluviométrique de Laghouat (Météo bleu)

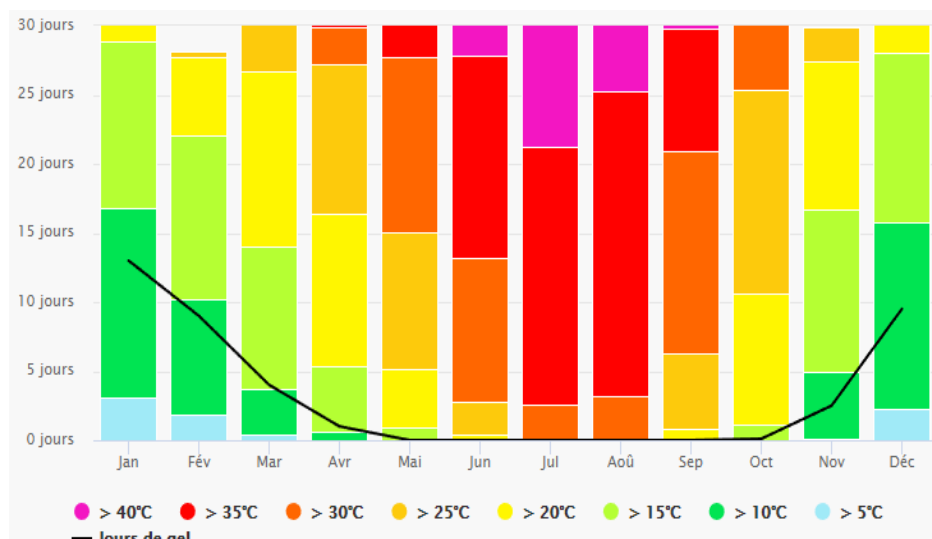


Figure 10 diagramme thermique (Météo bleu)

Le graphique montre le nombre mensuel de jours ensoleillés, partiellement nuageux, nuageux et de précipitations. Les jours avec moins de 20% de la couverture nuageuse sont considérés comme des jours ensoleillés, avec 20-80% de de la couverture nuageuse, comme partiellement ensoleillés et plus de 80% comme nuageux.

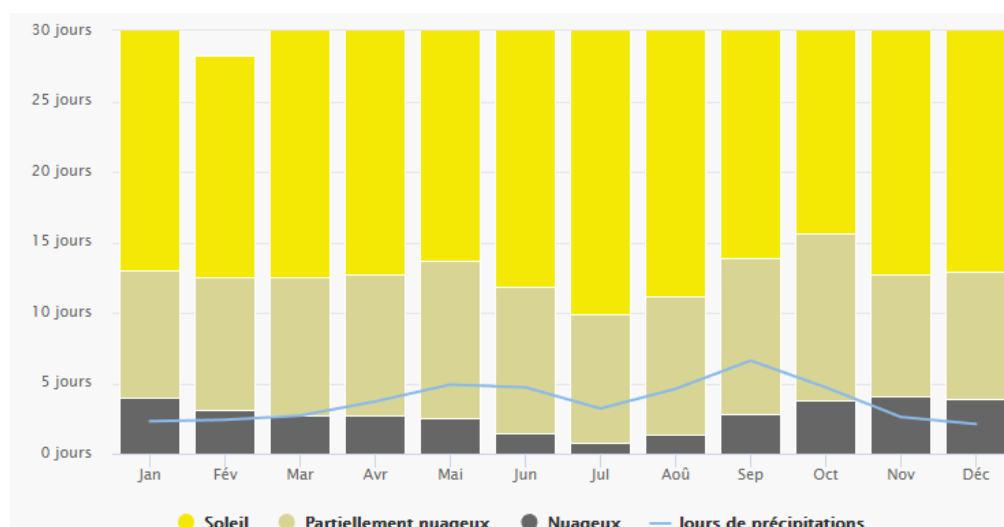


Figure 11 diagramme de nombre de jours d'ensoleillement (Météo bleu)

La Rose des Vents pour Laghouat montre combien d'heures par an le vent souffle dans la direction indiquée. Les vents dominants pour Laghouat sont de direction Nord-Ouest (Z Amina, L Lila et al., 2016).

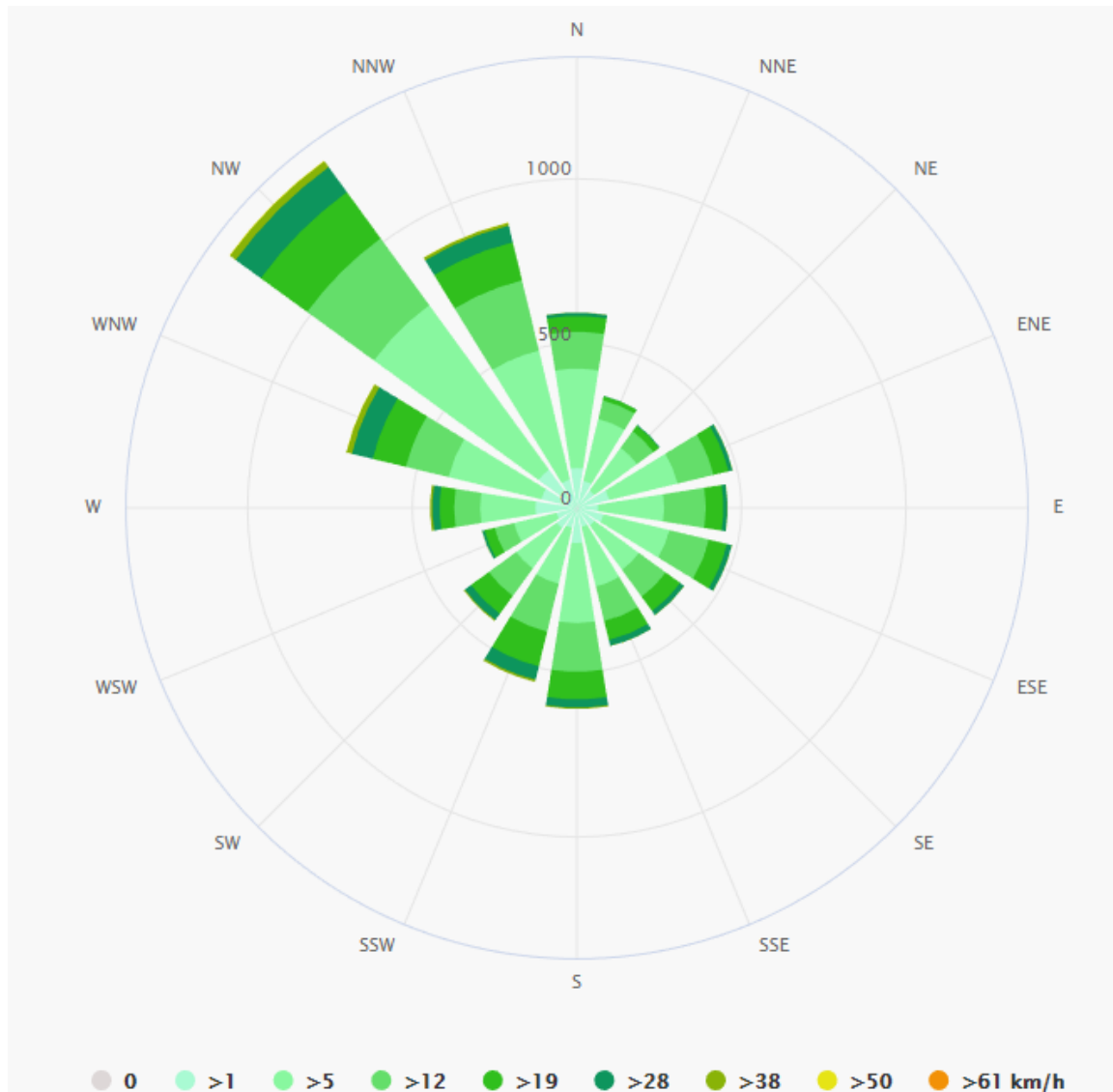


Figure 12 Rose des vents de Laghouat (météo bleu)

6.4. Données démographiques

La population de la wilaya de Laghouat est estimée en 2015 à 603 878 habitants, soit 1,5% de la population nationale. La densité est de 24,10 hab. /Km² **(DPSB, 2015)**.

En dix-sept ans, la population a plus que doublé, elle est passée de 335 023 habitants en 1998 à 603 878 habitants en 2015 **(DPSB, 2015)**.

Les grands centres urbains sont Laghouat (188 098 habitants) et Aflou (133 477 habitants). Les communes de Tadjmout, Hassi R'Mel et Ksar El Hirane sont des communes de moins de 50 000 habitants **(DPSB, 2015)**.

La commune de Laghouat possède la plus grande densité de population (470,25 hab./Km²), elle représente 31,15% de la population totale de la wilaya.

La population installée en agglomération est de 522 105 habitants ; soit une proportion de 86.46 % par rapport à la population totale, par contre la population nomade et éparse est de 81 773 habitants soit un taux de 13,54% de la population totale.

Il est à signaler que la population rurale représente 31,46% (soit 190.011 habitants sur 603.878 habitants).

Près de 53% de la population habite dans le plateau saharien, 30% dans les piedmonts et montagnes de l'Atlas et seulement 17% dans les hautes plaines steppiques **(DPSB, 2015)**.

La structure par sexe laisse apparaître que le nombre de personnes de sexe masculin dépasse légèrement celui du sexe féminin par rapport à la population totale soit un taux de 51% pour le sexe masculin et 49% pour le sexe féminin.

La répartition de la population par sexe et par tranche d'âge à travers la pyramide des âges fait ressortir l'importance des jeunes dans la population (65% de la population a moins de 29 ans) **(DPSB, 2015)**.

6.5. Données socioéconomiques

6.5.1. Secteur agricole

6.5.1.1. La SAU et la taille des exploitations agricoles

La SAU est estimée à 73.013 ha (soit 2,91 % du territoire de la wilaya), ce qui représente un ratio de 0,12 ha/hab. (alors que la moyenne nationale est de 0,21 ha/hab.) (DSA, 2016).

La petite exploitation agricole (< à 05 ha) est dominante, elle représente 69,77 % du total des exploitations agricoles. Suivi de la grande exploitation (>10 ha) qui représente 10,40% et enfin la moyenne exploitation (05-10 ha) qui représente 19,83% du total des exploitations agricoles (DSA, 2016).

6.5.1.2. Les ressources en eaux mobilisées

Les ressources en eaux mobilisées pour le secteur agricole sont subdivisées en :

- ressources souterraines mobilisées, représentent 94,8 % du total des eaux mobilisées pour l'agriculture, composées essentiellement de 909 forages (totalisant un débit total de 7 272 litres/s) et de 3 425 puits (totalisant 9 989 litres/s).
- ressources superficielles mobilisées, représentent 5,2 %. Elles sont étroitement liées aux variations climatiques, qui connaissent une grande irrégularité interannuelle, et une forte variabilité saisonnière.

6.5.1.3. Occupation des terres et production végétale

La SAU est occupée à 50% par les grandes cultures au niveau de la wilaya de Laghouat. Avec une prédominance des céréales (64%), le reste (36%) représente les cultures fourragères. Ceci traduit la vocation pastorale de la wilaya (DSA, 2016).

La part de la jachère est significative, elle représente 27% de la SAU. Ceci est dû à la céréaliculture pluviale qui impose, dans la partie nord de la wilaya, de laisser la terre en repos après chaque mise en culture (DSA, 2016).

L'arboriculture fruitière occupe 7% de la SAU. Elle est représentée par l'oléiculture (46%), l'arboriculture fruitière (41%), la viticulture (7%) et enfin la phœniciculture (6%) (DSA, 2016).

6.5.2. Patrimoine forestier

6.5.2.1. Les Forêts naturelles

La forêt naturelle et les maquis représentent 70.830 ha de la superficie avec un taux de 76% tandis que les jeunes reboisements occupent quant à eux une superficie de 21.909 ha soit un taux de 24 %. Ces formations forestières sont constituées essentiellement de peuplements clairs et maquis dégradé composés de Pin d'Alep – de Chêne vert – de

Genévrier, de Cyprès et de quelques sujettes éparses de Pistachier de l'atlas (Benmessaoud, 2016). Elles sont situées sur les monts les plus élevés et jouent un rôle principalement de protection et présentent un aspect de dégradation très accentué. Les potentialités végétales naturelles sont sujettes à de multiples dégradations notamment l'exploitation anarchique des produits forestiers **(Benmessaoud, 2016)**.

- **L'Alfa**

Les terres alfatières occupent une superficie de 122.633 ha dont 50 % sont dans un état de dégradation très avancé ceci est due essentiellement au surpâturage et à la sécheresse, les terres alfatières se situent dans le plateau steppique de Guellet Sidi Saad, Ain Madhi et Brida, ils constituent de ce fait un couvert végétal protecteur important et non négligeable **(Benmessaoud, 2016)**.

- **Les parcours**

Les terrains de parcours occupent une superficie de 1 194 253 ha soit 47% de la superficie totale de la wilaya, ils sont très dégradés constitués par une végétation steppique de valeur nutritionnelle essentiellement à base d'alfa. Les opérations d'améliorations pastorales ont été entreprises au cours de ces dernières années au niveau des parcours steppiques **(Benmessaoud, 2016)**.

- **Le cordon dunaire**

La surface dunaire est estimée à 2000 ha cette dernière se localise le long des berges de l'oued M'zi et au niveau de la plaine de Bennaceur Benchohra.

Ce phénomène gagne de plus en plus de terrain, ceci est dû à plusieurs facteurs (Abattage d'arbres, défrichement, surpâturage, labours...). Il est favorisé par la sécheresse et les vents dominants qui sont de secteur Nord-Est et Sud-Ouest. Vu l'importance de l'ensablement, l'administration des forêts a réalisé des actions de fixation de dunes d'un volume de 560 ha. Ce volume reste en dessous de l'objectif visé par la conservation **(BNEDER, 2005 ; HCDS, 2010 ; Benmessaoud, 2016)**.

6.5.3. Actions en faveur du développement rural (PPDRI)

Dans une perspective de revitaliser ses espaces ruraux, l'Algérie avait pour ambition, dès le début des années 2000, de construire une approche territoriale du développement rural durable. Un des instruments majeurs pour cela a été l'adoption de la Politique du Renouveau Rural et en particulier un de ses principaux instruments, les Projets de Proximité de Développement Rural Intégré (PPDRI). Pour atteindre les objectifs fixés à cette politique, notamment la diversification des activités en milieu rural, la valorisation des potentialités des terroirs, l'intégration multisectorielle et l'amélioration des conditions de vie

des populations, les pouvoirs publics entendent promouvoir l'approche participative de sorte à décider et agir au plus près des bénéficiaires ciblés et avec leur participation **(Akerkar, 2015)**.

La mise en œuvre du programme du renouveau rural passe par trois phases principales, la première est la conception du projet vient par la suite la phase l'exécution du projet et enfin la phase du suivi et évaluation **(MADR, 2010)**.

Ces programmes reposent essentiellement sur les composantes suivantes :

- La plantation et la réhabilitation des forêts ;
- La réalisation des infrastructures forestières ;
- La restauration des sols et la mise en valeur des terres ;
- La mobilisation et la conservation de la ressource en Eau ;
- La production forestière ;
- L'assistance technique.

L'ensemble des actions réalisées : liées au domaine forestier et action d'aménagement (taux de réalisation de 69 %), tandis que les actions relatives à l'hydraulique enregistrent un taux de 28%.

Les principales actions réalisées sont :

- mise en défens 4240 ha ;
- plantation fruitière 1175 ha ;
- acquisition de kits solaire pour ménages ruraux 421 unités.

6.5.4. Secteur Énergie et industrie

➤ Secteur Énergie

Le taux global d'électrification est de 97% et le taux d'alimentation en gaz naturel atteint 88%. La situation au niveau de la wilaya de Laghouat est tout à fait satisfaisante **(DPSB, 2015)**.

➤ Secteur de l'industrie.

Le secteur industriel permet de constater que 60 % des PME sont réservées au BTP, 35 % aux services (12 % commerce, 8 % Transports et communication) et seulement 3 % aux Industries agro-alimentaires (59 sur les 2241 que compte la Wilaya) **(DPSB, 2015)**.

