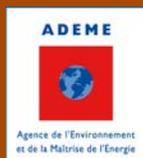


Christian CHARIGNON, architecte urbaniste
expert QEAB, gérant TEKHNE, membre
fondateur et d'honneur du centre de ressources
QEAB Région AUVERGNE - Rhône-Alpes

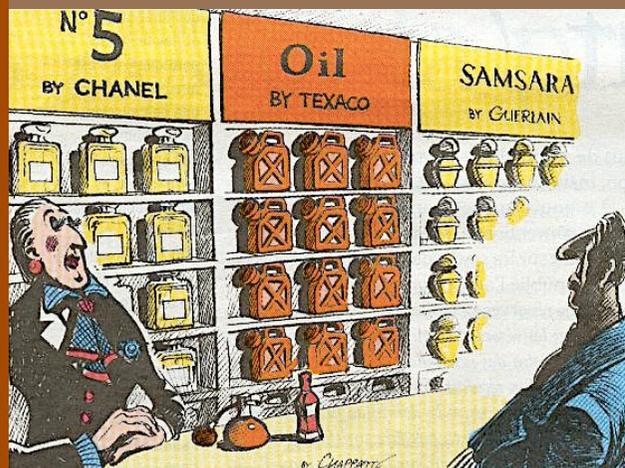
« Toutes choses étant causées et
causantes, aidées et aidantes (...),
je tiens impossible de connaître les
parties sans connaître le tout,
non plus que de connaître le tout sans
connaître particulièrement les parties.
PASCAL »



CONFÉRENCE SUR LES BÂTIMENTS ET QUARTIERS ECO-ÉNERGÉTIQUES EN CÔTE D'IVOIRE

> J1 / SUJET N°1 : QU'EST-CE QUE L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE POUR LES
BATIMENTS ET LES QUARTIERS POUR LA CÔTE D'IVOIRE ?

> SESSION 1 : CONCEPTION DES QUARTIERS ET DES BÂTIMENTS
ECO-ÉNERGÉTIQUES APPROPRIÉS À LA CÔTE D'IVOIRE



Ministère de la Construction en collaboration avec les ministères de l'Énergie et de
l'Environnement – Hôtel Sofitel – Abidjan – 18-19 septembre 2017

Plan de la séquence

▶ **SQ1a 3 défis environnementaux à relever :**

- La démographie / l'urbanisation / l'artificialisation des sols
- Le changement climatique et ses impacts
- L'épuisement des ressources

En résumé : l'empreinte écologique

▶ **SQ1b L'urbanisation éco-contextualisée : un prérequis à l'éco-construction**

- Bien situer : le choix des sites
- Bien programmer : mixer les fonctions et les populations
- Bien aménager l'espace public : les rues, les places, les « vides »
- Bien associer les citoyens : dans la conception de leur lieu de vie et dans leur gestion

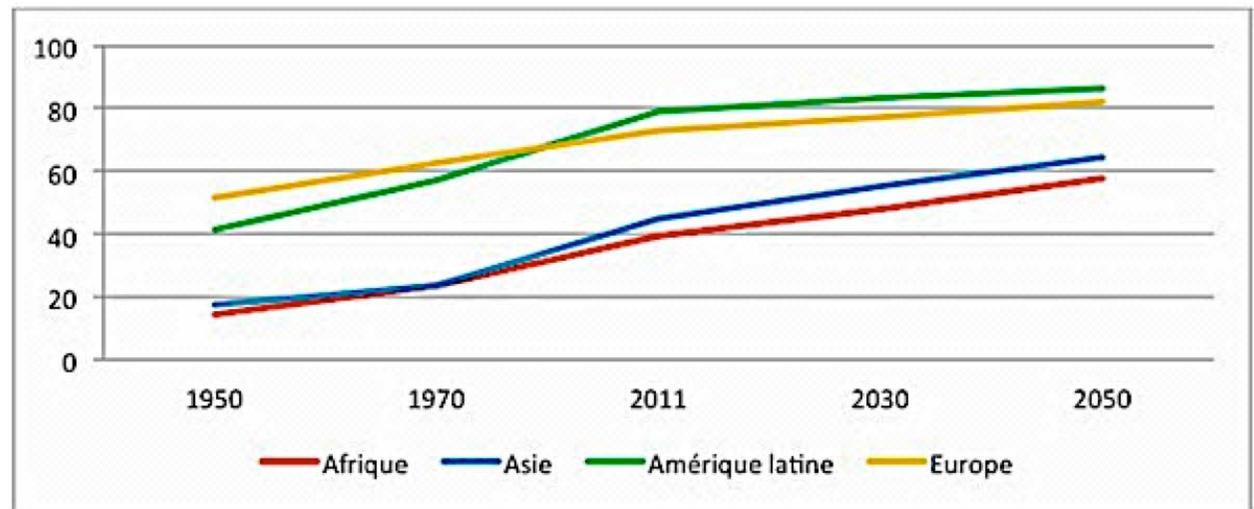
▶ **SQ1c L'approche bio-climatique bâtiment en climat équatorial**

- Identifier le potentiel bioclimatique du site : soleil, humidité, vent, végétation, vues...
- S'implanter, s'orienter pour trouver le bon compromis ensoleillement/ventilation
- Concevoir l'enveloppe du bâtiment comme « le système » qui établit les confort thermiques et visuels en recourant le moins possible aux systèmes énergétiques gourmands

La démographie / l'urbanisation / l'artificialisation des sols

- Entre 1950 et 2010, la population mondiale est passée de 2,5 à 7 Mds d'habitants.
- Elle devrait continuer à croître pour atteindre vers 2050, 9,8 Mds de personnes (+ 83 M/an), dont 2,5 Milliards en Afrique ; et en 2100, 11,18 Mds, dont 4,47 pour l'Afrique, passant de 17 à 40 % de la population mondiale.
- 50% de la population mondiale vit en ville.

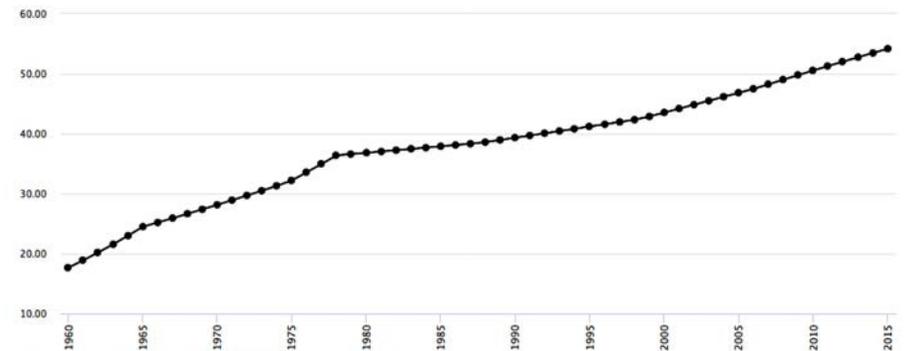
- **20 Mds d'Ha de sols agricoles** sont perdus chaque année dans le monde en raison de l'artificialisation liées à l'extension des villes et des réseaux routiers ou à l'expansion industrielle.



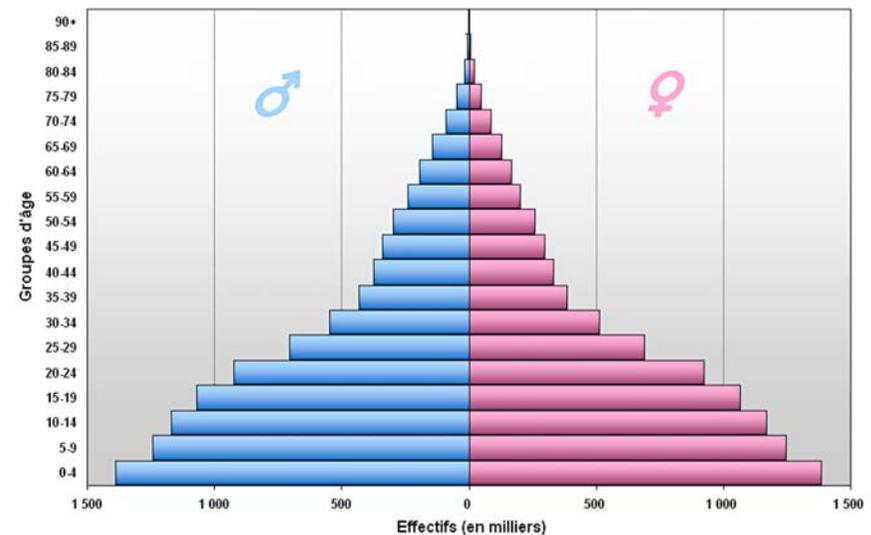
Part de la population urbaine dans la population totale

Et en Côte d'Ivoire... la démographie

- La Côte d'Ivoire est passée de 14,8 M d'hab. en 1996 à 23,7 M en 2017, soit une augmentation de 9 M d'hab. en 20 ans avec un taux d'accroissement de 2,5% l'année 2016.
- Cette croissance devrait se poursuivre : en 2030, la population serait de 29,2 M d'hab. et en 2050 de 42,3 M d'hab.
- L'indice synthétique de fécondité (ISF) est par ailleurs passé de 7,4 à 5,0 entre 1980 et 2012.
- La population urbaine en Côte d'Ivoire a augmenté rapidement dans les années 1990 et aurait atteint 54,2 % en 2015.
- L'IDH est passé de 0,36 à 0,46 entre 1990 et 2014, avec une forte hausse entre 2011 et 2014 (de 0,40 à 0,46).
- L'indice GINI est en progression, passant de 36,89 à 43,18 entre 1998 et 2008.

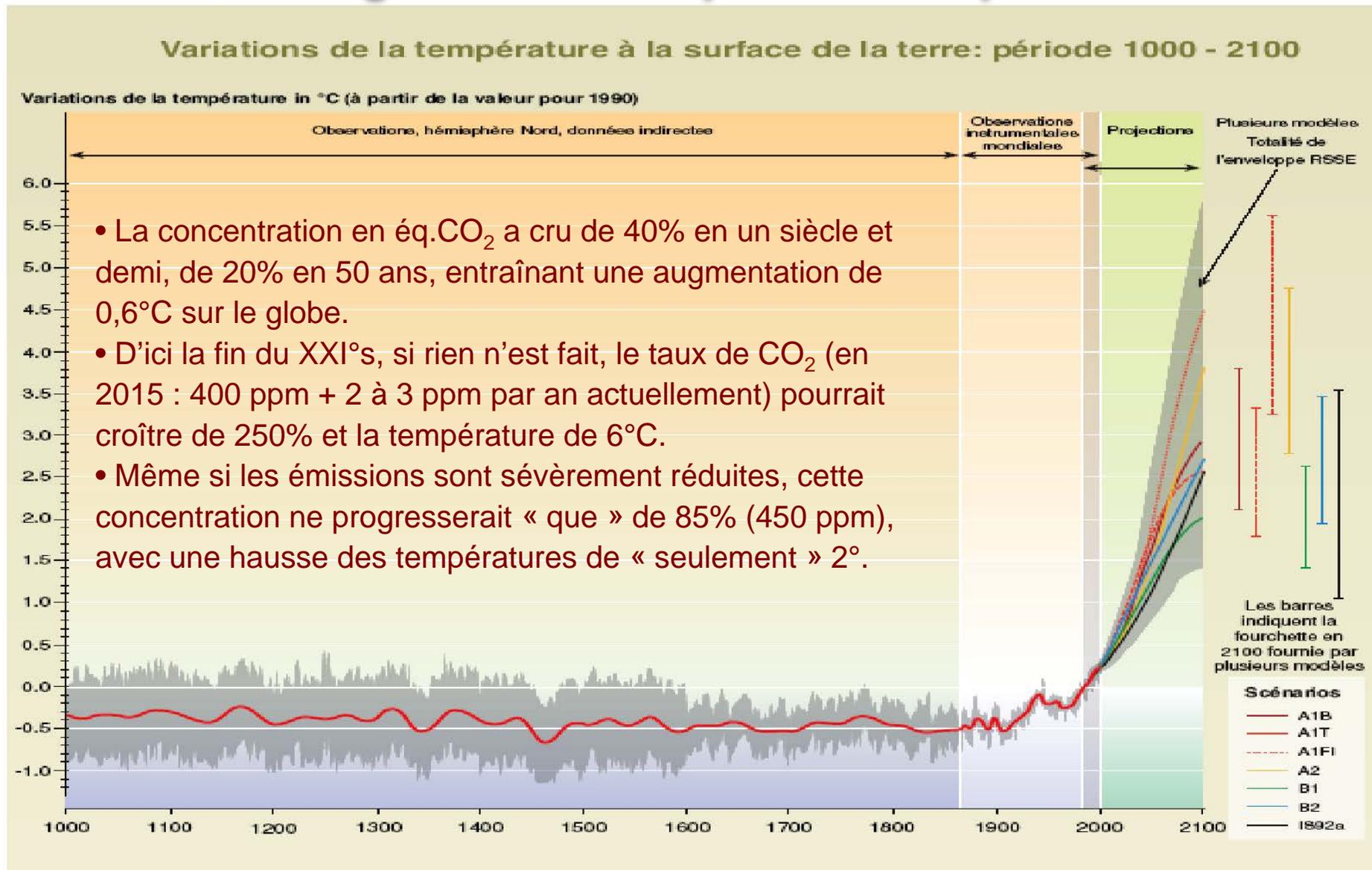


Population urbaine (% de la population mondiale)
Source : banque mondiale



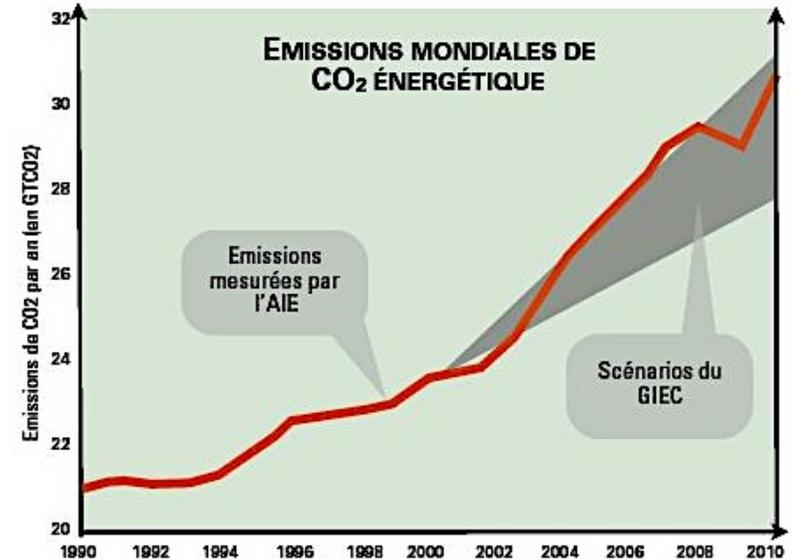
Pyramide des âges en 2005
Source : Organisation des Nations Unies (World Population Prospects : The 2004 Revision)