6.5.5. La Formation universitaire et la formation professionnelle

➤ Formation universitaire

La wilaya de Laghouat a été dotée d'une université pluridisciplinaire ayant évolué depuis 1986. Elle regroupe à ce jour six (06) facultés et un (01) institut ; d'une École Nationale Supérieure (ENS Laghouat) ; un Centre universitaire à Aflou ; une Unité de Recherche en Plante Médicinale à Laghouat et un Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides (CRSTRA) à Touiala.

La rentrée 2018/2019 enregistre 26 000 étudiants (inclus le centre universitaire d'Aflou). Le nombre d'inscrits en graduation révèle le fort potentiel pour les formations scientifiques (sciences agronomiques et biologiques) **(DPSB, 2018)**.

➤ Formation professionnelle

La wilaya dispose d'un (01) Institut National de la Formation Professionnelle (INSFP) localisé à Laghouat, seize (16) CFPA et de deux (02) annexes dans des communes Sidi Makhlouf et Brida. La capacité théorique totale de la Wilaya en Formation Résidentielle est estimée à 4 800 postes de formation avec des effectifs réels en formation de 8 142 stagiaires, dont 3 093 Filles **(DPSB, 2015)**.

Les potentialités des territoires sont mises en évidence

La wilaya de Laghouat dispose des potentialités en agriculture, en artisanats et dans le tourisme, ainsi, qu'un dense réseau de formation universitaire et professionnelle :

➤ Les productions végétales

La répartition des productions végétales à travers les différentes zones agro-écologiques de la wilaya montre une certaine spécificité des zones :

- les piedmonts et montagnes de l'Atlas dominant les grandes cultures et non pas l'arboriculture fruitière. Cela s'explique par le fait que le système d'élevage (ancestral) guide le système de culture. Cela dit, la culture de la pomme de terre (récemment introduite) commence à prendre de l'ampleur en raison de la qualité du sol et du climat défavorable à la propagation de maladies cryptogamiques ;

- les hautes plaines steppiques, où dominant les grandes cultures et cultures fourragères. Le climat semi-aride et les rives d'oued M'zi permettent ces types de cultures. On y rencontre également de l'arboriculture fruitière dans les communes de Sidi Makhlouf et de Tadjmout.

- le plateau saharien est caractérisé par la polyculture : arboricultures, cultures fourragères, maraîchage et grandes cultures. Dans le plateau saharien, près de 53% est y habite ce qui représente un marché important. De plus, l'exploitation des ressources

hydriques notamment souterraines est importante ce qui permet la pratique de la polyculture.

De plus, le sud de la wilaya de Laghouat (Laghouat, El Kheneg, Ksar El Hirane, El Assafia...) renferme un autre potentiel agricole : les jardins oasiens.

En effet, la commune de Laghouat représente la limite septentrionale de la culture du palmier dattier (c'est-à-dire là où les dattes arrivent à maturité) représentant une ligne d'isohyète de 100 mm (+ ou – 50 mm) de précipitations annuelles (**Capot-Rey, 1953**).

ETUDES D'EXEMPLE

« Chaque ville a son histoire, sa personnalité, ses structures économique et sociale. La nature des problèmes varie donc d'une ville à l'autre, comme d'un quartier à un autre...car une ville, c'est de l'histoire cristallisée en forme urbaines »

J-P.Lacaze

7. Etudes d'exemples

7.1. Sustainable City (Dubai, Emirats Arabes Unis)



Photo 4 la ville durable, Dubaï, Emirats Arabes Unis

La ville durable de Dubaï est une ville à objectif « zéro net développement énergétique », toute la conception du projet a comme but de réduire l'intensité de l'énergie de la ville, toutes les villas sont orientées vers le Nord pour bénéficier des ombres et réduire ainsi considérablement l'impact sur la climatisation des maisons.



Photo 5 les villas sont orientées vers le Nord pour bénéficier de l'ombre



Photo 6 les toits et les fenêtres sont traités pour réduire la chaleur

Toutes les villas et les parking sont équipés de panneaux solaires horizontaux sur les toits comptabilisant un total de 10 MW, le design horizontal facilite l'acceptation des panneaux aux dessus des villas par rapport aux modèles inclinés.



Photo 7 villas avec panneaux solaires



Photo 8 parkings avec panneaux solaires comme abri



Photo 9 vue aériennes sur les parkings



Photo 10 toute les routes dans la ville sont piétonnes, les déplacement se font à pied, à vélo ou sur des buggies électriques



Photo 11 le tri sélectif est une base pour tous les habitants, afin de sensibiliser les enfants sur l'importance du recyclage

les eaux usées provenant des villas sont récupérées, filtrées et traitées pour être utilisées dans les cours d'eau, l'arrosage du gazon, arbres et herbes, les fontaines et la piscine de la ville.



Photo 12 cours d'eau passant sous les fermes



Photo 14 l'eau de la piscine est durable



Photo 13 eau grise traitée et utilisée dans la ville



Photo 15 une seule piscine pour toute la ville et son eau est récupérée des eaux usées des villas



Photo 16 la mise en sous-pression par les extracteurs force l'air frais d'entrer dans la ferme, de 45° la température passe à 30° à l'intérieur.



Photo 17 mini ferme durable pour la plantation d'herbe, elle est gérée entièrement par les habitants de la ville.

Une zone mixte est aménagée à l'entrée de la ville, elle rassemble des commerces, des restaurants, une mosquée, etc. Tous les gains récupérés de la location de ces espaces sont utilisés pour payer les services dans la ville. Maintenance, jardinage, nettoyage tout est 100 % gratuit pour les habitants de la ville. Cette idée est un avantage remarquable pour promouvoir la ville durable et rendre le concept attrayant pour le financement de l'extension de la ville.



Photo 18 la zone mixte de la ville

Dès l'achat d'une villa, la ville propose 10 000 euros aux propriétaires intéressés



Photo 19 Diamond innovation center.

par l'achat d'un véhicule électrique, ceci permettra de réduire l'importante empreinte carbone que représente les gros véhicules à Dubai.

Des points de recharge pour véhicules électriques sont fournis gratuitement dans tous les parkings de la ville, ceci facilitera la transition.



Photo 20 voiture électrique



Photo 21 point de recharge pour voiture électrique

Pour conclure, les responsables du projet de la « ville durable » ont prouvé que l'aspect durable ne rend pas forcément le projet plus cher, le point le plus important est de penser la conception de la ville depuis le début comme ville durable, tous doivent y participer pour renforcer le modèle durable.

Il est important de noter que :

- Toutes les villas sont orientées vers le Nord pour bénéficier de l'ombre.
- Toutes les toitures et les vitrages sont traités pour réduire l'impact du soleil.
- Les parkings et les villas sont tous équipés de panneaux solaires.
- Les eaux usées sont récupérées, filtrées puis traitées pour servir dans la ville.
- Le déplacement des voitures est interdit dans la ville, ceci encourage la marche, le déplacement à vélo et laisse la ville libre aux enfants pour jouer en toute sécurité.
- Les bords des cours d'eau sont couverts de plantes ayant l'avantage d'améliorer la filtration de l'eau.
- Les déchets sont triés et recyclés dans la ville.
- Des minis fermes sont implantées et gérées par les habitants pour planter plus de 40 variétés d'herbe.
- L'aspect économique est renforcé par la location de commerce où tous leurs gains sont utilisés pour maintenir la ville.
- Des aides financières sont proposées pour aider à la transition vers les voitures électriques.

Cette ville a pu réduire la moyenne mondiale de 07 tonnes métriques de dioxyde de carbone par habitant à 03 tonnes, c'est une preuve tangible qu'on peut réduire réellement notre empreinte carbone, il nous suffit d'agir.

7.2. Masdar City (Abou Dhabi, Emirats Arabes Unis)



Photo 23 L'université de MASDAR cité

En plein désert jaillit une oasis verte et moderne, à 30km de la ville d'Abu Dhabi, la ville de Masdar est la première ville verte au monde. L'ambition est de créer une ville avec Zéro émission de carbone, pas de pétrole et aucun déchet.

La conception a des principes simples, un courant d'air, le maximum d'ombre et des rues étroites. La ville devra accueillir 50000 habitants d'ici 2030, actuellement la ville ne comporte que l'université et ses étudiants et chercheurs.

L'université est construite avec 100% d'acier recyclé, tous les déchets de bois et de métal ont été vendus ou recyclés. Les parois sont une mixture de béton et de sable local pour minimiser l'impact sur l'environnement et avec des moucharabiehs incorporés pour réduire la surexposition au rayon du soleil.



Photo 22 entre modernité et tradition

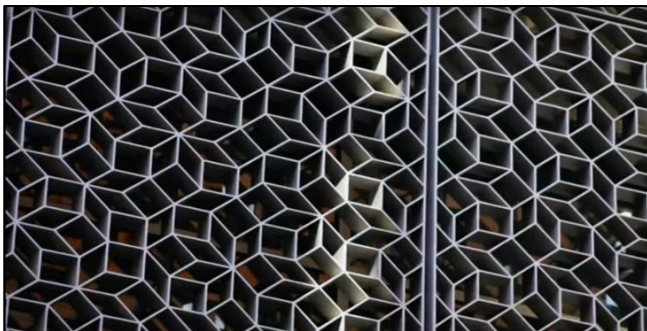


Photo 24 moucharabieh moderne

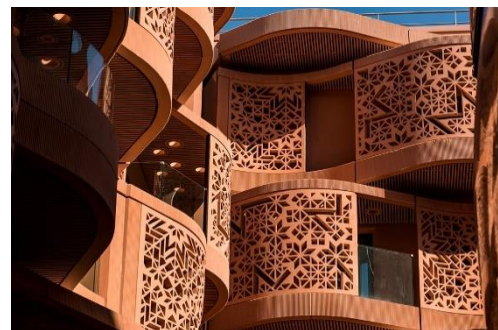


Photo 25 panneau de mixture de béton et de sable avec des moucharabiehs encastrés

Aussi, une étude minutieuse à l'aide de logiciel de calcul, les concepteurs ont pu connaître le parcours du soleil tout au long de l'année. Ceci a permis de positionner des parasoleils devant chaque fenêtre pour réduire les rayons du soleil entrant dans les salles de cours ou dans les laboratoires.



Photo 26 rue étroite pour bénéficier de l'ombre

Pour réduire la température des rues, les concepteurs ont respecté l'architecture saharienne, des allées étroites de 4 à 6m au maximum, ceci crée des ombres et réduit significativement la chaleur ambiante. En addition à cela, des films de plastique et des miroirs sont installés dans



Photo 27 la place centrale de l'université

la façade des bâtiments pour ne laisser que la lumière du soleil passer et non pas ses rayons. Les voitures sont interdites dans la ville, un système ingénieux et unique au monde est mis en place sous la ville, des voitures électriques et autonomes. Elles assurent le déplacement des universitaires entre 3 points sous la ville.



Photo 28 station de voiture autonome sous la ville

La place de l'université est rafraichie par un procédé ancien mais efficace, une tour à vent qui est la plus grande au monde. Les vents ainsi captés sont humidifiés à l'aide de brumisateurs installés dans le haut de la tour, et sont ensuite orientés vers la place.



Photo 29 brumisateurs dans la tour à vent



Photo 30 tour à vent

Pour conclure, les responsables du projet de la ville de « Masdar » ont compris que l'avenir est dans les énergies renouvelables, ainsi, cette ville est la 1^{ère} ville verte ambitieuse au monde. Malgré le retard accusé dû à la crise économique, l'université des énergies renouvelables suit un but précis pour proposer des solutions réelles et enlever le pétrole dans notre développement futur.



Photo 31 centrale photovoltaïque de 10 MW



Photo 32 une centrale unique au monde pour la production de l'électricité en concentrant des rayons de

Il est important de noter que :

- L'université est construite à 100% d'acier recyclé, le béton à fibre d'acier est composé d'acier extrait des déchets du chantier et les murs extérieurs sont réalisés avec le sable local d'Abu Dhabi.
- Toutes les toitures son équipées de panneaux photovoltaïques dernière génération.

- En addition de la centrale photovoltaïque de 10 MW, la ville est entrain de tester un système de miroir concentrant les rayons du soleil pour la production de l'électricité, une première mondiale.
- Les concepteurs ont utilisé les méthodes anciennes pour faire face à ce climat aride, ainsi, moucharabieh, tour à vent et des rues étroites sont implantées.
- Le déplacement des voitures est interdit dans la ville, un système de voitures électriques et autonomes est mis en place
- Une étude précise de la courbe du soleil pendant toute une année a permis de réduire la température ressentie de 20°C.
- La ville a un objectif 0 déchet, tout doit être recyclé.
- Des procédés et du matériel de pointe est mis à disposition des chercheurs pour révolutionner l'utilisation des énergies renouvelables dans le futur.

Cette ville a démontré encore une fois que la technologie et les techniques anciennes peuvent cohabiter au service d'un développement durable et réduire significativement notre impact sur notre environnement.



Photo 33 la vision de la ville en 2030

7.3. Singapour City (Singapour)

Singapour est une cité-État d'Asie du Sud-Est. Sa superficie est de 719,1 km², elle est plus petite que notre capitale Alger qui fait 809 km² (0.03% de la superficie de l'Algérie). Elle comprend 63 îles, dont la principale est Pulau Ujong (584,8 km²).

Cette île est très densément urbanisée, mais la végétation luxuriante – même en plein centre-ville – a valu à Singapour le surnom de « ville jardin ». Cette abondance de verdure découle en partie d'un climat équatorial, uniformément chaud et orageux tout au long de l'année. Sa densité de population (7 829 hab./km² alors que l'Algérie n'a que 15 hab./km²) est la plus élevée d'Asie et la deuxième sur le plan mondial après Monaco.



Photo 34 Entre urbanisation et forêt luxuriante



Photo 35 Marina Bay, Singapour

Vu le manque important de superficie la ville a dû s'adapter, beaucoup de services et des moyens de transport sont enfouis sous terre.

Ainsi, l'eau et l'électricité, des passages pour piétons et commerce, des routes et lignes de métro et des lignes de télécommunication sont installées sous terre pour répondre aux besoins de la population pour les 50 années à venir.

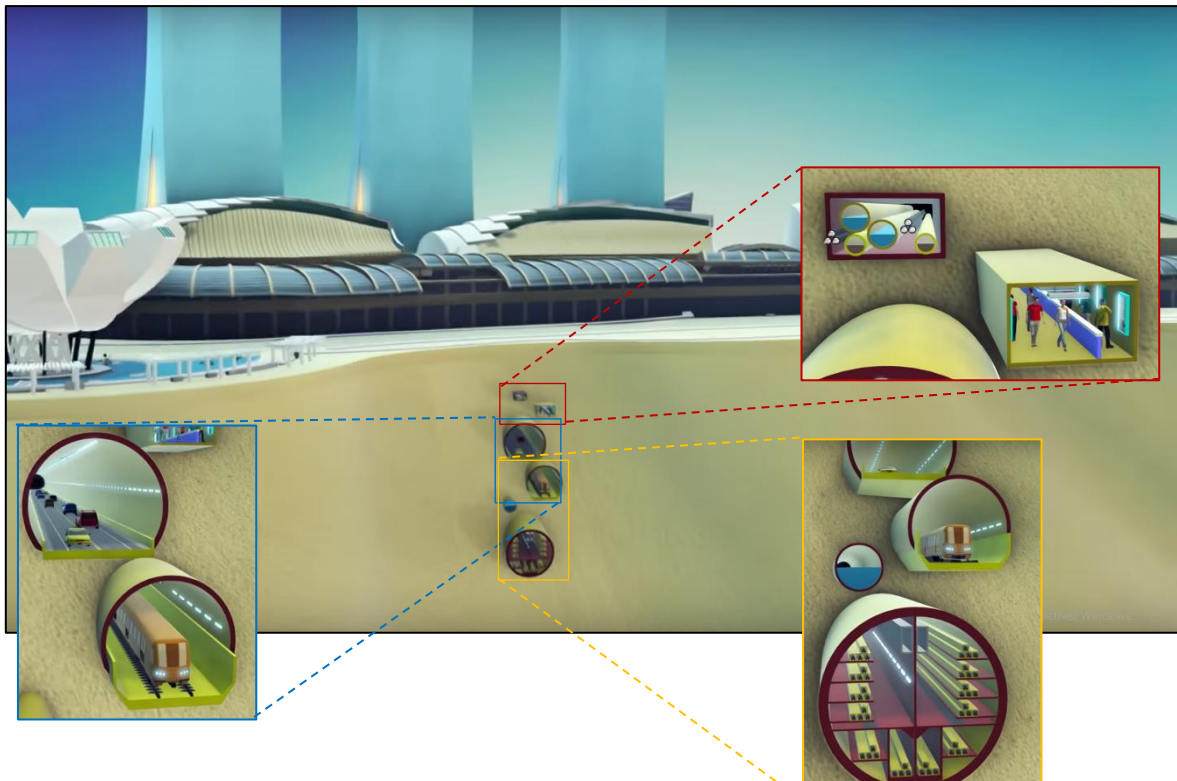


Photo 36 Schémas des services et moyens de transport sous-terrains



Photo 37 tous est enfouis sous l'eau de la Marina Bay

Tous les batiments ou presque sont concus pour avoir des jardins implantés dessus. L'idée même de la ville de singapour est de la rendre un jardin dans toute sa splendeur.