Le changement climatique et ses impacts

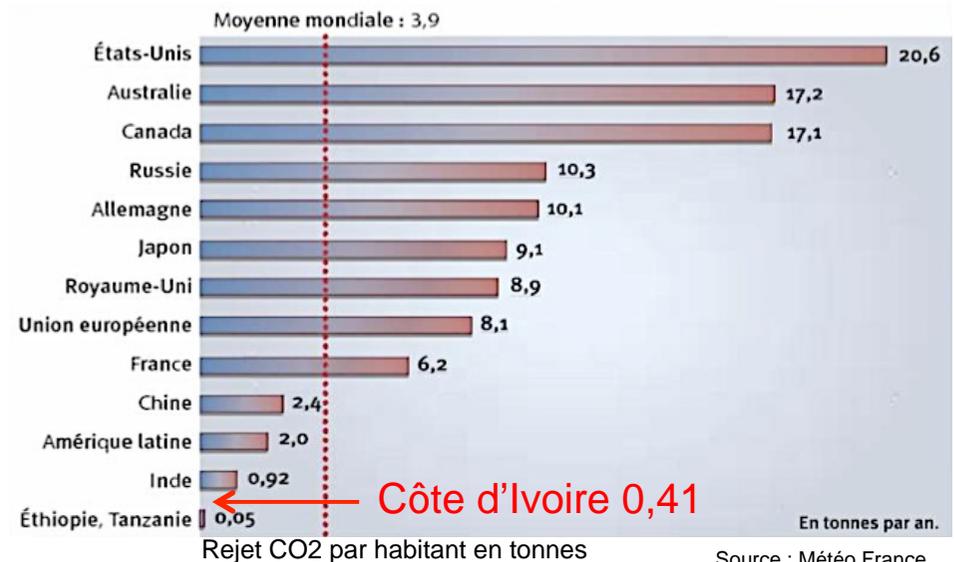


Le changement climatique : où en est-on ?

- Entre 1970 et 2010 :
+ 80% d'émission de GES (dû notamment au doublement de la consommation d'énergie dans le monde).
- Il faudrait que les émissions baissent de 40 à 70% d'ici 2050, puis que l'économie soit neutre en carbone pour limiter le réchauffement climatique à 2°C à l'horizon de 2100.
- Les COP21 puis 22 ont eu pour objectifs :
 - de maintenir la hausse des température en-dessous de 2°C ;
 - de réviser les contributions nationales chaque 5 ans ;
 - de financer la lutte contre le réchauffement climatique par un transfert N/S de 100 M \$;
 - d'élaborer un agenda d'engagements concrets d'actions (COP22).



source image et texte : Fondation Nicolas Hulot



Source : Météo France

Le changement climatique : la part de l'urbanisation

- Au rythme actuel de 40 Mrds de tonnes de CO₂/an supplémentaire, il reste 20 à 25 ans d'émissions avant qu'il ne soit trop tard et que l'on dépasse le seuil des 2°C de réchauffement global, soit 800 Mrds de tonnes en tout.
- Il est estimé que la population des villes atteindra d'ici 2050, entre 5,6 et 7,1 Mrds d'habitants;
- La seule construction de ces villes, sans même parler de production d'énergie pour y vivre, émettra 470 Mrds de tonnes, soit plus de la moitié de notre crédit CO2 d'ici 2050.
- Il faut donc changer de mode de construction. Et mieux rénover.



« L'urbanisation
consommara la moitié de
la facture CO2 autorisée »
selon le climatologue Jean Jouzel

Et en Côte d'Ivoire... Les impacts du réchauffement climatique

- Le territoire ivoirien est menacé par une augmentation du niveau de la mer et par la déforestation (la forêt occupait 78% du territoire contre 13% aujourd'hui)

(source : Alliance mondiale contre le changement climatique)

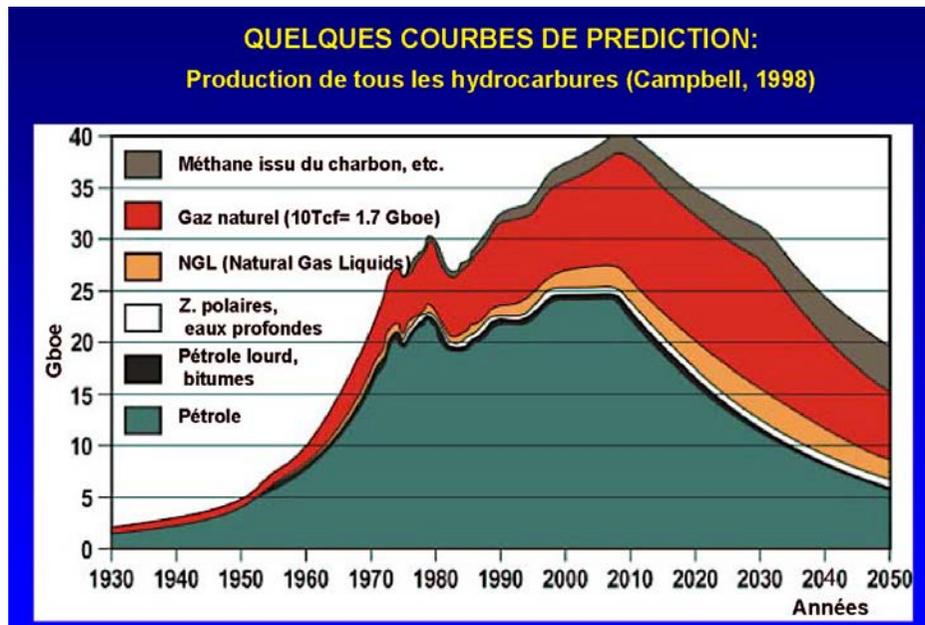
- Cela se traduit par :

- Une multiplication des inondations sur la côte ivoirienne : changement des régimes hydrologiques des fleuves, envahissement des mangroves, des marécages et de toutes les terres arables de la zone côtière par les eaux.
- Affaiblissement des sols : érosion du littoral, essentiellement les côtes orientales entre Fresco et Assinie.
- Baisse des précipitations : réchauffement climatique (sécheresse et canicules), conséquences directes sur la culture du cacao.
- Conséquences sociales : accroissement de la pauvreté, pénurie alimentaire ...



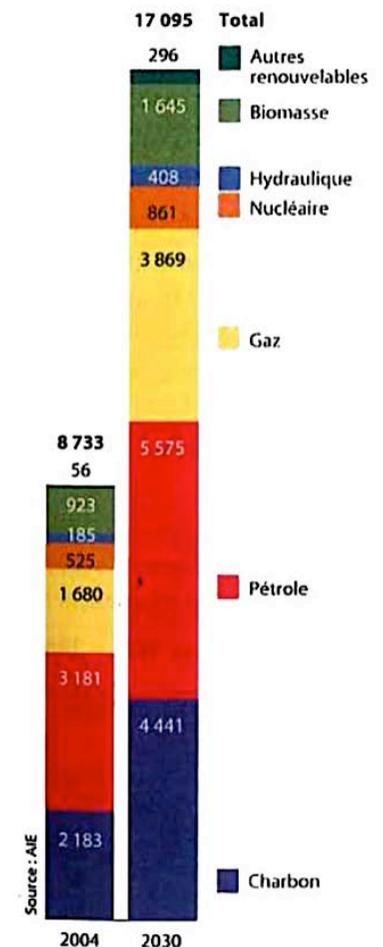
L'épuisement des ressources énergie/eau

- Toutes les ressources énergétiques fossiles amorcent leur déclin...



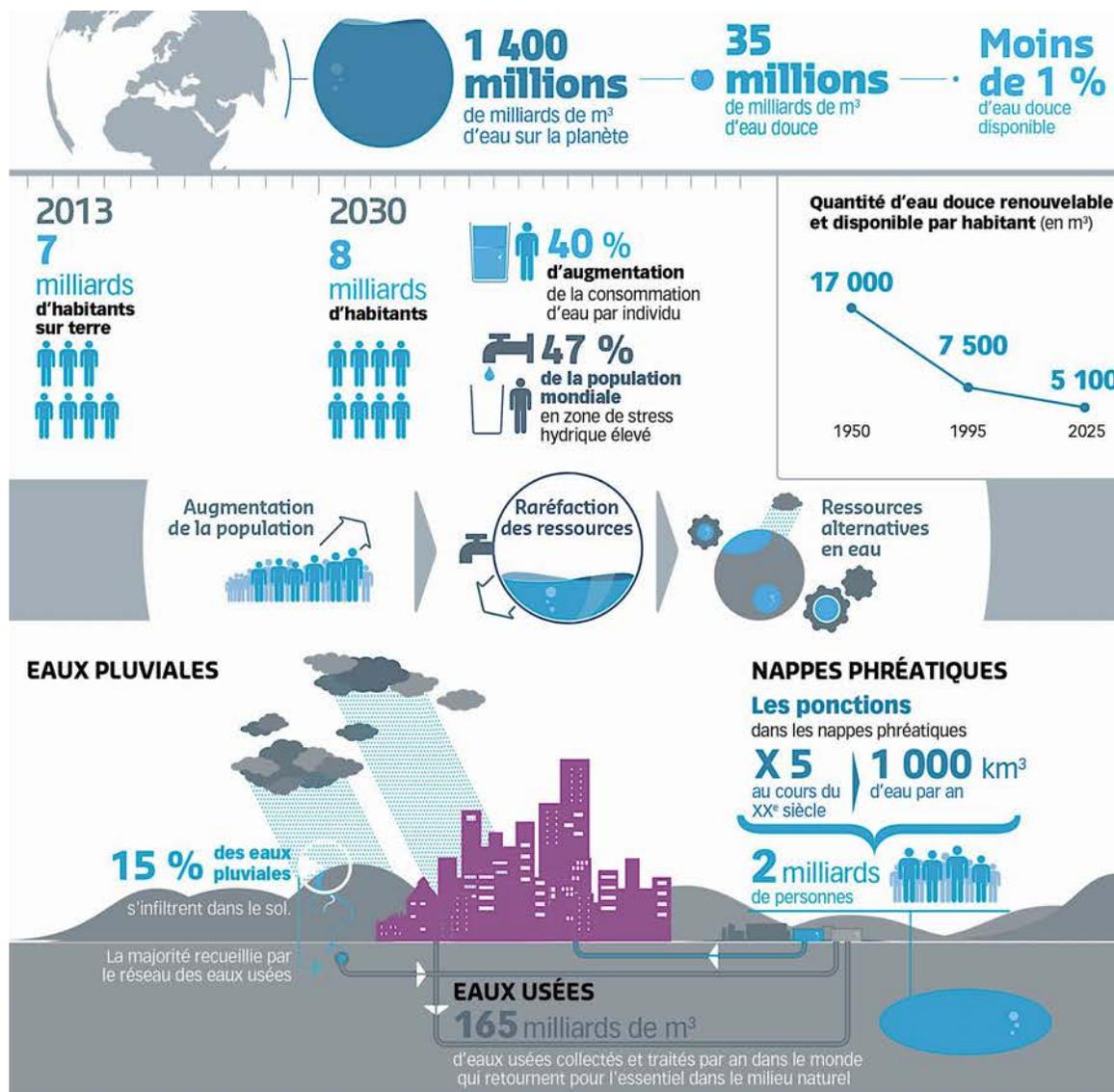
- D'ici 2030 la demande mondiale de pétrole devrait augmenter de 60%.
- Celle du gaz et de l'électricité de 100% selon l'AIE.

Consommation d'énergie primaire dans le monde en 2004 et prévisions 2030 selon la tendance actuelle, en millions de tonnes équivalent pétrole



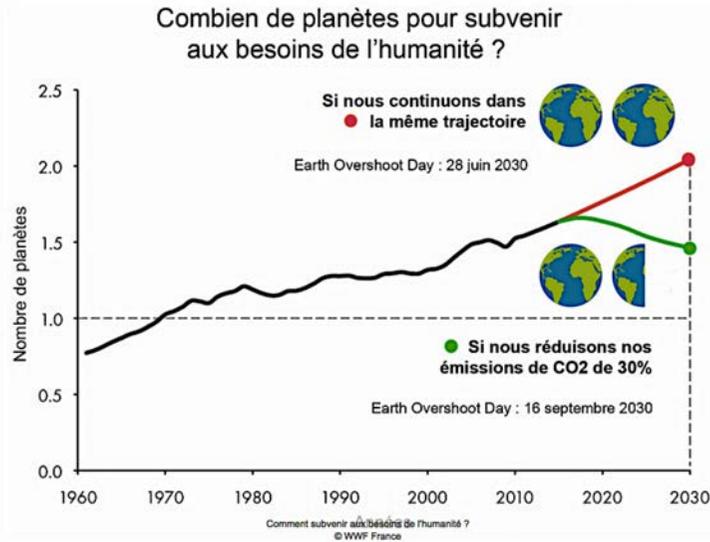
L'eau dans le monde... et en Côte d'Ivoire

- Les réserves d'eau douce de la planète s'amenuisent.
- Des ressources alternatives en eau vont devoir rapidement être développées.
- Le volume des précipitations annuelles moyennes en Côte d'Ivoire s'élève à 434,7 km³.
- En tenant compte des pertes (infiltrations, ...) les ressources totales en eau du pays sont de 84 km³ environ, ce qui équivaut à 4000 m³ d'eau/an/hab en juillet 2007, chiffres satisfaisants. Les besoins se situent au niveau des ouvrages hydrauliques.