Ainsi, tous est pensé pour renforcer cet aspect écologique, terrasses jardins, matériaux durables, fontaines, étude des courants d'air marin, position des batiments et gratte-ciel, etc.



Photo 38 terrasse jardin et panneau solaire



Photo 39 Vue aérienne sur PARKROYAL et ses terrasses luxuriantes

Les concepteurs de la ville ont trouvé la solution pour résoudre le manque de terrain, allees en hauteur, des terrasses publiques et des lieux de détente sont aménagées en hauteur, entre piscines et lieux de regroupement sont présents sur la plupart des bâtiments.



Photo 40 Le Village vertical élu meilleur bâtiment en 2015



Photo 41 : 1000 logements superposés autour d'un parc aquatique



Photo 43 : le parc aquatique du village vertical

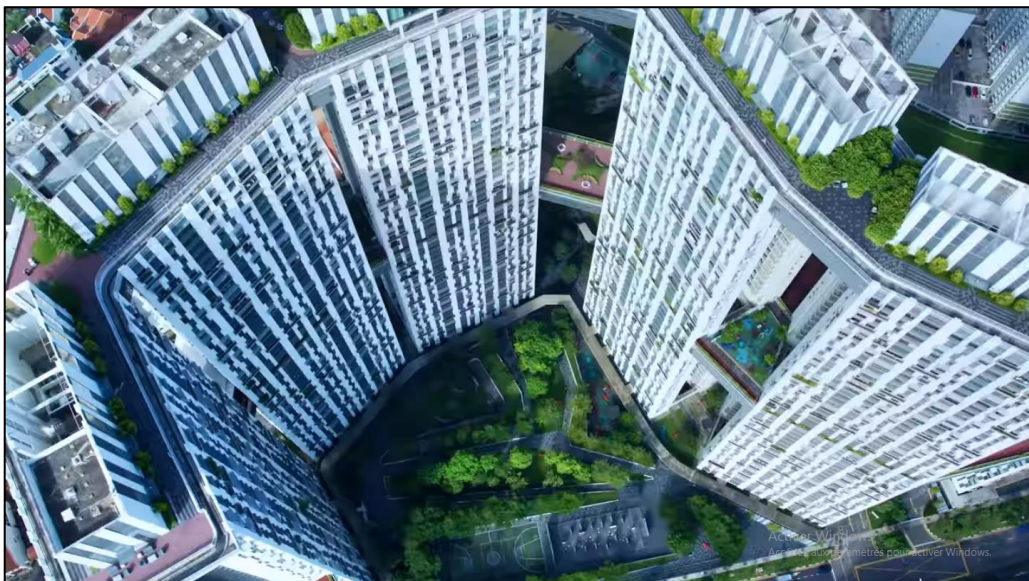


Photo 42 Les tours de The Pinnacle@Duxton, l'immeuble d'habitation le plus haut du monde, sont reliées par des ponts-jardins aux 26e et 50e étages.

Vu que l'ambition de la ville est de se développer en vertical, la question qui revient le plus est comment faire monter ces gens en hauteur avec le maximum d'efficacité ? A Singapour tous est pensé nouvelle technologie, avec AIR BUS, une équipe a développé des



Photo 44 le drone livreur 100% développé par une équipe à Singapour

drones de livraison pouvant transporter des colis de 4 Kg (selon leurs statistiques, ceci représente 85% des colis livrés à Singapour) pour réduire les émissions carbons des camions et voitures de livraison. La ville pense déjà aux prochaines 50 années, prochaine étape, le développement des drones taxis.



Photo 45 un système automatisé pour le mise en place du colis sur le drone



Photo 46 le colis et sa destination est partagé automatiquement au drone pour être plus efficient



Photo 47 d'ici 2050 toutes les livraisons seront faites par les drones

D'ici 2050, deux tiers de la population mondiale vivra dans les villes ce qui réduira considérablement la population rurale et réduira en conséquence les fermes et donc la nourriture. Mais Singapour y travaille déjà, un procédé d'agriculture InDoor (à l'intérieur d'un espace) révolutionnera la façon de fabriquer la nourriture pour les populations futures.



Photo 48 une surface de 100 x 100 m en agriculture normale ne peut donner qu'un hectare de récolte



Photo 49 en agriculture verticale un hectare de terrain pourra produire 11 hectares de récolte

Les fermes sont dans des milieux contrôlés qui n'ont besoin ni de soleil ni de sol. Tout est vérifié l'exposition à la lumière, l'eau et les besoins en minéraux.

L'avantage de cette technique est qu'elle n'a pas besoin d'engrais ou de produits chimiques et elle peut s'étendre théoriquement selon le nombre d'étages du bâtiment, l'agriculture du futur n'est plus liée au sol mais elle va s'épanouir dans les airs.



Photo 50 étalage de plantation dans un milieu fermé sont l'accès à la lumière du soleil n'y au sol.



Photo 51 trois type de fraise sont récoltés de cette ferme verticale

Les fermes verticales existent depuis 2012 à Singapour sont produites plusieurs variétés d'herbe, de légumes et même de fruits pour les singapouriens. L'objectif est de réussir à ne plus importer la nourriture car pour le moment, Singapour importe 93% de sa nourriture.



Photo 52 cultivé à Singapour pour Singapour

Le problème principal à Singapour après le manque de terrain est l'eau car elle consomme deux milliards de litres par jour et elle est obligée d'importer la moitié de son eau. Avec le réchauffement climatique le monde entier aura besoin d'eau potable pour les populations qui occuperont les villes.

Malgré le climat tropical le manque de terres défavorise la ville, ainsi, il n'y a que 17 réservoirs de collecte des eaux pour toute la population et la ville les gère efficacement.



Photo 53 les réservoirs de collecte d'eau de pluie

Les lacs et rivières sont protégés, surveillés et contrôlés pour que aucune pollution ne vienne les menacer.

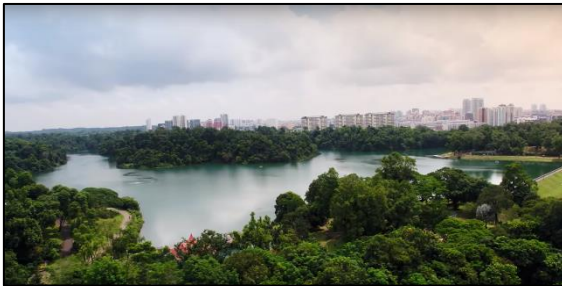


Photo 54 l'urbanisme cohabite avec des fleuves d'eau pure et de jungle tropicale



Photo 55 la nature est jalousement sauvegardée

Pour résoudre le problème de ce déficit le dessalement de l'eau de mer est la meilleure solution vu que cette ressource s'y trouve avec abondance, Singapour est avant tout un archipel.



Photo 56 elle ne fait que 100 x 300 m la moitié de la surface des autres usines de dessalement d'eau dans le monde



Photo 57 Optimisation maximale de l'espace

Mais cette solution consomme énormément d'électricité au point où une journée de dessalement d'eau de mer pour satisfaire tout les besoins en eau de Singapour aurait pu éclairer un foyer à Singapour pendant 1000 ans.

Néanmoins, à Singapour on réfléchit toujours 50 ans à l'avance. L'équipe de recherche et développement dans l'usine de dessalement d'eau est entrain de révolutionner cette technique, une première mondiale.



Photo 58 usine expérimentale pour le dessalement d'eau de mer avec le minimum d'électricité

L'électrodialyse utilise l'électricité pour enlever le sel de l'eau de mer. Des paires d'électrodes sont posés dans un flux d'eau de mer avec un électrode positif et un négatif. Les ions du sodium, positivement chargés sont attirés vers l'électrode négatif et les ions du chlore négativement chargés sont attirés vers l'électrode positif. Ceci est répété jusqu'à ce que tout le sel soit concentré sur les électrodes. La centrale a une capacité de dessalement de 3.800.000 litres d'eau de mer par jour.

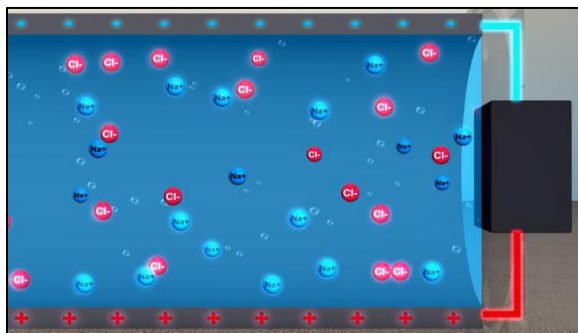


Photo 59 flux d'eau de mer passant entre deux électrodes un positif et un négatif

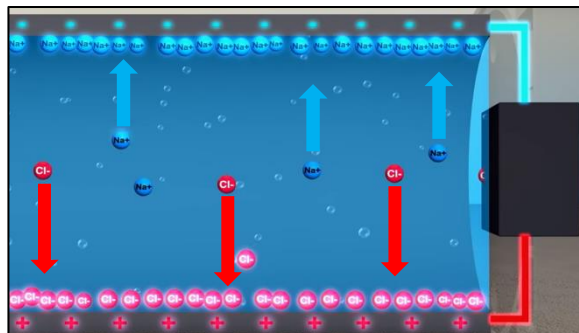


Photo 60 le chlore est attiré vers l'électrode positif et le sodium vers l'électrode négatif

Pour renforcer les liens entre la nature et les Singapouriens, les écoles et crèches les sensibilisent depuis leurs jeunes âges. Des sorties de découverte, des campings, des cours en plein air. Singapour peut dire qu'elle est prête pour les générations futures.



Photo 61 sortie éducative en plein air



Photo 62 sensibiliser les plus jeunes sur l'importance de la nature

Singapour comporte une jungle tropicale et une biodiversité incroyable, pour la conserver la ville a lancé une application sur téléphone mobile où chaque citoyen peut prendre en photo n'importe où et n'importe quand, des insectes et des animaux



Photo 63 application pour téléphone mobile



Photo 64 l'atlas de la biodiversité à Singapour

L'application jouera le rôle d'une encyclopédie regroupant toute la biodiversité de Singapour, ceci permettra aux scientifiques, chercheurs et même dirigeants de prendre les bonnes décisions et planifier les prochains projets pour préserver cette richesse.



*Photo 65 Le Calao pie (*Anthracoceros albirostris*) est une espèce d'oiseau de la famille des Bucerotidae.*

Cette initiative a renforcé le lien entre la population et son environnement, ainsi, beaucoup de citoyen font des randonnées dans la jungle que pour enrichir l'application et prendre en photo le plus d'espèces possibles.

Sensibiliser la génération actuelle et future ne peut que sauvegarder la biodiversité locale.



Photo 66 Une mère et son fils à la recherche d'espèce non encore prise en



Photo 67 entre découverte et enrichissement du savoir local, un lien fort pour les générations futures.



Photo 68 maison traditionnelle, gratte-ciel et forêt tropicale une diversité harmonieuse, ça c'est Singapour



Photo 69 The Sandcrawler, le studio de Lucas film à Singapour, doit son nom au transport du film Star Wars qui a inspiré son design. Il s'agit d'un complexe ultramoderne abritant ILM Singapore

Pour conclure, les responsables de la ville de Singapour ont compris que l'avenir se construit maintenant, ainsi, tous les aspects sont pensés au minimum 50 ans à l'avance. L'extension de la ville, les développements technologiques, la rareté de l'eau et les problèmes de nourriture liés à la surpopulation, tout est déjà planifié.

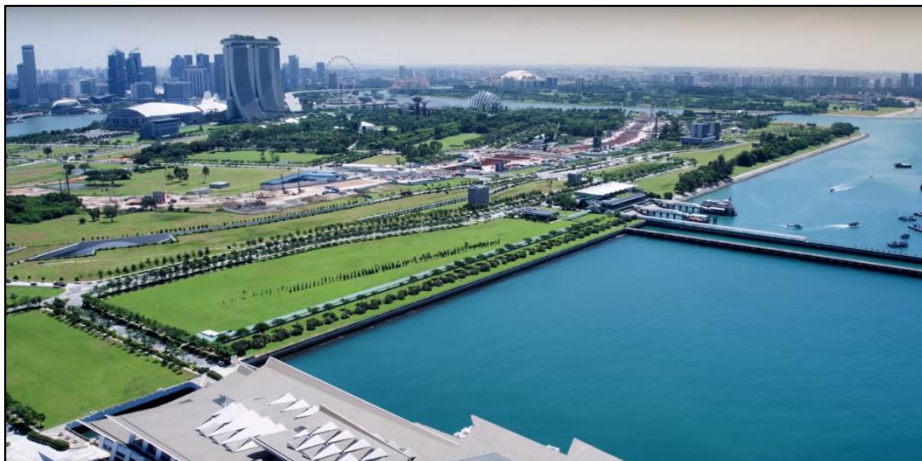


Photo 70 marina Bay et le barrage d'eau douce



Photo 71 les bâtiments traditionnels font partie intégrante de Singapour

Il est important de noter que :

- Malgré le manque de surface, les concepteurs de la ville ont toujours favorisé la jungle, les jardins et les espaces verts au béton.
- La technologie est mise en avant pour concerver et protéger l'environnement et répondre aux problématiques futures de la ville.
- La ville est pensée pour se développer en hauteur, des terrasses jardins et des places sont aménagées dans les étages.
- Des drones de livraison et des taxis volants seront l'avenir de la ville.
- L'agriculture verticale est la réponse aux défis de la nourriture pour les générations futures.
- Des solutions à la pointe de la technologie pour résoudre le manque d'eau et pour le dessalement d'eau de mer.
- La sensibilisation commence depuis les crèches et les primaires pour préparer les enfants à leurs responsabilités de conserver l'environnement et rendre la ville un jardin à l'échelle du pays.
- Une application sur téléphone mobile aide les scientifiques à recenser la richesse et la biodiversité de Singapour et incite les citoyens à faire paier avec la nature.



Photo 72 la splendeur de Singapour vue de nuit

Les singapouriens ont prouvé une chose au monde, rien ne peut justifier l'extension de la ville en détruisant la nature et en piétinant forêt et jungle, même pas un manque prononcé de surface. L'homme ne peut que faire paier avec son milieu.

7.4. Tafilalt (Ghardaïa, Algérie)



Photo 73 Ksar Tafilalt

En Algérie, une ville Eco citoyenne a germé aux portes du Sahara en 2016, ksar Tafilalt. Elle a gagné le 1^{er} prix dans la catégorie "ville durable" lors de la COP22. Pourtant, il y a 20 ans, il n'y avait que du sable et une colline rocheuse. Les citoyens de la ville le disent clairement : « il fallait y croire et on n'y a cru »

Dans une optique du problème national du logement, l'idée d'une ville Eco citoyenne est née en 1997 à Ghardaïa. La ville devait marier la tradition et la modernité. Elle est composée de 1050 logements, 5000 à 6000 habitants. Elle a été construite en plusieurs étapes, la 1^{ère} distribution de 200 logements s'est faite en novembre 2000.