Source : Huffingtonpost / infographie – Les ressources alternatives en eau, 05/10/2016

L'empreinte écologique monde



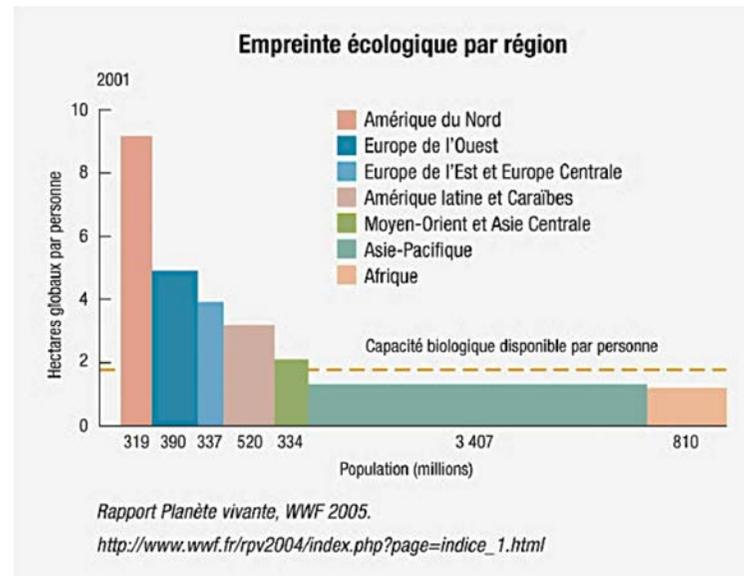
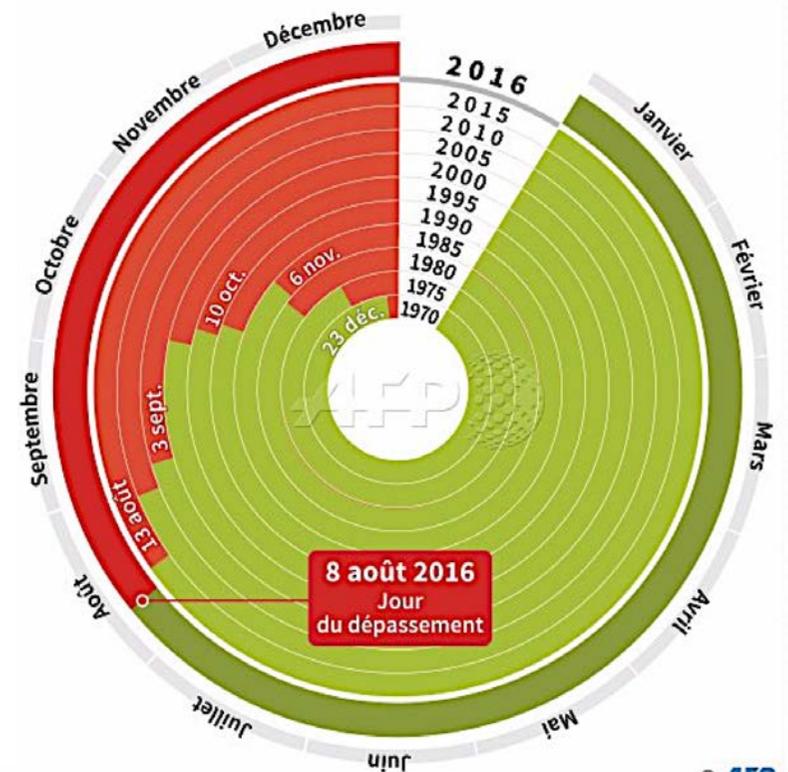
Le «jour du dépassement» symbolise le moment de l'année où l'humanité a consommé l'ensemble des ressources que la Terre peut renouveler en un an



► Le «jour du dépassement» : de plus en plus tôt

Durée de consommation et de pollution générée par l'humanité :

■ absorbée et régénérée par la Terre ■ que la Terre ne peut plus régénérer



Source : Global Footprint Network

Et en Côte d'Ivoire... L'empreinte écologique

- La bio-capacité de la Côte d'Ivoire dépasse du double son empreinte écologique.

Bâtiments et quartiers éco énergétiques en Côte d'Ivoire – Abidjan – J1/SQ1 – sept. 17

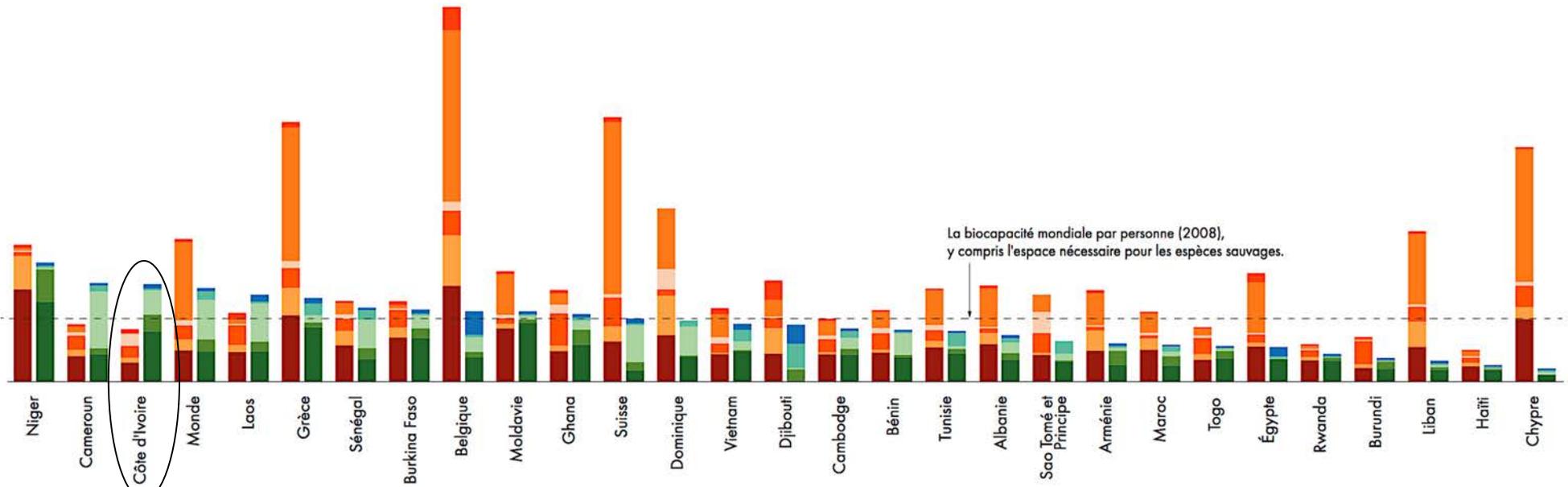


Figure III: La biocapacité et l'empreinte écologique par personne et par pays.

L'EMPREINTE ÉCOLOGIQUE

- Terrains bâtis
- Empreinte carbone
- Empreinte de pêche
- Produits forestiers
- Pâturages
- Terres cultivées

LA BIOCAPACITÉ

- Terrains bâtis
- Surfaces de pêche
- Forêts
- Pâturages
- Terres cultivées

- L'empreinte écologique de la Côte d'Ivoire augmente plus faiblement que dans la majorité des autres pays.

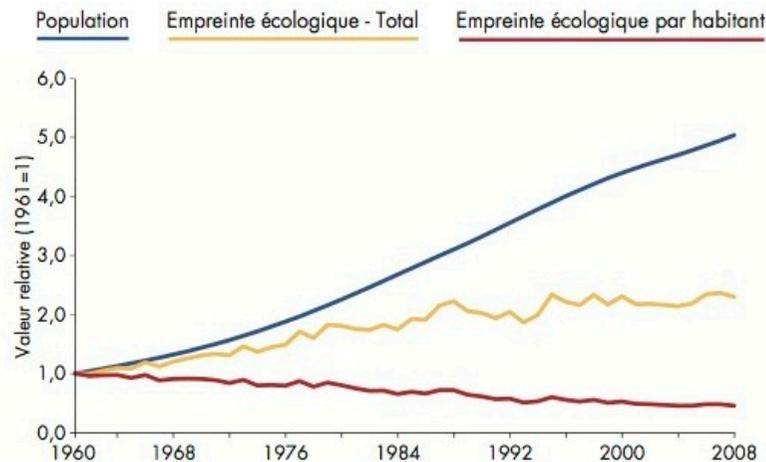


Figure 3: Facteurs contribuant à l'Empreinte écologique, 1961-2008

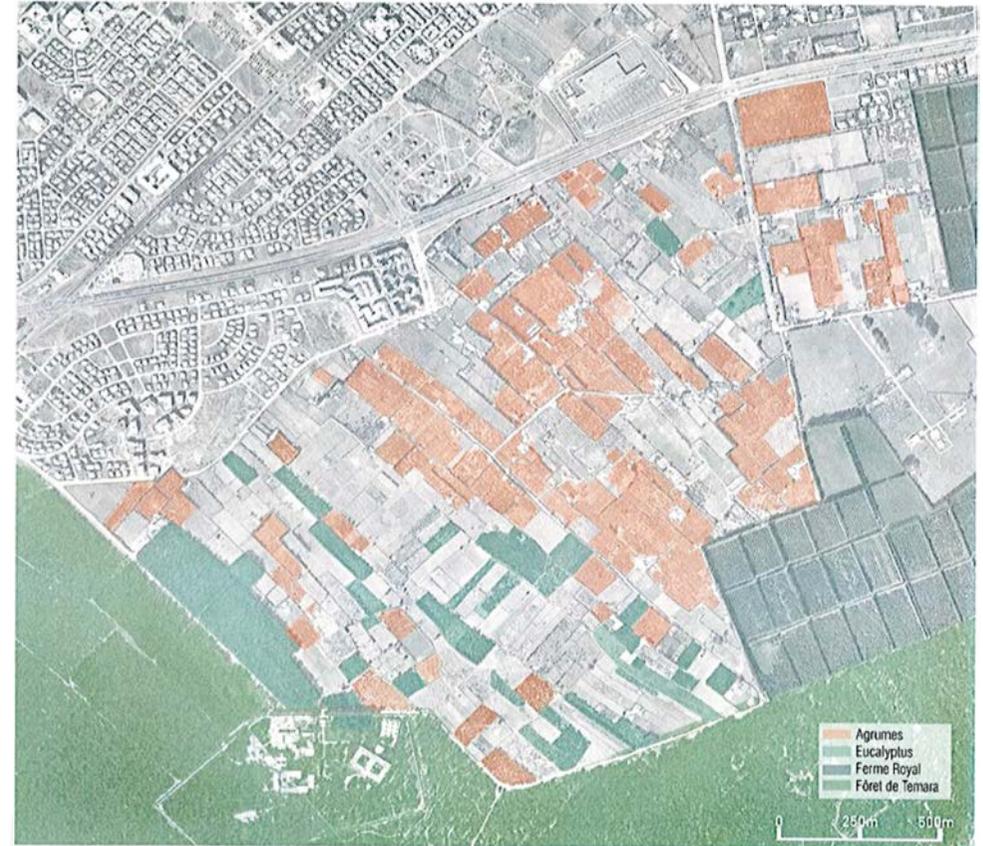
CÔTE D'IVOIRE

La Côte d'Ivoire est l'un des rares pays à avoir réussi à maintenir une situation stable de réserve écologique au cours des deux dernières décennies. En effet, après une période de forte diminution de cette réserve écologique liée à la croissance démographique, la baisse du niveau de consommation par habitant et les améliorations de productivité des terres cultivables ont stabilisé la situation et évité au pays de se retrouver en situation de déficit écologique. Cette baisse de la consommation est due au faible revenu par habitant qui n'a pas augmenté depuis la fin des années 1970. Aujourd'hui, le défi pour ce pays est d'améliorer son développement humain sans mettre en péril sa réserve écologique qui représente un atout important dans un contexte mondial de contraintes écologiques et de compétition pour l'accès aux ressources.

Source : Atlas de l'empreinte écologique et de la biocapacité, Global Footprint Network

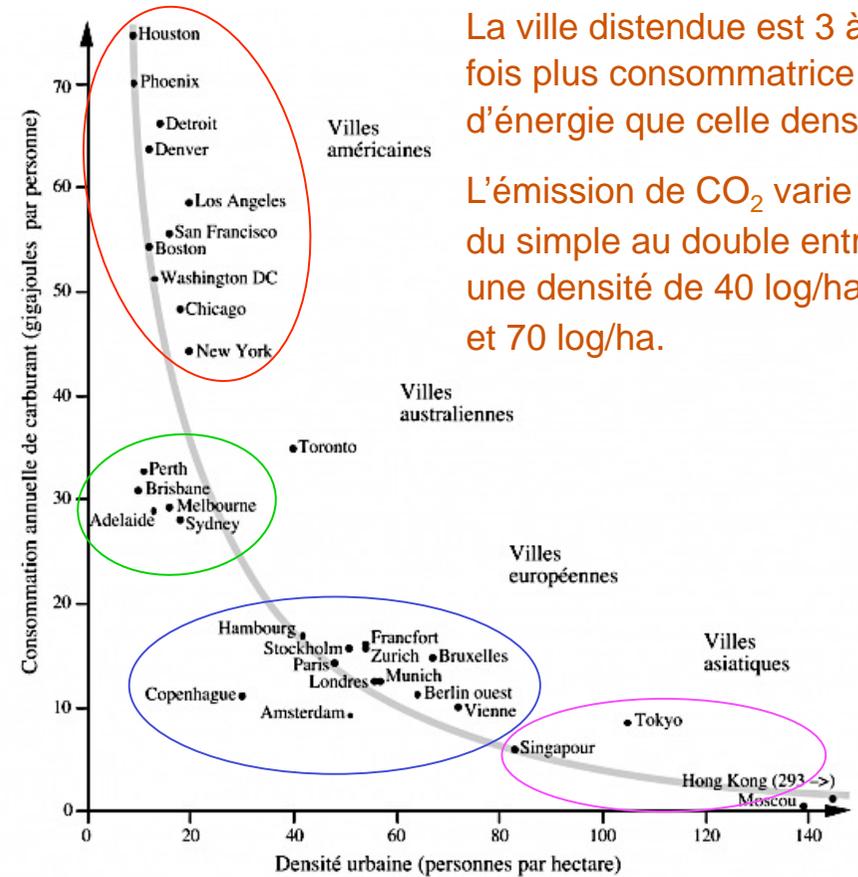
Bien situer l'urbanisation : le choix des sites