Photo 74 vu du ciel Ksar Tafilalt

L'obtention d'un logement obéit à des règles strictes :

1. Le logement doit être acheté par le citoyen et non offert
2. Vu la crise du logement, il faut commencer par les couples mariés ou par une femme qui a plus de 30 ans, célibataire et qui a des enfants ou parents à charge.
3. L'acheteur ne doit pas avoir acquis de propriété auparavant
4. Il ne doit jamais avoir bénéficié de l'aide de l'état pour le logement, car l'idée du projet est que le jeune couple puisse bénéficier de l'aide de l'état par le biais de la caisse nationale du logement et par la société civile (les notables de la ville).

En arrivant dans la ville les habitants doivent signer une charte s'engageant ainsi à respecter les règles du savoir-vivre, de propreté et à prêter main forte pour certains travaux collectifs. Considérée comme avant-gardiste, la ville s'appuie pourtant sur des techniques ancestrales.

« Il ne faut pas oublier que nous sommes en plein Sahara donc il faut qu'il y ait des ruelles étroites pour casser les vents dominants et les vents de sable. Ici, pas de béton mais de la pierre, du plâtre et de la chaux. Des matériaux locaux, bon marché et surtout d'excellents isolants. » Ahmed Nouh, initiateur du projet Ksar Tafilelt.

Les bâtiments ne peuvent pas dépasser 7.60m de hauteur, ni faire de l'ombre chez les voisins.

Les "moucharabieh" : grilles de bois sur les fenêtres, assurent l'aération et le rafraîchissement. Ils sont adaptés à la vie du désert, l'architecture ksourienne prend en compte la gestion des ressources depuis des siècles. Ce n'est pas une invention mais juste faire perpétuer la vision des ancêtres, en respectant la nature et lui donner son droit.



Photo 75 entrée de la ville



Photo 76 le style architecturale des Ksour et les moucharabieh

La ville est pensée autour de l'aspect social, ainsi, les 5000 habitants facilitent la gestion durable de la ville, les habitants se connaissent donc se respectent, ils échangent, s'entraident et sont toujours à l'écoute des problèmes des autres. Les activités sont gérées

par les habitants eux même, le nettoyage des quartiers est à tour de rôle. Chaque famille connaît sa semaine de nettoyage par le biais de l'association de la ville « AMIDOUL », la propreté du quartier dépendra de telle ou telle famille. Ceci crée une ambiance de concurrence et de solidarité au sein de la communauté.

50% des eaux usées sont traitées par épuration biologique. Les déchets sont triés et une grande partie de l'éclairage public provient de l'énergie solaire.

A l'extérieur de la ville, chaque habitant doit planter 3 arbres : un palmier, un arbre d'ornement et un arbre fruitier. Ils doivent ensuite les entretenir selon les règles de l'agriculture biologique.

Aussi, Un éco parc est implanté à l'extérieur de la ville, il est là pour réduire le gaspillage de la nourriture.

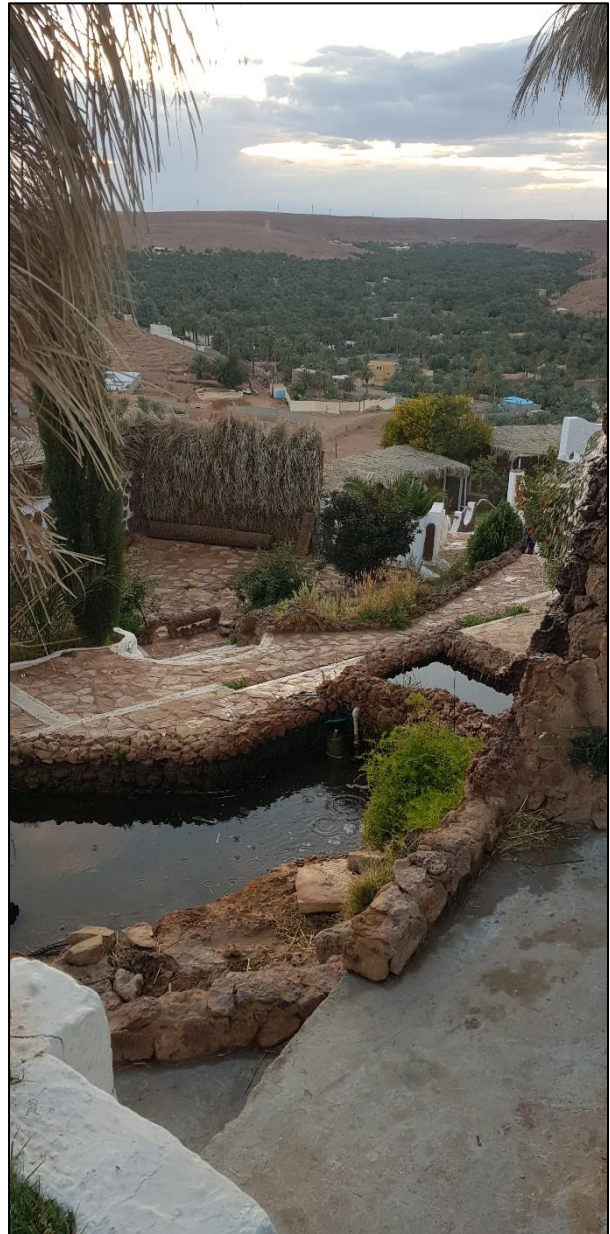


Photo 77 vu sur les palmeraies depuis l'Eco parc



Photo 78 vu d'ensemble sur l'Eco parc

Un tri des déchets organiques est fait au niveau de chaque maison, l'éco parc s'occupe après de la collecte pour nourrir les animaux domestiques. Les animaux du parc comme les chèvres, les paons, les différents oiseaux et les équidés sont nourris avec les déchets organiques, la vocation des lieux est de sensibiliser les plus jeunes aux enjeux de l'écologie.

Un artiste fait des déchets métalliques de superbes sculptures, le parc est plein de sculptures de chameaux, scorpions, flamands roses, papillons, cobras, anes, ...



Photo 79 sculpture d'un Ane faite entièrement de déchets métalliques



Photo 80 Visite d'une classe d'une école primaire pour sensibiliser les enfants

Pour conclure, la solidarité d'une communauté a pu réaliser l'impossible, une ville éco sociale au XXIème siècle. Le génie humain a prouvé que même dans un tel climat une ville pouvait exister, avec les techniques ancestrales de construction et les matériaux locaux, les responsables du projet ont prouvé qu'il ne nous faut qu'un peu de bon sens pour relever les défis écologiques. La ville ne comporte aucune technologie moderne pour le développement durable mais une force communautaire infaillible.

Il est important de noter que :

- Le projet est a but non lucratif, il est créé pour résoudre la crise du logement.
- L'emplacement du ksar est pensé pour valoriser un terrain aride sans valeur marchande au lieu des terres fertiles sauvegardées pour la plantation.
- La ville est calme et favorise les déplacements à pied.
- 50% des eaux usées sont récupérées, filtrées puis traitées pour servir dans l'agriculture.
- Le tri et la collecte des déchets organiques et pain sec pour les animaux de parc.
- L'aspect social est le moteur de toute activité dans la ville.
- Les déchets sont triés et recyclés dans la ville.
- Un modèle économique est mis en place pour aider les jeunes couples a acheter leur première maison.

Quand l'être-humain revient à l'essentiel, « faire paire avec la nature », son habitat ne peut qu'être embéli, cette harmonie fait bénéficier l'Homme, la Faune et la Flore.



Photo 81 « Nulle bête marchant sur terre, nul oiseau volant de ses ailes, qui ne soit comme vous en communauté »

Conception écologique d'une partie de l'extension de la ville de Laghouat

*Ce n'est pas parce que les choses sont
difficiles qu'on n'ose pas, c'est parce qu'on n'ose
pas qu'elles sont difficiles*

Mme MOKHTARI A.

8. Conception écologique de l'extension de la ville de Laghouat

Le projet vise essentiellement à concrétiser les expériences et solutions retenus dans les études d'exemple. Il est divisé en quatre zones distinctes mais liées avec la ligne du Tramway.



Vue 1 : emplacement des 04 projets dans la ville de Laghouat (Google Maps, 2019)

Le Tram de Laghouat

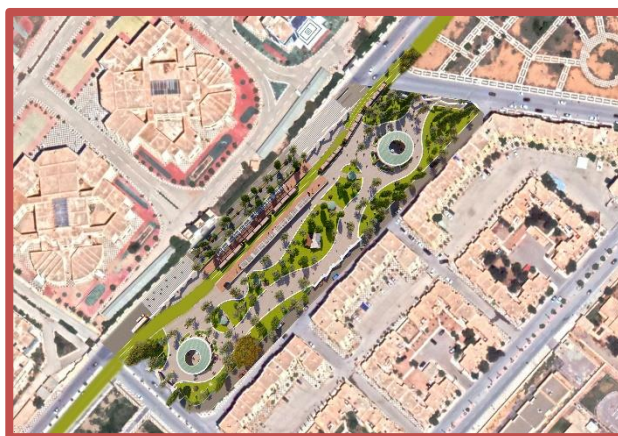
Vu que les moyens de transport sont la cause principale de la pollution des villes, le tramway est la base et le fils connecteur des trois autres zones du projet. Il vise essentiellement les déplacements des étudiants entre la ville et les pôles universitaires, vu le nombre de tram et leurs fréquences de passage.



Vue 2 : Station de Tramway à côté du grand rondpoint de l'université de Amar Telidji (Google Maps, 2019)

Le parc de l'université

En face de l'université, l'appellation du « Parc du Savoir », veut symboliser son rôle de lieu de regroupement pour les étudiants et enseignants, un espace de lecture, de détente et de promenade pour les habitants de la ville de Laghouat.



Vue 3 : « Parc du Savoir » entre l'université et la cité Mostakbel (Google Maps, 2019)

La cité écologique

Dit « Pure City », elle définit tous ce qui est pure dans la nature, c'est-à-dire, une **Energie** pure, une **Eau** propre et une **végétation** qui purifie l'**Air**.

La cité est composée de 720 logements collectifs orientés vers le Nord, l'axe Nord-Sud représente la zone des commerces et service, cette zone divise le terrain en espaces privés constitués de jardin résidentiel, piscine et terrain de sport à l'Est, et espaces publics composés de la mosquée et d'un jardin public à l'Ouest.

La ferme éducative

Au lieu de l'implanté dans les terres fertiles de la ville, la terre rocheuse et sabloneuse du site choisi présentera une oportunité d'étude et d'essai pour le département d'agriculture. Son rôle principale est donc la sensibilisation et la recherche et assurera la transition écologique d'où son appellation d'« Eco Ferme ».



Vue 4 : « Pure City » à droite et l' « Eco Ferme » à gauche dans la route menant vers El Kheneg (Google Maps, 2019)

La conception du projet est faite suivant un modèle qui se base sur toutes les études d'exemple et les expériences de ville durable dans le monde. Il représente avant tout une méthode de réflexion lors de la conception ou l'extension d'une ville ayant comme objectif le développement durable.

Le modèle se compose de dix principes et peut être résumé comme suit :

8.1. Principe 01 : Les limites de l'étalement urbain

8.1.1. Les limites de la ville

Une limite précise doit être dessiner pour limiter l'étalement urbain, plus l'étalement est important plus il faudra de kilomètre à parcourir chaque jour en voiture pour aller travailler ou faire ses courses, amplifiant l'empreinte carbone par habitant.

L'extension de la ville de Laghouat vers El Kheneg pourra créer un sérieux problème de mobilité, car tous ces nouveaux riverains devront se déplacer et traverser la ville de l'Ouest vers l'Est pour travailler ou atteindre les différents services.



Figure 13 : Limites actuelles de la ville de Laghouat (Google Maps, 2019)

8.1.2. Redéveloppement

Donner la priorité au réaménagement et à l'aménagement des vides avant de planifier l'étalement de la ville sur de nouveau site. Ceci réduira le gaspillage des terrains et la diminution des terres agricoles.

Les nouvelles villes durables chinoises et américaines se sont fixées un objectifs d'une densité de 10 000 hab. /km² avant d'investir de nouvelles extensions. Avec le retour d'expérience, il s'est avéré que dans ces deux pays, plus la ville s'étale sur de longue distance plus la mobilité, la pollution due au voiture personnelle et la détérioration du cadre de vie sont aggravés.

Aussi, l'implantation de l'extension de l'université à plus de 2,5 km de l'université d'Amar Telidji, crée actuellement un problème de mobilité sur cette axe et oblige les étudiants et enseignants à se déplacer en voiture, augmentant en conséquent l'empreinte carbone pour ces derniers.

8.1.3. Préservation des ressources



Figure 14 : énormément de terrain vide au milieu des nouveaux projets implantés (Google Maps, 2019)

Aménager une ville durable doit être fait en préservant les ressources écologiques, agricoles, historiques et culturelles de la ville existante. Le noyau ancien de la ville, les monuments historiques et culturelles, la biodiversité locale doivent être le centre de tous développement.



Photo 82 : carte postale de la palmeraie de Laghouat



Photo 83 : Monument BAB ELDJAZAIER, Laghouat

8.2. Principe 02 : la mixité

Elle se base sur la création d'un équilibre entre les maisons, les lieux de travail et les services ainsi que l'intégration des maisons abordables pour les nécessiteux et les retraités dans le quartier.

8.2.1. Prévoir les services minimaux

Le quartier dispose de multiple services, tel que, une poste, des banques, un dispensaire, un supermarché, des commerces et magasins, des restaurants et espaces de détente, une crèche et un primaire, un centre de loisir, une salle des fêtes et une salle de conférence ainsi qu'une mosquée.

8.2.2. Les zones commerciales doivent être à moins d'un km des habitations



*Vue 5 : Les terrasses en plein air des restaurants
(Rendu 3D du projet – Pure city)*

L'intégration de commerce sous les habitations réduit à zéro les déplacements en voiture et impacte significativement l'empreinte carbone des habitants de Pure City ainsi que les habitants des quartiers dans un rayon d'un kilomètre.



Vue 6 : Les commerces et magasins au rez-de-chaussée du quartier (Rendu 3D du projet – Pure city)

8.2.3. Un minimum de 20% de maisons abordables.

Sur les 720 logements de Pure City, 150 sont destinés au programme de logement social pour les nécessiteux et les retraités. Ceci a pour but de renforcer la mixité des classes sociales et réduire le regroupement des habitants par classe de revenu ou d'origine.



Vue 7 : Aperçu du quartier (Rendu 3D du projet – Pure city)

8.3. Principe 03 : des petits quartiers

Pour encourager les déplacements à pied, les quartiers et les voies doivent être conçus à l'échelle humaine.

8.3.1. La taille des quartiers

Pure city est divisée en six (06) sous-quartiers regroupant chacun 500 habitants environs, ceci facilitera les échanges sociaux et renforcera les liens entre les riverains. Chaque sous-quartier dispose de son propre jardin et place de regroupement. Le fait qu'ils soient à l'étage, ces espaces privés seront les carrefours de rencontre entre les habitants de Pure city.



Vue 8 : Placet et jardin semi-privé pour l'un des 06 sous-quartier (Rendu 3D du projet – Pure city)

8.4. Principe 04 : la marche et le vélo

8.4.1. La taille des voies et passages piétons

Pour motiver les gens à abandonner le confort de leurs voitures personnelles et marcher, il faut rendre les trottoirs et voies piétonnes attrayantes et sécurisées.

Toutes les voies piétonnes sont larges et aménagées de banc public permettant le repos à tous moments. L'implantation d'arbres Bosquet comme le *Platane* et le *Pin d'Alep* rendent la promenade agréable et les déplacements à pied plus courants.

Encourager les activités au rez-de-chaussée et créer des places de repos à côté des voies piétonnes.

Établir des couloirs sans véhicule qui sont dédiés au piéton et cycliste et qui peuvent avoir des voies de transport.



Vue 9 : une allée piétonne le long de la Ferme écologique (Rendu 3D du projet – Eco ferme)



Vue 10 : une voie piétonne le long de Pure city (Rendu 3D du projet – Pure city)

8.4.2. Les façades de quartier animé pour le public

Les jardins suspendus de Pure city animent la voie piétonne mais aussi, sensibilise sur l'importance de l'aménagement d'espace vert et leurs impacts sur la qualité de vie des habitants du quartier ainsi que celui de la ville en entier.



Vue 11 : Des murs végétaux et des bancs publics aménagent la voies piétonnes (Rendu 3D du projet – Pure city)

8.4.3. Des voies pour les cyclistes

Concevoir des voies qui mettent l'accent sur la sécurité et les commodités des cyclistes.



Vue 12 Plusieurs points de location de vélo sont implantés à côté des arrêts de bus ou de tramway (Rendu 3D du projet – Pure city)

8.5. Principe 05 : les espaces publics

8.5.1. Distance jusqu'au parc

Fournir une variété d'espace public ouvert et des parcs à une distance piétonne des maisons et lieux de travail.



Vue 13 : L'Eco ferme ne se trouve qu'à 500 m de Pure city (Vue aérienne de l'implantation du projet)



Vue 14 : Le parc est en face aux habitations et à l'université (Vue aérienne de l'implantation du projet)

8.5.2. Des places et des parcs à l'échelle humaines

Le parc est constitué de plusieurs espaces de regroupement et d'échange à l'échelle humaine. Une multitude d'arbre et de plante composent le jardin de la place publique, rendent la détente agréable et améliorent la qualité de l'espace. Des coins d'ombres et des espaces semi-privé sont ainsi créés.



*Vue 16 : espace de lecture et de regroupement semi couvert
(Rendu 3D du projet – Parc du savoir)*



Vue 15 : allée piétonne et cyclable dans le parc (Rendu 3D du projet – Parc du Savoir)

Tous ces espaces verts rafraichissent les températures en été et servent de brise-vent en hiver. Ils contribuent à aérer les cités et sont considérés comme les poumons de la ville.

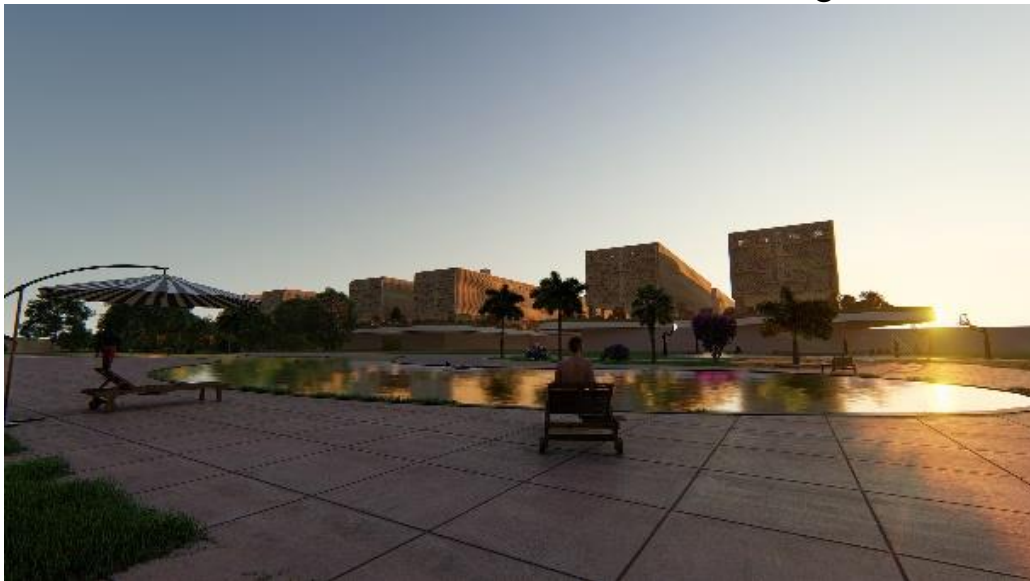
8.5.3. Irrigation efficiente

Les eaux pluviales et les eaux usées sont récupérées, filtrées et traitées pour être utilisée par la suite dans l'irrigation du parc, des jardins de « Pure city » et les plantations de la ferme. Cette méthode économisera l'eau et rendra ainsi l'irrigation plus efficiente. Rendre une ville verte en gaspillant l'eau n'est pas durable, tout doit être pensé dès le début à renforcer les bases du développement durable.



Vue 17 : Lac artificiel créé depuis les eaux purifiées de Pure city (Rendu 3D du projet – Pure city)

Les piscines et fontaines sont reconnues être une source de gaspillage des eaux de la ville mais en purifiant les eaux pluviales et usées, l'amélioration du cadre de vie et l'économie de l'eau sont garanties.



Vue 18 : la piscine privée de pure cité, un luxe rendu réel en purifiant les eaux usées du quartier (Rendu 3D du projet – Pure city)

8.6. Principe 06 : les transports

8.6.1. Distance aux transports

Les arrêts de tramway sont hiérarchisés en deux catégories, les stations et les arrêts de proximités, les premiers, représentés en bleu (Figure 15 et Vue 19) desservent la population dans un rayon d'un kilomètre, alors que les seconds, représentés en rose (Figure 15 et Vue 20, 21) desservent un rayon de 600 m.

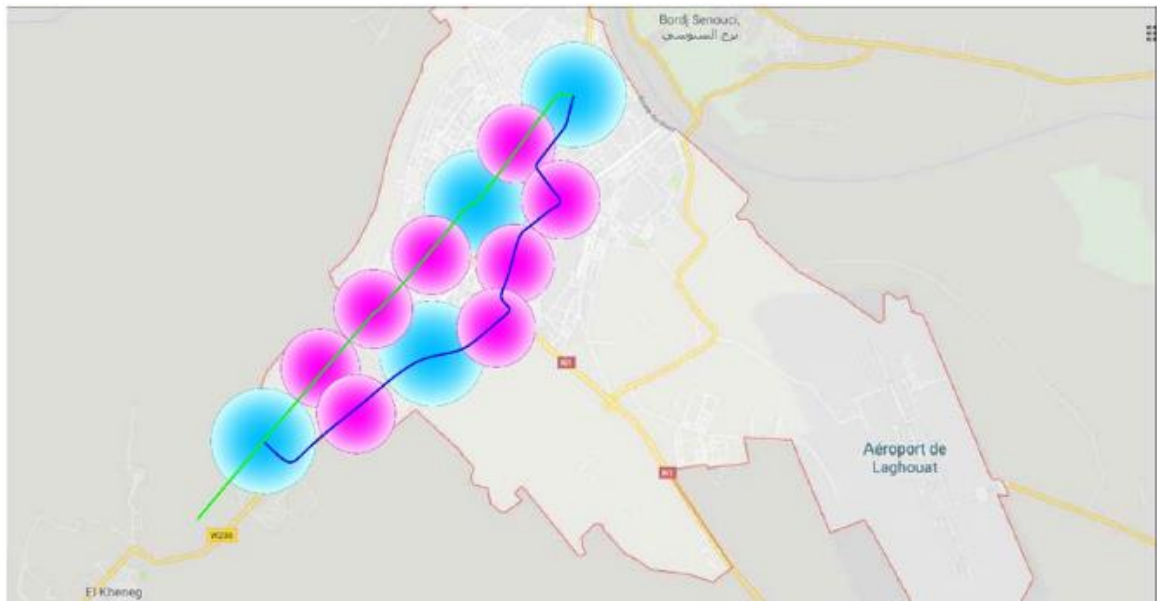
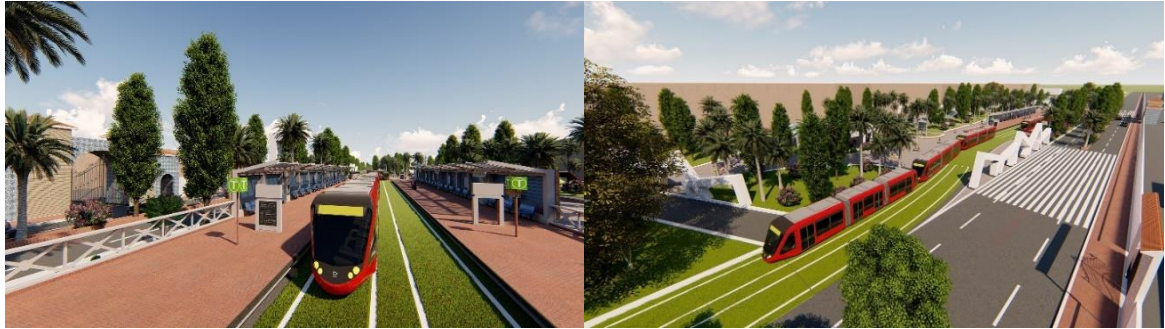


Figure 15 : distance à pied des stations et arrêt de tramway



Vue 19 : station de Tramway « Université 1 » (Rendu 3D du projet – Ligne Tramway)



Vue 20 : station de Tramway « Université 2 – Parc du Savoir » (Rendu 3D du projet – Ligne Tramway)



Vue 21 : station de Tramway « Pure City, arrêt 01 – arrêt 02 » (Rendu 3D du projet – Ligne Tramway)



Vue 22 : arrêt de bus de la ferme écologique (Rendu 3D du projet – Ligne Bus)

8.6.2. Le control d'accès des véhicules

Un parking est aménagé à l'entrée de la ferme écologique et trois parking au sous-sol (le 1er est privé pour les habitants de pure city, le 2eme est public pour les étrangers au quartier et le 3eme a un accès direct aux commerces et service du quartier) de pure city, bloque les voitures à l'extérieur de ces derniers. Cela favorisera les déplacements à pied, rendra les voies piétonnes sécurisés pour les enfants et libérera la population de l'emprise de leurs véhicules.



*Vue 23 : parking de la ferme écologique
(Rendu 3D du projet – Eco Ferme)*

Avec une superficie de 28 ha, dont 15 ha pour Pure City et 13 ha pour Eco Ferme, la totalité des deux projets sont 100% piétons, l'accès est interdit sauf aux véhicules utilitaires (agricole, camion poubelle, ...) et d'urgence (camion de pompier, ...)



Vue 24 : vues aériennes de l'Eco ferme et Pure city (Rendu 3D du projet)

8.7. Principe 07 : L'agriculture et l'alimentation

L'Eco Ferme est indispensable pour toute ville écologique, en premier lieu, elle facilite la transition vers l'agriculture écologique. Cette transition se fera grâce à l'évolution des pratiques des agriculteurs (moins d'engrais azotés de synthèse, développement des légumineuses telles que les lentilles, les haricots ou encore la féverole, gestion des déjections animales, etc.) mais surtout à travers une évolution profonde de notre système agricole : recherche de l'autonomie pour l'alimentation animale, mixité des cultures dans les territoires, conversions en agriculture biologique, etc. Ces évolutions pourront se faire grâce à un bon accompagnement des agriculteurs, des aides ciblées, etc.



Vue 25 : L'entrée principale de l'Eco Ferme (Rendu 3D du projet – Eco Ferme)

Deuxièmement, une sensibilisation de la population et spécialement les plus jeunes en multipliant les sorties et les excursions à l'Eco ferme. Cette méthode permettra aux agriculteurs de présenter leurs passions et partager leurs savoirs. Aussi, la méthode de la cueillette, utilisée en majorité en Europe, permettra aux habitants de cueillir leurs légumes et fruits tous seuls. La solution pour des fruits et légumes ultra-frais et moins chers.

Pour les agriculteurs cette solution leur économisera la main d'œuvre nécessaire pour la cueillette, minimisera les sacs d'emballage et réduira considérablement les déplacements vers les marchés et les points de vente.



Photo 84 brouette pour la cueillette



photo 85/ des habitants s'entraident pour la cueillette



Vue 26 : cueillette pour grand et petit (Rendu 3D du projet – Eco Ferme).



Vue 27 : étalages des produits du jour (Rendu 3D du projet – Eco Ferme).

L'implantation d'un laboratoire et d'une école de formation pour enfants à côté de la ville, illuminera les enfants sur les origines de leurs nourritures et enrichira les échanges et l'entraide entre agriculteurs, organismes étatiques et populations.

Le laboratoire de l'Eco ferme travaillera en collaboration avec le département de l'agronomie de l'université Amar Telidji et aura comme objectif la réalisation des Objectifs de Développement Durable des Nations Unies :

1. Accroître le rendement des cultures sans utiliser plus de terre, d'eau, d'énergie.
2. Améliorer la fertilité de terres agricoles en voie de détérioration.
3. Faire prospérer la biodiversité des terres agricoles.
4. Donner des moyens aux petits exploitants d'augmenter leurs productivité.
5. Aider les agriculteurs à travailler en sécurité en déployant de la formation.
6. Prendre soin de chaque travailleur tout au long de la chaîne d'approvisionnement.



photo 86 : laboratoire d'étude sur la variété des plantes



photo 87 : cultiver des plantes avec des lumières artificielles (Intérieur du Laboratoire d'Eco Ferme).

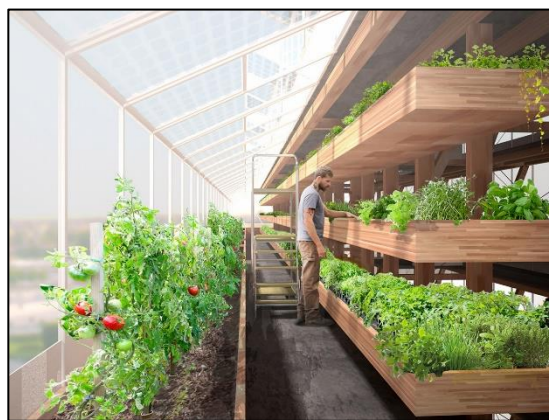


photo 88 : des étalages intérieurs pour la surveillance de la qualité des récoltes (Intérieur de la serre d'Eco Ferme).

8.8. Principe 08 : Gestion des déchets

L'analyse des différentes solutions, par le biais d'étude d'exemple, a permis de dégager les grands principes de la gestion des déchets dans la perspective d'un développement durable ainsi qu'examiner l'état et les moyens de leur mise en œuvre. En récapitulant, la stratégie de la gestion des déchets basée sur l'ordre de priorité, « Prévention - Valorisation - Elimination », s'agit notamment des principes suivants :

- Nécessité absolue de la réduction des déchets à la source ;
- Importance primordiale de la formation et sensibilisation ;
- Application du principe « pollueur-payeur » ;
- Équilibre des mesures incitatives et réglementaires ;
- Mise en place des plans nationaux de gestion des déchets ;
- Application du principe de la responsabilité objective de la personne responsable les dommages causés par les déchets ;
- Nécessité d'une réglementation particulière applicable aux déchets spéciaux ;
- Contrôle strict des mouvements transfrontaliers des déchets ;

Ci-après on propose des propositions de mesures concrètes notamment dans les domaines suivants, à savoir :

8.8.1. Politiques visant à la réduction des flux des déchets à la source

Plusieurs instruments permettent d'examiner et d'infléchir la production de déchets à la source.

8.8.1.1. L'éco-audit

L'éco-audit, ou diagnostic environnemental, s'applique aux unités de production artisanales et industrielles. Son objectif est d'améliorer le niveau des connaissances en matière d'impact de l'activité sur l'environnement. Il s'agit d'une démarche à caractère non obligatoire ne visant pas à la mise aux normes nationales ou communautaires d'installations.

8.8.1.2. Les technologies propres

Elle consiste à admettre que la pollution n'est pas obligatoire et à rechercher des solutions internes pour éviter la formation de la pollution. La quantité et la nocivité des déchets peuvent être réduites au stade de la production en agissant sur les modes de fabrication des biens industriels et des biens de consommation. Les technologies propres se caractérisent par une production de moins d'effluents gazeux, liquides ou solides qu'il faut ensuite épurer en générant de nouveaux déchets.

Les technologies propres sont un facteur d'innovation technologique, d'amélioration de la productivité et de la qualité des produits, ce qui permet d'atteindre une meilleure compétitivité sur les marchés intérieurs et extérieurs.

8.8.1.3. Les écoproduits

Les écoproduits offrent une alternative à la conception des produits et aux habitudes des consommateurs. Ils répondent à une double logique, une logique de protection de l'environnement et une logique économique de concurrence par la qualité « écologique ».

8.8.1.4. Les comportements industriels

Des initiatives dans ce domaine pourraient comprendre la prolongation des garanties sur la qualité et longévité des produits ainsi que l'obligation pour les entreprises d'une certaine taille de désigner un responsable chargé de la gestion des déchets.