- ✓ Avant de construire des logements, des bureaux, des commerces, ..., on choisit des terrains pour les implanter.
- ✓ Du choix des sites et de la manière d'aménager les villes, dépend non seulement **la majorité de l'empreinte carbone et écologique** des constructions, et pourquoi pas le plaisir du bien-vivre ensemble.
- ✓ A rebours de la « tabula rasa » chère aux Modernes, l'urbanisme-contextualisé conçoit **les établissements humains comme des écosystèmes intégrés** :
 - qui puisent dans l'environnement où ils s'installent leur ressource et leur singularité,
 - afin d'accroître leur résilience face aux défis du réchauffement climatique et également la convivialité.



Bien situer l'urbanisation : le choix des sites

- ✓ Pour bâtir, on choisit des terrains qu'on prélève la plupart du temps sur les terres agricoles ou sur les espaces naturels, sans considérer les risques sur l'approvisionnement alimentaire et les pertes de biodiversité.
- ✓ Sans toujours évaluer non plus, la situation de ces terrains qui peut nécessiter des infrastructures, des extensions de voiries, de réseaux, coûteuses à construire et à maintenir.
- ✓ Qui peut enfin générer des déplacements motorisés très impactants sur les émissions de gaz à effet de serre et sur le revenus des habitants.
- ✓ Aussi est-il primordial **d'abord de bien situer** les extensions urbaines dans le territoire, puis **d'économiser la ressource terrain** rare et précieuse, en fabriquant des villes resserrées, dont la taille ne génère pas plus de problème qu'elle n'en résout.



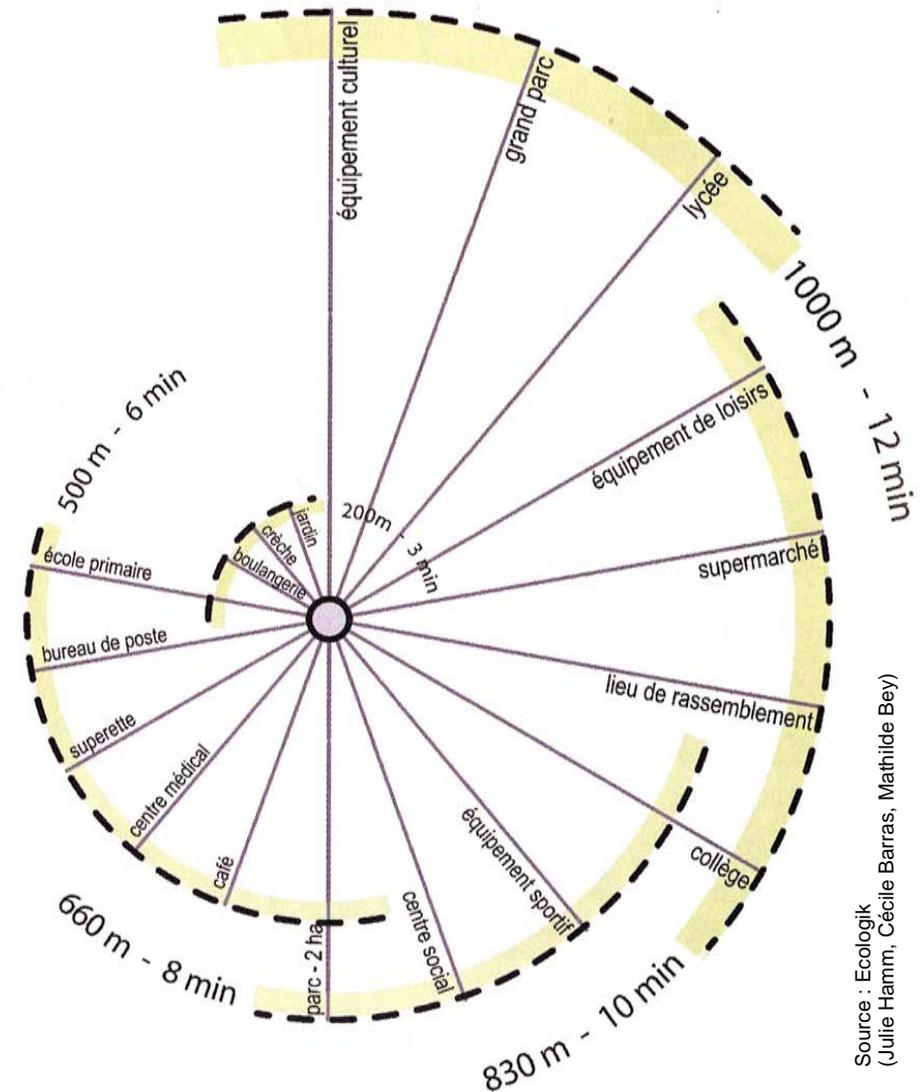
La ville distendue est 3 à 4 fois plus consommatrice d'énergie que celle dense.

L'émission de CO₂ varie du simple au double entre une densité de 40 log/ha et 70 log/ha.