En ce qui concerne les déchets d'emballages, leurs tris et leurs valorisations deviennent d'autant plus indispensables que le caractère recyclable de l'emballage devient un enjeu commercial. La responsabilité des industriels sur le devenir après usage des emballages étant établie, les prescriptions réglementaires nationales et communautaires imposent aux industriels, importateurs ou conditionneurs de produits destinés à la consommation des ménages, soit de pourvoir eux-mêmes à la reprise des emballages, soit de confier cette mission à un organisme agréé (par exemple, Dual System Deutschland - CSD, Eco-Emballages, ...).

8.8.2. Formation et sensibilisation

L'effort dans le domaine de la formation et de la sensibilisation doit être dirigé tant dans la direction des industriels et gestionnaires d'outils d'élimination de déchets que vers le milieu associatif et les particuliers, car il est essentiel de rétablir une communication sereine basée sur la transparence des actions engagées et à venir.

Ainsi, à l'échelle de l'individu, toute opération de communication doit être l'occasion de sensibiliser les consommateurs et de rappeler la nécessité de contribuer à l'effort collectif de réduction des déchets à la source.

Quelques gestes simples peuvent être cités :

- ✓ Acheter la quantité juste nécessaire d'un produit, afin d'éviter le gaspillage du surplus ;
- ✓ Préférer les conditionnements rechargeables aux produits à usage unique, afin de limiter les déchets d'emballage ;
- ✓ Utiliser les écoproduits labellisés ou les produits éco-compatibles (pour lesquels un label n'existe pas) ;
- ✓ Consommer des produits propres, et veiller au bon entretien de son équipement afin d'en prolonger l'existence ;
- ✓ S'informer régulièrement de l'évolution du niveau de connaissances en matière d'environnement.

8.8.3. Recherche de technologies plus efficaces de recyclage et d'élimination des déchets

8.8.3.1. Technologies de recyclage



Vue 29 : implantation de poubelle de tri sélectif (Rendu 3D du projet – Eco Ferme)



Vue 28 : implantation de poubelle de tri sélectif (Rendu 3D du projet – Parc du Savoir)

Le recyclage de produits de consommation et la récupération de matières premières, secondaires ou d'énergie sont un élément de tout système de gestion des déchets. Leur développement pourrait être significatif en favorisant les actions suivantes :

- L'extension des systèmes de tri sélectif et des collectes de matières valorisables.
- La transformation énergétique de déchets est considérée généralement comme une forme de valorisation, elle est particulièrement adaptée aux déchets non toxiques présentant un fort pouvoir calorifique (incinérateur de déchets couplé à une centrale vapeur pour la production de l'électricité).
- La multiplication des centres de tri des déchets provenant de l'apport volontaire des déchets valorisables d'origine domestique.
- L'introduction, par la voie réglementaire, d'une teneur minimale de matière première récupérée dans la fabrication de nouveaux produits de grande consommation, tels les sacs poubelle ou la pâte à papier journal.
- La limitation, voire l'interdiction, de la commercialisation de nouveaux produits dont la filière de recyclage ou de valorisation n'est pas maîtrisée.

➤ La création du marquage et de l'étiquetage distinctif des produits commercialisés comprenant un code de collecte, de valorisation ou d'élimination.

8.8.3.2. Technologie d'élimination

8.8.3.2.1. Les décharges

Le concept des décharges doit absolument évoluer. Il est nécessaire, à moyen terme, de ne plus accepter la mise en décharge de produits bruts (ordures ménagères) et d'adapter le conditionnement des déchets spéciaux aux nouvelles technologies. L'élaboration de ces nouveaux critères entraîne en amont l'obligation :

- De traiter les ordures ménagères avec les meilleures technologies disponibles ;
- De réduire les flux des déchets spéciaux, en raison du coût du conditionnement.

En tout état de cause, tout projet de création de décharge doit être accompagné d'une campagne de communication, ouverte et transparente, précédant l'instauration d'une structure de concertation et d'information, à mettre en place avant, et à maintenir après, la création de la décharge.

8.8.3.2.2. L'incinération

Dans ce domaine, de nouveaux progrès techniques sont possibles. Pour cette raison, il faut non seulement que soient respectées des valeurs limites d'émission sévères, mais aussi que soient utilisées des techniques nouvellement mises au point, permettant de prévenir la pollution.

Ce n'est que par le biais d'une transparence complète que l'on pourrait répondre aux préoccupations du public face à l'incinération des déchets et rendre acceptable cette option dans les cas où elle se révélerait la plus adéquate. De même, cela devrait faciliter la localisation optimale des installations d'incinération, tant en termes de distance des centres de production, de collecte et de tri (en réduisant au maximum les déplacements de déchets dangereux), qu'en termes d'impact sur l'environnement.

8.8.3.2.3. Le compostage

Le compostage individuel devrait être développé dans les zones rurales ou urbaines pavillonnaires, où sa mise en œuvre pourrait infléchir significativement le flux des déchets ménagers. Les déchets fermentescibles représentent environ 25 % en poids du contenu d'une poubelle moyenne.

L'installation d'unités de compostage à grande échelle devra répondre à une réalité économique au niveau de la commercialisation du compost.

8.9. Principe 09 : les bâtiments verts

8.9.1. Evaluation des bâtiments écologiques

Le bâtiment est la 2eme source de pollution dans le monde après les moyens transports. Il est primordial de construire mieux nos bâtiments, voici alors quelques idées simples et efficaces pour réduire l'impact des constructions sur l'environnement :

8.9.1.1. L'implantation :

Le choix de terrain est la première étape primordiale pour réduire l'impact du bâtiment sur l'environnement, choisir un terrain aride et le valorisé au lieu d'un terrain agricole ou une forêt, rénover une ancienne usine ou un ancien bâtiment vaudra mieux pour l'environnement que de construire sur un terrain vierge.

8.9.1.2. L'orientation :

Etant dans le Sud Algérien, l'ensoleillement en été, augmente considérablement la facture de climatisation et pèse lourd sur la consommation de l'électricité dans le Sud du pays, ainsi, l'orientation des bâtiments est une nécessité pour bénéficier de l'ombre.

Il faut réduire les ouvertures du côté Sud du bâtiment et les élargir au Nord, ceci permettra de contrôler la quantité d'ensoleillement des espaces. Aussi, l'installation des moucharabiehs sur les ouvertures et les façades minimise l'ensoleillement pendant l'été et laisse le soleil d'hiver réchauffer l'intérieur des bâtisses.

8.9.1.3. Les matériaux de construction :

Les matériaux de construction doivent être écologiques et de préférence de la région afin de minimiser les déplacements pour les camions de chantier.

Utiliser les techniques anciennes avec les nouvelles technologies réduit considérablement les émissions des gaz à effet de serre lors de la phase de construction.

8.9.1.4. L'isolation :

L'isolation des bâtiments est l'une des plus grandes failles dans nos constructions, généralement minimisée, les constructions au Sud n'obéissent même pas aux simples normes d'isolement, simple murette au lieu de double murette avec lame d'air et isolation inexistante des toitures et fenêtres. Tous ce là crée une déperdition importante dans la climatisation des espaces.

Nos anciennes maisons étaient construites avec des pierres, les murs de 40 cm d'épaisseur rendaient les maisons fraîches en été et chaleureuse en hiver. Aussi, les patios jouaient le rôle d'espace tampon régulant la température et les courants d'air dans la maison.

Les murs extérieurs doivent être au minimum en double murette avec une lame d'air au milieu sinon un isolant comme le polystyrène, la laine de roche ou laine de verre. Les toitures aussi doivent être très bien isolées vu leurs expositions permanente au soleil, une superposition de couche d'isolant garantira l'isolation thermique et à l'eau. Les vitrages doivent être à double vitrage avec gaz à caractéristiques isolantes.

8.9.2. Réduire l'impact de l'environnement bâti sur l'environnement naturel.

La plupart des habitations en Algérie sont regroupées en quartier avec un espace central qui est malheureusement utilisé comme parking. Les espaces verts sont le poumon



Vue 30 : les espaces vert sont la base de tous les bâtiments du quartier (Rendu 3D du projet – Parc du Savoir)

vert de la ville, tant pour l'environnement que pour les habitants.

Des espaces verts de regroupement et de jeux amélioreront la qualité de vie des habitants et permettront de renforcer les liens entre les habitants d'un même quartier. Les toitures des bâtiments collectifs peuvent être aménagées en terrasse jardin pour la détente des adultes. Ceci renforcera aussi l'isolation des toitures des maisons en dernier étage.

Les espèces plantées sont choisi selon leurs adaptations aux climats de la région, la profondeur jardin résidentiel et leurs apports en ombre et esthétiques. Voici la liste des espèces utilisées dans le projet :

Tableau 1 : Liste des plantes du projet (Conservation des forêts Laghouat 2016)

Désignation	Espèce
Plantation de bordure et décoration	<u>Romarin</u>
	<u>Thuya de Chine</u>
	<u>Pommier de Sodome</u>
	<u>Ficus ingens</u>
	<u>Ficus salicifolia</u>
	<u>Atriplex halimus</u>
	<u>luzerne arborescente</u>
	<u>Laurier noble</u>
	<u>La Santoline petit cyprès</u>
	<u>Alfa(stipa tenacissima)</u>
	<u>Armoise blanche</u>
	<u>Pittosporum</u>
	<u>Fusain vert</u>
Plantes et garniture	<u>Grain gazon (Cynodon)</u>
	<u>Gazania</u>
Plantes grimpantes	<u>Bougainviller</u>
	<u>Rosier greffé</u>
	<u>Lierre (hederahelix)</u>
	<u>la Glycine de chine (Wisteria)</u>
	<u>Ampelopsis</u>
	<u>Chèvrefeuille (lonicera)</u>
	<u>Jasmin blanc</u>
Plantation d'alignement et brise vent	<u>Palmier wachingtonia</u>
	<u>Ficus retuza</u>
	<u>Cyprès d'arizona</u>
	<u>Casuarina tenium</u>
	<u>Cyprès vert</u>
	<u>Acacia arabica</u>
	<u>Acacia radiana</u>
	<u>Olivier de bohème</u>
	<u>Balanites aegyptiaca</u>
	<u>Phoenix dactyliféra</u>
	<u>Wachingtonia robusta</u>
	<u>Acacia seyal</u>

	<u>Acacia albida</u>
	<u>Acacia mimosa</u>
	<u>Faux poivrier</u>
	<u>Hibiscus</u>
	<u>Prunier</u>
	<u>Araucaria</u>
	<u>Mimosa greffé</u>
Espaces verts et décoration	<u>Yucca vert</u>
	<u>Palmier cacos</u>
	<u>Sparte (Lygeum)</u>
	<u>Bégonia</u>
	<u>Galant de nuit</u>
	<u>Anthemis</u>
Bosquet (Arboretum forestier et cactacier)	<u>Platane</u>
	<u>Pin d'Alep</u>
	<u>Murier</u>
	<u>Erable</u>
	<u>Olea laperrini</u>
	<u>Chêne zeen</u>
	<u>Jacaranda</u>
	<u>Caroubier</u>
	<u>Cyprès vert pyramidale</u>
	<u>Mimosa d'hiver</u>
	<u>Parkinsonia</u>
	<u>Genvrier oxycèdre</u>
	<u>Micocoulier</u>
	<u>Troène planché</u>
	<u>Cupressus dupreziana</u>
	<u>Cactus varié</u>
	<u>Plante grasse variée</u>
	<u>Ficus elastica</u>
	<u>Thuya biota</u>
	<u>Albizia</u>
	<u>Palmier phoenix</u>
	<u>Myrtus nivelii</u>
Plants d'intérieur	<u>Ficus bendjamina</u>

	<u>Schefflera vert</u>
	<u>Groton</u>
	<u>Ephedra</u>
	<u>Calligonum</u>
	<u>Retama</u>
	<u>Tamarix</u>
Espèces d'oued de l'oasis	<u>Peuplier de l'euphrate</u>
	<u>Roseau commun</u>
	<u>Jonc piquant (Juncus acutus)</u>
	<u>Massette (Typha angustifolia)</u>
	<u>Laurier rose</u>
Arbres fruitiers	<u>Pecher (Prunus persica)</u>
	<u>abricotier (Prunus armeniaca)</u>
	<u>Nectarine (P.Persica var nectarina)</u>
	<u>Oranger (Citrus sinensis)</u>
	<u>Cirtonnier (citrus limon)</u>
	<u>Vigne (Vitis vinifera)</u>
	<u>Grenadier (Punica granatum)</u>
	<u>Pistachier commun (Pistacia vera)</u>
	<u>Jujubier (Ziziphus lotus)</u>



Vue 31 : les espèces sont étudiées selon le climat et la biodiversité de la région (**Rendu 3D du projet – Pure City**)

8.10. Principe 10 : infrastructure durable

8.10.1. Economie d'énergie

Mettre en œuvre des systèmes d'économie d'énergie de quartier avec l'utilisation de compteur d'énergie intelligent, classant les habitants d'un même quartier de grands à petits consommateurs. Cela créera une concurrence et sensibilisera les habitants de Pure City sur l'importance de la rationalisation de l'utilisation de l'énergie.



Vue 32 : 4500 panneaux photovoltaïques et 12 tours à vent au-dessus des bâtiments (Rendu 3D du projet – Pure City)

L'énergie renouvelable est au cœur du développement des villes durables, ainsi, toutes les toitures de Pure City, des stations et gare de tramway, du parc et d'Eco Ferme sont munis de la dernière technologie de panneau photovoltaïque pour la production d'une énergie propre. Dans Pure City seulement, la capacité de production est estimée à 4050 MWh pouvant alimenter 84% de la facture de l'électricité des 720 foyers de Pure City.



photo 89 : micro-turbine pour la production de l'électricité à l'aide des courants d'air et turbulences (AP via ibtimes.co.uk)

Les 16% restantes vont être assurées par l'implantation de 40 arbres à vent. Ces derniers ont la capacité de produire l'électricité à l'aide de simple courant d'air en comparaison avec les éoliennes qui nécessitent des vents forts et constants.

Inspirée de la nature, esthétique, silencieuse et relativement peu encombrante, l'éolienne urbaine en forme d'arbre fut développée en 2011 par la startup parisienne New Wind. Elle fonctionne en récupérant les vents difficiles, dit turbulents, grâce à son système de micro-turbines en forme de feuilles, les Aeroleafs.

8.10.2. Puit canadien

En été, à 2 mètres de profondeur, la température du sol est d'environ 15°C. Dans le cas d'une température extérieure de +30°C, l'air neuf, par exemple, sera introduit dans le bâtiment à +24°C permettant un rafraîchissement de l'air ambiant sans avoir recours à un système de climatisation.

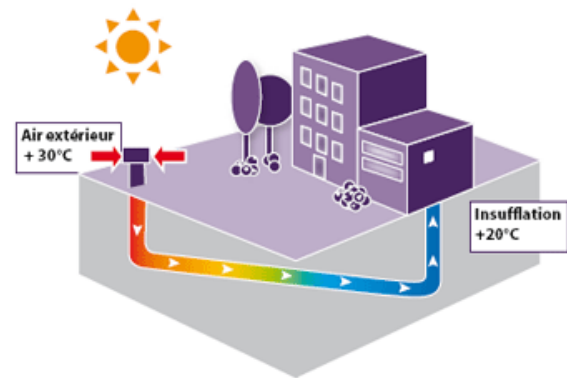


Figure 16 : schéma de principe du puit canadien

8.10.3. Economie et gestion de l'eau

La station d'épuration située au sous-sol de Pure City, collecte, traite et purifie les eaux de pluies et les eaux usées. Cette eau est par la suite conduite tous au long de deux cours d'eau. Le principe est de recréer des milieux et des bassins « tampons » dans lesquels les eaux usées vont transiter dans un système de lagunage, avant d'être rejetées dans le lac artificiel de Pure city. Une partie est utilisée dans la piscine et l'irrigation des jardins résidentiels du quartier et le jardin public alors que l'autre partie est destinée à l'irrigation de l'Eco Ferme.



Vue 33 : Cascade des eaux traitées (Rendu 3D du projet – Pure City)



Vue 34 : Piscine et jardin privé (Rendu 3D du projet – Pure City)



Vue 35 : Le Parc public donne sur le lac artificiel (Rendu 3D du projet – Pure City)

Conclusion

9. Conclusion générale

Les changements climatiques et les problèmes environnementaux qu'ils génèrent, touchent l'ensemble de la planète. Le rythme effréné de la population mondiale, le développement des zones urbaines, l'exploitation et la consommation des énergies fossiles, la réduction des habitats naturels, la surexploitation des ressources naturelles, la perte de la biodiversité etc., sont des facteurs qui menacent non seulement l'existence de la génération actuelle mais hypothèquent également celle des générations futures.

Alors comment répondre aux besoins des populations actuelles sans pour autant épuiser les ressources et endommager l'environnement ? Là est la principale contribution du présent travail.

Les enjeux liés à la question du « vivre ensemble sur terre », à la cohabitation avec le vivant et de la justice environnementale, appellent un engagement qui doit passer par la transformation de la matérialité à la fois des milieux et de nos modes de vie. Susciter l'intérêt des habitants à devenir des acteurs de leurs modes de vie, des protecteurs de leur environnement actuel et futur, de l'aménagement écologique de leurs quartiers nous semble, en l'état actuel des connaissances, la meilleure voie possible pour construire un avenir prometteur aussi bien pour l'homme que pour toute autre forme de vie sur terre.

Dès lors, la relation entre ville et développement durable apparaît comme la clé du problème. Dans la mesure où une ville durable est une expression qui désigne une ville ou une unité urbaine, celle-ci devrait en effet, respecter les principes du développement durable et de l'urbanisation écologique qui cherche à prendre en compte conjointement les enjeux sociaux, économiques environnementaux et culturels de l'urbanisme pour et avec les habitants au travers de bâtiments écologiques moins exigeant en énergie, une mobilité sans émissions de gaz à effet de serre, de l'utilisation et du recyclage de l'eau etc., assurant l'efficacité du point de vue de la consommation d'énergies et des ressources. Dans cette optique, on parle souvent d'éco-villes ou d'éco-quartiers qui cherchent à diminuer leur empreinte écologique en compensant leurs impacts et en tendant à rembourser leur « dette écologique ».

Dans le présent travail, diverses démarches ont été étudiées avant d'entamer la conception. Ces démarches sont donc très formatrices puisqu'elles obligent l'apprentissage des notions sur la ville de Laghouat, sur le site, sur les besoins de la recherche, sur l'écologie, ... elles permettent également de comprendre l'interaction sensible qui existe entre l'écologie et l'architecture. C'est donc seulement après avoir fait de nombreuses lectures, qui permettent de bien maîtriser le sujet, que l'architecture peut être abordée d'un point de vue écologique.

L'étude des exemples a permis de démontrer que les notions de : Ecologie, recherches, sensibilisation ainsi que l'analyse de la ville de Laghouat, peuvent générer des pistes de développement durable afin de concevoir ce modèle d'aménagement écologique. Ce processus a également déterminé l'approche architecturale appropriée afin de respecter les principes du développement durable, tout en enrichissant l'expérience de concevoir un projet architectural écologique.

Nous considérons, à travers l'élaboration du modèle, la création d'un projet écologique présentée ici constitue une des réponses à la problématique posée au départ. La ferme et le quartier écologiques sont l'aboutissement et la concrétisation des trois piliers du développement durable. La proximité des commerces et la cueillette dans la ferme assureront l'aspect **Economique** du développement durable, la population a un accès facile à une multitude de commerces et services ainsi qu'aux produits de la ferme, à moindre coût et avec une excellente qualité. Les profits générés assureront la pérennité de la ferme et l'entretien des bâtiments et équipements.

L'accessibilité à une distance à pied des parcs publics, renforcera l'aspect **Social** de la ville, entre espaces de jeu pour enfant et moment de détente en famille ou entre amis, les parcs animeront et rendront enfin l'extension de la ville de Laghouat pleine de vie. Rendre la ville vivable par l'aspect **Environnemental** est primordial pour rendre Laghouat verte à nouveau, les parcs publiques et privés, les jardins suspendus et la ferme amélioreront le cadre de vie et renforcera l'attachement de la population à sa ville. Les générations futures grandiront en ayant cette responsabilité de sauvegarder cette biodiversité et l'embellir encore plus.

Le modèle est basé sur la durabilité, ainsi, le déploiement d'un vaste réseau de transport en commun (bus, tramway et métro) rendra accessible la majeure partie de la ville de Laghouat et réduira considérablement l'utilisation des voitures personnelles et donc les émissions de gaz à effet de serre.

Aussi, la concrétisation de simples outils architecturaux ayant un grand impact écologique, comme l'orientation des bâtiments, l'intégration des moucharabiehs et des tours à vent, les pilotis et les jardins suspendus, minimiseront l'utilisation de l'énergie pour le chauffage, la climatisation et l'éclairage mais en même temps sensibilisera la population et les décideurs sur la faisabilité et le réalisme de rendre facile l'aménagement d'une ville durable et écologique.

10.BIBLIOGRAPHIE

Référence :

A Alberini, O Khymych, M Šcasný, (2019), The Energy Journal, iaee.org

A Hufty, (2001), Introduction à la climatologie : le rayonnement et la température, l'atmosphère, l'eau, le climat et l'activité humaine, books.google.com.

A Riedacker, (2003) Mondes en développement, cairn.info.

Agence Parisienne du Climat (04 décembre 2018), Qu'est-ce que la COP21 ? Quel bilan pour la conférence internationale sur le climat Paris 2015 ?, <https://www.apc-paris.com/cop-21>

Akerkar A, (2015). Les animateurs de projets de développement rural en Algérie. Alternatives Rurales (3), octobre 2015,

André, J. C., & Royer, J. F. (1999). Les fluctuations à court terme du climat et l'interprétation des observations récentes en termes d'effet de serre. La météorologie.

Bernard Seguin (2010), Le changement climatique : conséquences pour les végétaux, <https://journals.openedition.org/quaderni/525>

Biodiversité et développement durable (2018) Destruction de la biodiversité, <http://www.vedura.fr/environnement/biodiversite/destruction-biodiversite>

Blaise Mao (29/10/2014), Un écosystème : qu'est-ce que c'est ?, <https://www.geo.fr/environnement/ecosysteme-nature-biodiversite-50049>

Bourque, A. (2000). Les changements climatiques et leurs impacts. Vertigo -la revue électronique en sciences de l'environnement, 2000, vol. 1, no 2.

Brigitte et Gilles Delluc, 2002, Le Paléolithique Age de la pierre taillée, <https://www.hominides.com/html/chronologie/paleolithique.php>

Cartographiques, analyse et interprétation d'informations géographiques sur la carte d'occupation des terres et de l'état des parcours.

Céline Lison (23/05/2019), National Geographic, France : jusqu'où la mer va-t-elle monter ? <https://www.nationalgeographic.fr/environnement/france-jusquou-la-mer-va-t-elle-monter>

CF, (2016). Données du secteur forestier. Wilaya de Laghouat.

Chapelle S, 2017. Faut-il vraiment limiter la population mondiale pour sauver la planète ?

Chariviri, 26 octobre 2016, SÉQUENCE SUR LES VILLES, <https://www.charivarialeco.fr/archives/2518>

- Claessen, D. (2018).** La razzia sur les ressources naturelles s'accélère. Les transitions énergétiques-écologique dans les pays du Sud. Agence Française de Développement. 10 pages.
- Comeen, (2017),** Écosystème : définition, exemple et importance – Tout savoir sur les écosystèmes <https://e-rse.net/contact/#gs.dv6r2u>
- CRSTRA, nd.** Carte bioclimatique de la wilaya de Laghouat.
- D Cohen (2006)** data0.revolublog.com.
- Dandin, P. (2006).** Evolution du climat et sécheresses. Congrès de la FNCCR, Bordeaux, septembre.
- Djama Z. (30/08/2018),** notre système climatique, <http://djamazz.centerblog.net/6594631-notre-systeme-climatique>
- DSA, 2016.** Données du secteur agricole. Wilaya de Laghouat.
- Dupuis, J. (2015).** S'adapter au changement climatique: analyse critique des nouvelles politiques de gestion de l'environnement. Cas spécifiques de l'agriculture en Inde et du tourisme hivernal en Suisse. Alphil-Presses universitaires suisses.
- E Ngnikam, E Tanawa (2006)** utbm.fr
- F Lelong, (1969),** core.ac.uk.
- FAO. (2016).** The State of World Fisheries and Aquaculture 2016. Contributing to food security and nutrition for all, Rome.
- G Anders, C David, (2002)** dnspf.com.
- G Peyré, M Cuturi, (2019),** Foundations and Trends® in Machine ..., nowpublishers.com.
- Ghil, M. (2018).** Le changement climatique est en marche. Les transitions énergétiques-écologique dans les pays du Sud. Agence Française de Développement. 10 pages.
- Hamini F. (2018)** cours n°02 Biodiversité et agriculture
- Hannah (16/11/2018),** le mouvement pour combattre le réchauffement climatique, <https://alternativisme.com/-onestpret-le-mouvement-pour-combattre-le-rechauffement-climatique/17>
- HCDS, (2010).** Les potentialités agro-pastorales de la steppe algérienne : Requêtes <https://www.bastamag.net/Faut-il-vraiment-limiter-la-population-mondiale-pour-sauver-la-planete>
https://www.lepoint.fr/monde/sommes-nous-trop-nombreux-sur-terre-26-07-2017-2145872_24.php

<https://www.mediaterre.org/actu,20181010181634,11.html>

I Reynaud-Farrera, J Maley, D Wirrmann, (1996), CR Acad. Sci. Paris, academia.edu.

Il paraît important d'améliorer à travers les moyens de communication

J Lichardus, M Lichardus-Itten, (2018) Presses universitaires de France.

J Pierreux, P Delaplace, B Bodson, B Dumont, (2018), orbi.uliege.be.

JB Fressoz, C Bonneuil, (2016) Points.

JC André, JF Royer, (1999), La météorologie documents.irevues.inist.fr

Journal le Figaro (07/06/2018), IDF: 100% d'énergies renouvelables d'ici 2050,

<http://www.lefigaro.fr/flash-actu/2018/06/07/97001-20180607FILWWW00199-l-idf-veut-passer-a-100-d-energies-renouvelables-d-ici-2050.php>

Journal le Monde (19 décembre 2009), Le bilan décevant du sommet de Copenhague,

https://www.lemonde.fr/le-rechauffement-climatique/article/2009/12/19/la-bilan-decevant-du-sommet-de-copenhague_1283070_1270066.html

Jouzel, J., & Debroise, A. (2014). Le défi climatique. 20 pages.

Kerry Sheridan (02 août 2018) Agence France-Presse à Tampa, Les GES à un niveau record en 2017 <https://www.ledevoir.com/societe/environnement/533612/des-gaz-a-effet-de-serre-a-des-niveaux-record-dans-le-monde-en-2017>

Kerry Sheridan, (2 août 2018), Agence France-Presse à Tampa.

L Rubens, P Gosling, A Moch, (2011) Pratiques psychologiques, Elsevier.

L'image de l'agriculture chez les jeunes pour espérer de pérenniser le métier d'agriculteur, La formation et la communication, il s'agit des deux (02) préoccupations émises lors des entretiens.

La Responsabilité Sociétale dans la RSE et le Développement Durable (2017), Définition scientifique de l'écosystème, une unité à géométrie variable, <https://e-rse.net/definitions/ecosysteme-definition-enjeux/#gs.dcnf51>

La Responsabilité Sociétale dans la RSE et le Développement Durable (2017), Définition scientifique de l'écosystème, une unité à géométrie variable, <https://e-rse.net/definitions/ecosysteme-definition-enjeux/#gs.dcnf51>

Laurence Eymard (20 Octobre 2015), Dossier - Interactions océan-atmosphère : un rôle majeur pour le climat.

- Lipovac, J. C., & Boutonné, A. (2014).** Villes durables : leviers de nouveaux modèles économiques et de développement ? Développement durable et territoires. Économie, géographie, politique, droit, sociologie, 5(1).
- M Chevallier, G Krinner, (2015),** La Météorologie, documents.irevues.inist.fr.
- M Montanari, JL Flandrin, (2016)** Fayard.
- M Mpounza, MJ Samba, (1990),** Paysages quaternaires de l'Afrique - core.ac.uk.
- MADR, (2006).** Politique du Renouveau Rural.
- Magasine Protéger & préserver de la direction générale (2018),** page 06
- Magasine Protéger & préserver de la direction générale (2018),** page 07
- Mahi B, (2014).** Apport de la géomatique dans l'identification des zones d'agriculture. Cas des zones à haut potentiel céréalière de wilaya de Laghouat. Mémoire de Master en Amélioration et production des plantes. Université de Djelfa.
- Meadows, D., Meadows, D. L., & Randers, J. (1972). D. (1972), The Limits to Growth.** Universe Book, New York.
- Mechraoui C, (2016).** Dynamique socio-économique des espaces steppiques cas des communes d'El Kheneg et Ksar El Hirane la wilaya de Laghouat. Mémoire de Master. Université de Laghouat.
- Mellak A, Le Roux Y, Bouarab R, Ahmed-Zaïd T, (2019)** Contribution à la production du biogaz à partir d'effluents d'élevage animaliers en Algérie. Algerian Journal of Environmental Science and Technology.
- Muriel Nelly Fotso Chakam, 2018,** La Notion de Ville Durable, publié le 10/10/2018.
- Natalie Blanc, 1998, 1925-1990 : l'écologie urbaine et le rapport ville-nature,**
https://www.persee.fr/doc/spgeo_0046-2497_1998_num_27_4_1185
- Nature à vendre (2014),** Nature à vendre, les limites des services écosystémiques,
<https://www.cairn.info/nature-a-vendre--9782759221318-page-9.htm#>
- Notre-planète, 02/05/2018,** Bienvenue dans l'Anthropocène : la nouvelle ère géologique de l'Homme, <https://www.notre-planete.info/actualites/3350-nouvelle-ere-geologique-anthropocene>
- ONG, (2016),** Les Actes des Entretiens.
- P Ozer, (2000),** orbi.uliege.be.
- Patrick Bartholomé, (10 juillet 2014)** Rédaction RTBF, CO2 : le seuil symbolique de 400 ppm dépassé en permanence depuis 3 mois,

https://www.rtbfb.be/info/societe/detail_co2-le-seuil-symbolique-de-400-ppm-depasse-en-permanence-depuis-3-mois?id=8312762

Pauline Hayoun (7 mai 2019), Dix espèces en voie de disparition que vous connaissez bien, <https://news.upday.com/fr/diaporama-dix-especes-en-voie-de-disparition-que-vous-connaissiez-bien/?fbclid=IwAR0aYuRRIqK7y-TnOVb5oD7AmGEGCuCxfGbysnrJrn-B2niXB2IbFEzeYnk>

Pison G, 2017. Sommes-nous trop nombreux sur Terre ? Le Point.fr, Publié le 26/07/2017.

R Langevin, (2019), Relations, erudit.org, url : <https://id.erudit.org/iderudit/89644ac>
Copied An error has occurred.

Raven, P.H, Berg, L.R et Hassenze I.D.M, 2011 : Environnement. Ed. de Boeck, 6ème édition, 687p.

Robert Barbault, (2016) rédaction futura, le GIEC, <https://www.futura-sciences.com/planete/definitions/climatologie-giec-13715/>

Simon Coquillaud (Mars 2015), publication kit pédagogique sur les changements climatiques.

Teyssède, A. (2004). Vers une sixième grande crise d’extinctions. Biodiversité et changements globaux : enjeux de sociétés et défis pour la recherche, Paris, ADPF, ministère des Affaires étrangères, 24-36.

U Hannerz, (1983) Paris, Éditions de Minuit, jonksron.free.fr.

UICN (2019), Liste rouge de l’UICN, <https://www.iucnredlist.org/>

UNESCO, 2012. L’éducation pour le développement durable. Ouvrage de référence. Outils pédagogiques n° 4 – 2012. 53p.

V Manneville, C Raison, A Gac, A Le Gall, (2011) Productions Animales - inra.fr.

Z Amina, L Lila, RS Leila, B Aridj, SS Noria, agrobiologia.net

Ouvrages et revues :

Atlas des plantes ornementales des Ziban. ISBN – CRSTRA 2014

Art et architecture : quand les artistes réinventent la ville, Beaux-Arts magasin n°306, décembre 2009.

Le lexique de l’écolo « AMENHIS » magazine N° 37 Mai/Juin 2012 édition, SOPIREF

Sites web consultés :

<http://data.cityofpaloalto.org/home>

<http://economiedurable.over-blog.com/article-citations-et-proverbes-sur-l-ecologie-102481461.html>

<http://graphics.rfi.fr/crise-eau-penurie-journee-mondiale-2018/>

<http://keepschool.com/fiches-de-cours/lycee/histoire/revolution-industrielle.html>

<http://www.carbone4.com/tramway-bus-a-haut-niveau-lequel-plus-vert-etude-comparative-alstom-carbone-4/>

<http://www.climat-optimistes.com/lenergie-dans-le-monde-synthese/>

<https://blog.defi-ecologique.com/50-citations-inspirantes-relever-defi-ecologique/>

<https://detours.canal.fr/bientot-village-0-dechet-0-carbone-coeur-de-paris/>

<https://e-rse.net/5-gestes-ecologiques-quotidien-efficaces-23804/#gs.hci6h0>

<https://e-rse.net/5-gestes-ecologiques-quotidien-efficaces-23804/#gs.hci6ib>

<https://e-rse.net/definitions/ecologie-definition/#gs.hceqw3>

<https://e-rse.net/regime-alimentaire-ecologique-vegetarien-omnivore-19772/#gs.hcibs2>

https://fr.wikipedia.org/wiki/Classification_de_Raunkier

<https://journals.openedition.org/vertigo/13345>

<https://news.un.org/fr/story/2018/12/1032601>

<https://novae.ca/concours/prix-novae/resultats-2015/ecodesign/>

<https://planet-vie.ens.fr/article/1462/eau-sa-gestion>

<https://reseauactionclimat.org/thematiques/energie/>

<https://reseauactionclimat.org/thematiques/transports/>

<https://reseauactionclimat.org/urgence-climatique/>

<https://reseauactionclimat.org/urgence-climatique/>

https://transportgeography.org/?page_id=4621

<https://www.connaissancedesenergies.org/les-chiffres-cles-de-lenergie-dans-le-monde-170926>

<https://www.demainlaville.com/vaxjo-ville-verte-europe/>

<https://www.egis.fr/content/prolongement-du-tramway-t1-dasnieres-colombes>

<https://www.etudier.com/sujets/une-ville-durable-une-utopie/0>

<https://www.futura-sciences.com/planete/actualites/developpement-durable-journee-mondiale-eau-chiffres-etonnants-or-bleu-45364/>

<https://www.institut-numerique.org/13-types-phytogeographiques-502fb2f42a473>

https://www.lemonde.fr/planete/video/2016/03/22/tout-savoir-sur-l-eau-en-10-chiffres_4888180_3244.html

https://www.meteoblue.com/fr/meteo/prevision/modelclimate/laghouat_alg%C3%A9rie_2491191

<https://www.mtaterre.fr/les-villes-daujourd'hui-et-de-demain-0>

<https://www.planete-energies.com/fr/medias/dossiers/qui-produit-et-qui-consomme-des-energies-renouvelables>

<https://www.planetoscope.com/biodiversite/Faune>

<https://www.planetoscope.com/Source-d-energie/229-consommation-mondiale-d-energie-en-tep-.html>

<https://www.tela-botanica.org/thematiques/phytosociologie/#synusiale>

<https://www.un.org/sustainabledevelopment/fr/climate-change/>

Vidéos visionnées

The B1M (01 août 2018) When Trees Meet Buildings | The B1M

Adam Shaw (29 juillet 2013) Europe's first carbon neutral neighborhood - Smart Cities – Horizons.

Hui Ling Lim (10 juin 2015) Singapour, ville durable

DR. VICTOR KOH (02 juillet 2015) Singapore : The Development Of A Modern City State.

The Daily Conversation (02 décembre 2015) Climate Change Explained

Peter Calthorpe, (20 Janvier 2016) Jour1 Session2 Keynote Session on Urban Development and Quality Infrastructure : 2016 QII Conference.

Oscar Boyson (08 décembre 2016) THE FUTURE OF CITIES

CNBC Explains (08 février 2017) What is a smart city?

Fully charged show (17 mars 2017) Sustainable City

LinkedIn Learning (19 juillet 2017) Smart Cities: Solving Urban Problems Using Technology

C40CitiesLive (16 novembre 2017) Reinventing Cities.

GROUPE ARC (28 décembre 2017) La Ville de Demain

Peter Calthorpe (31 janvier 2018) Emerald Cities: China Sustainable Urban Design

CGTN Français (09 juillet 2018) La Chine resplendissante - Une Chine écologique

National Geographic (24 novembre 2018) City of the Future: Singapore

Amanda Burden, (consultée, le 28/02/2019) Comment les espaces publics font fonctionner les villes.

The School of Life, (consultée, le 18/03/2019) Comment bâtir une belle ville.

Annexe

*Il n'est pas important de savoir les noms des
arbres pour les protéger. Il suffit de les aimer !
La protection de la nature n'est pas une affaire de
spécialistes*

Tony le sauteur

11. Annexe

Définitions

11.1. Ecologie :

Qu'est-ce que l'écologie ? À quoi sert l'écologie ? Quels liens entre écologie, protection de la biodiversité, lutte contre le réchauffement climatique et protection de l'environnement ?

11.1.1. Définition de l'écologie :

L'écologie, au sens premier du terme, est une science dont l'objet est l'étude des interactions des êtres vivants (la biodiversité) avec leur environnement et entre eux au sein de cet environnement (l'ensemble étant désigné par le terme « écosystème »).

11.1.2. Étymologie du mot écologie :

Le terme écologie (du grec *oikos*, demeure, et *logos*, science) a été proposé par Ernst Haeckel en 1866, biologiste adepte et promoteur de la théorie de l'évolution darwiniste pour désigner la science qui étudie les rapports entre les organismes et le milieu où ils vivent. Cette définition reste encore valable, mais elle demande à être approfondie et précisée, car elle est trop générale. Pour la situer par rapport aux autres sciences biologiques, il est commode de considérer les divers niveaux d'organisation de la matière vivante.

11.1.3. À quoi sert l'écologie ?

En tant que discipline scientifique, l'écologie permet de mieux comprendre comment les êtres vivants vivent et interagissent au sein d'un milieu. En tant qu'idée politique et sociale, l'écologie a pour objectif de protéger les écosystèmes, la biodiversité, et l'environnement en général, notamment afin de permettre aux sociétés d'y vivre avec résilience et de façon pérenne.

11.1.4. L'écologie scientifique

11.1.4.1. Notion de système : L'habitat comprend :

1. Un environnement physico-chimique = biotope, favorable à la survie et à la reproduction des espèces qui l'occupent.
2. Un environnement biologique constitué de nombreuses autres espèces.

Toutes les espèces d'un même milieu interagissent entre elles et l'ensemble de ces interactions constituent un réseau compliqué, adaptatif et évolutif. De plus, chaque espèce modifie son environnement physico-chimique et biologique d'une façon qui lui est propre.

Toute modification d'une espèce répercute sur la totalité du peuplement en modifiant l'intensité ou la nature des interactions.

⇒ En conséquence l'écologie ne peut être celle d'une espèce. L'analyse est donc orientée vers la compréhension de systèmes.

Définition d'un système : collection d'entités (=éléments) caractérisés par des attributs (poids, âge, taille ...) et des activités (croissance, reproduction etc.) en interaction. Il existe un grand nombre de systèmes : système d'équations, systèmes physiques (solaire...), mécaniques (machines), biologiques, etc.

Les plus intéressants sont évidemment ceux qui ne sont pas statiques (systèmes minéraux par ex.) mais dynamiques.

11.1.4.2. Notion d'écosystème

Dans l'ensemble de la biosphère on peut identifier une très grande quantité de systèmes. Tous ont la particularité d'être soit en interaction avec des systèmes homologues (de rangs hiérarchiques identiques) mais aussi en interaction au sein d'une hiérarchie. Ex : une cellule (bactérie) est un système.

Elle est en relation avec d'autres organismes homologues : autres cellules, mais aussi avec d'autres organismes et structures hiérarchiquement supérieurs : macrofaune du sol, tube digestif d'un lombric, horizons du sol et qui constituent autant de systèmes qui eux même sont en relation avec des systèmes homologues, mais aussi avec... etc.

Définition d'un écosystème : Plusieurs définitions sont en concurrence. 3 mots-clés, unité fonctionnelle, interactions complexes, autorégulation

L'écosystème est l'objet - et le concept - majeur de l'écologie. Il se caractérise par une structuration horizontale (répartition spatiale des structures), verticale (stratification) et temporelle (phénoplastes saisonnières).

Il est la somme (au sens de la somme des interactions) du biotope et de la biocénose :

$$\text{ECOSYSTEME} = \text{BIOTOPE} + \text{BIOCENOSE}$$

Cependant, identifier un écosystème revient à le délimiter spatialement. Cette opération impose ipso-facto la fermeture du système qui est normalement « ouvert » (thermodynamiquement parlant). Ceci n'est acceptable que sur un très court laps de temps (celui de l'observation / expérimentation), mais c'est une simplification.

11.2. Caractéristiques et propriétés des écosystèmes

Ces systèmes (ou écosystèmes) sont organisés pour persister, évoluer et s'adapter. Ils sont des niveaux particuliers d'organisation du monde vivant, intermédiaires entre la

population (structure génétique et démographique) et celui du paysage (complexe d'écosystèmes).

Les écosystèmes sont caractérisés par un ensemble de propriétés :

P1. Interaction avec un environnement (= milieu extérieur).

P2. Association étroite entre structure et fonction.

P3. « Finalité » vers un objectif lié à la structure. Cette structure est « finalisée » pour l'auto-organisation : évoluer et s'adapter.

P4. Autonomie de l'ensemble.

P5. Stabilité de l'ensemble. Le système est reconnaissable au cours du temps mais non immuable. Le système évolue au cours du temps et une quantité importante d'informations est héritée des temps précédents.

Mathématiquement ce sont des dynamiques non linéaires.

De cet ensemble de propriétés, il ressort que les écosystèmes présentent le caractère d'émergence :

Propriété globale et nouvelle non déductible des propriétés des parties (le tout est plus que la simple somme des parties). Trois principes généraux (S. Frontier, 1999) :

- Dépendance interactive. Les éléments sont des unités fonctionnelles du système. Aucun d'eux n'est isolable car on le dénature. On ne peut agir sur aucun d'entre eux sans répercussion sur les autres, car il y a des effets en cascades, voire un retour sur l'élément initial par effet feed-back.

- Emergence d'une entité globale. Le « tout » (le système) se comporte comme une entité unique globale et interactive avec son environnement. En particulier les dynamiques élémentaires sont intégrées dans la dynamique globale différente d'une simple somme.

- Principe d'un effet en retour du tout sur les parties. Un élément ne présente pas le même comportement dynamique s'il est isolé ou intégré dans le système. Les interactions qu'il entretient avec les autres éléments le brident. Ex : expériences de Walter 1962.

De tout ceci, il résulte que l'étude des écosystèmes est ardue par impossibilité d'expérimenter :

Isoler un fragment d'un système le dénature, l'approche réductionniste est dès lors un échec.

Il s'agit de systèmes dits complexes, ce qui est différent de compliqué : on peut décomposer un système compliqué pour le comprendre, mais pas un système complexe car la décomposition le dénature.

11.2.1. L'écologie industrielle

Elle est l'idée d'un écosystème industriel ou territorial optimisant la consommation des ressources et minimisant les rejets, est la racine la plus ancienne de l'économie circulaire. L'écologie industrielle appliquée produit des symbioses industrielles qui, en visant la mise en place de systèmes en boucles plutôt que linéaires, représentent aujourd'hui l'une des principales voies de mise en œuvre de l'économie circulaire. Tout comme cette dernière, l'écologie industrielle évolue encore. Il en existe deux grandes visions ; la première voit l'écologie industrielle comme un outil de mesure et d'analyse des flux de matières en vue de leur optimisation (vision la plus répandue dans les entreprises et les communautés). Dans ce cas, les différences avec l'économie circulaire sont assez claires. La seconde vision propose une transformation profonde des relations entre les humains et l'environnement naturel afin de les rendre plus durables. Elle implique donc des modifications beaucoup plus fondamentales de notre système économique et se rapproche ainsi nettement de l'économie circulaire.

11.2.2. L'écologie urbaine en Algérie

Plusieurs conceptions définissent l'écologie urbaine que l'on soit en pays développés ou en pays en développement. Pour certains, l'écologie urbaine, ce sont les flux d'énergie et de matière à l'échelle de la ville. Pour d'autres, ce sont la flore et la faune de la ville, l'aménagement des espaces verts urbains, l'agriculture urbaine et la santé de l'environnement. Dans les pays développés, on se préoccupe plus de l'énergie dans les systèmes urbains, du traitement des déchets toxiques et des pollutions de l'air. Dans les pays en voie de développement tel que l'Algérie, on s'occupe plutôt du développement et de la maîtrise de l'urbanisation.

L'Algérie est classée quarante-deuxième pays dans le monde en matière de protection de l'environnement, en 2011, sur 153 pays étudiés. C'est le premier pays dans le monde arabe et le deuxième en Afrique, selon un classement établi par des chercheurs américains de l'Environnement en s'appuyant sur des mesures comme la qualité de l'air, de l'eau, de la biodiversité, des contraintes sur les écosystèmes, des traitements des déchets et de la gouvernance de l'environnement.

11.3. La ville

11.3.1. Que ce qu'une ville ?

Une ville est un regroupement de plus de 2000 habitants dont les habitations sont rassemblées. On utilise le mot urbain pour nommer ce qui se rapporte à la ville. Au contraire, ce qui concerne le village ou la campagne est rural. Les hommes construisent des équipements qui abritent les activités dont ils ont besoin pour leur vie quotidienne.

11.3.2. Le rapport entre la ville et l'écologie

La crise écologique est la conséquence des pollutions et déséquilibres générés par les activités humaines. Le réchauffement climatique est l'un des exemples les plus connus : le CO₂ émis par les énergies fossiles et la production électrique mondiale, ainsi que par l'agriculture et les industries humaines contribue à perturber l'équilibre de l'atmosphère et donc du climat. Conséquence : les températures moyennes de la planète augmentent ce qui transforme l'écosystème global. Aujourd'hui, le réchauffement climatique a des conséquences très variées : il contribue à la fonte des glaces et à l'élévation du niveau de la mer, mais aussi à l'acidification des océans. Il entraîne la multiplication des événements météorologiques extrêmes et des catastrophes climatiques. Il transforme aussi l'agriculture en modifiant le métabolisme des plantes. Résultat : le réchauffement climatique met en danger les sociétés humaines.

Bien d'autres phénomènes constituent la crise écologique : l'extinction de la biodiversité (liée notamment à la destruction des habitats naturels), la pollution de l'air, la dégradation de la qualité des sols, la pollution des eaux, la surexploitation des ressources naturelles, la surpêche... Globalement, tous ces phénomènes se conjuguent et mettent en danger la stabilité des écosystèmes mondiaux, et donc notre capacité à vivre dans ces écosystèmes.

11.3.3. Ville durable

est une expression qui désigne une ville ou une unité urbaine respectant les principes du développement durable et de l'urbanisme écologique, qui cherche à prendre en compte simultanément les enjeux sociaux, économiques, environnementaux et culturels de l'urbanisme pour et avec les habitants par exemple au travers d'une architecture HQE, en facilitant les modes de travail et de transport sobres, en développant l'efficacité du point de vue de la consommation d'énergies et des ressources naturelles et renouvelables. Ce sont souvent des éco-villes ou éco quartiers cherchant à diminuer leur empreinte écologique en compensant leurs impacts et en tendant à rembourser leur « dette écologique ». Leur gouvernance se fait généralement suivant le principe de l'Agenda 21 local, incluant des modes de démocratie participative et parfois un objectif d'autarcie énergétique, voire alimentaire. À plus petite échelle on parle d'éco village.



Figure 18 : les piliers du développement durable