Bien programmer l'urbanisation : mixer les fonctions et les populations

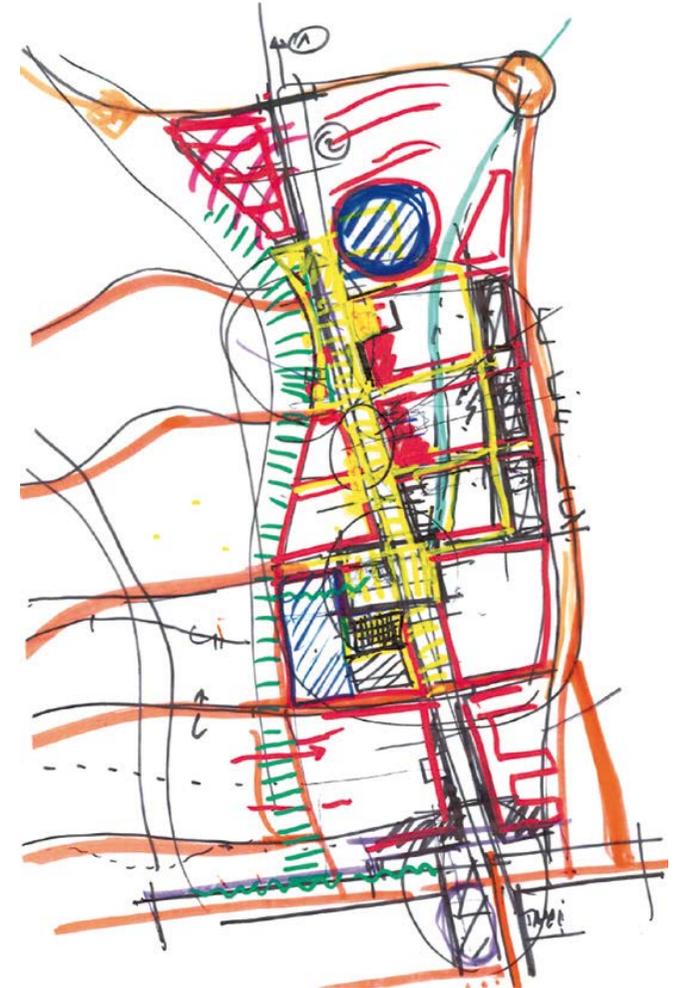
- ✓ Une ville soutenable, c'est d'abord une ville mixte où tout le monde peut se loger, travailler, commercer, trouver les services de proximité, se divertir...
- ✓ Idéalement c'est une ville « en pantoufle » où l'on peut se passer d'un moteur thermique sous ses fesses pour aller à l'école, faire ses courses, et où l'on peut rejoindre les bassins d'emplois en transport en commun ou en vélo...
- ✓ C'est aussi une ville diverse qui accueille des familles, des primo-accédants, des étudiants, des actifs, des retraités, des habitants aux ressources différentes...



Source : Ecologik
(Julie Hamm, Cécile Barras, Mathilde Bey)

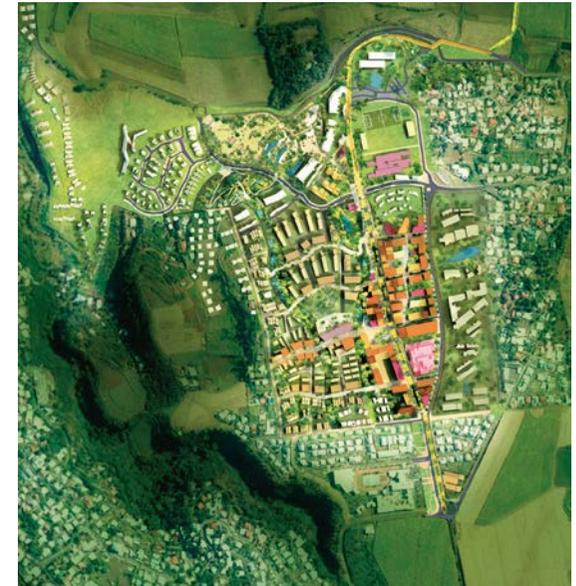
Bien aménager l'espace public à partir des données environnementales et culturelles du territoire

- ✓ La vulnérabilité aux risques naturels des villes, leur inondation, leur surchauffe, leur pollution et bien d'autres inconforts sont la conséquence :
 - d'une vision « hors sol » de l'urbanisme,
 - ou la connaissance du sous-sol est oubliée,
 - ou la topographie et l'hydrologie sont niées,
 - la course du soleil, la direction des vents dominants ignorées,
 - la palette végétale endémique méconnue...



Bien aménager l'espace public à partir des données environnementales et culturelles du territoire

- ✓ En prêtant attention :
 - au chemin de l'eau, de l'air, au couvert végétal (essentiel sous l'équateur),
 - à la présence de la nature en ville,
 - à la place faite à tous les modes de déplacements,
 - aux traces mémorielles des occupations précédentes,
 - aux us et coutumes des habitants....,
- ✓ On fabrique des établissements humains originaux, adaptée aux contextes locaux, frugaux car recourant à des aménagements sobres, économes et prenant soin de tout le vivant.



Bien associer les citoyens à la conception de leur lieu de vie et à leur gestion

- ✓ Aussi géniaux soient les aménageurs d'un urbanisme éco-responsable, il n'y a pas de quartier efficient durablement qui ignore les gens qui y vivent ou qui y vivront.
- ✓ En associant le plus largement possible les habitants dès la définition des besoins et plus tard dans la gouvernance de leur lieu de vie... on installe une écoute garante du bon fonctionnement social.



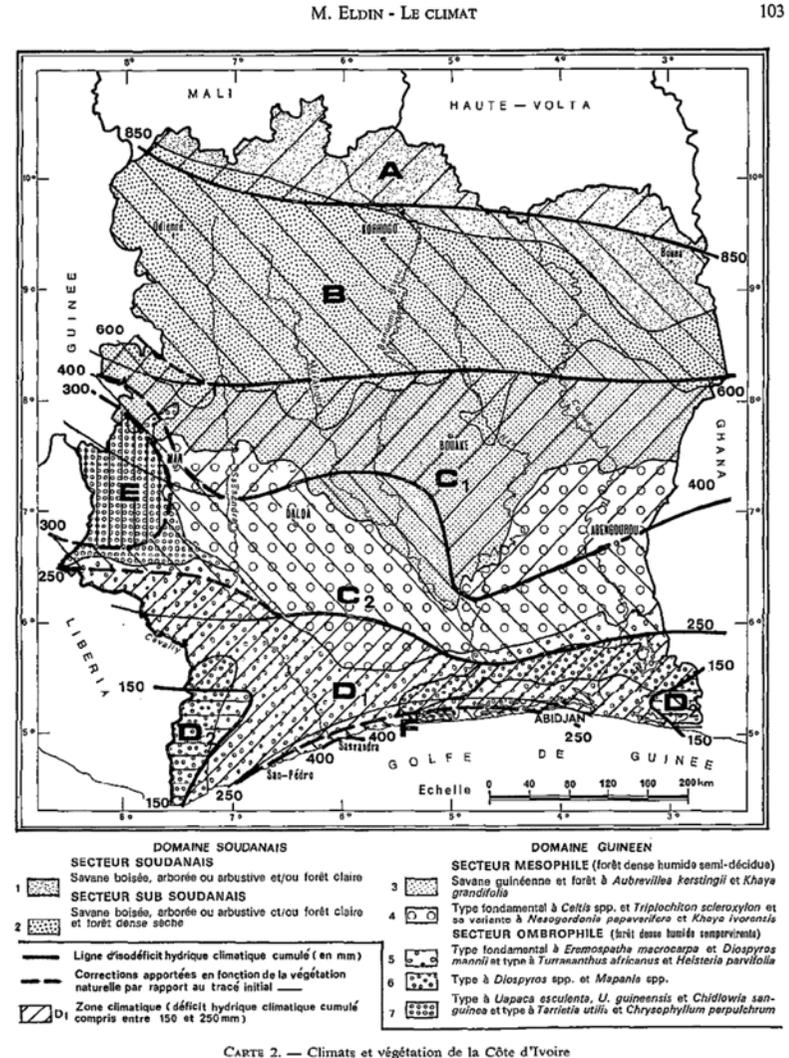
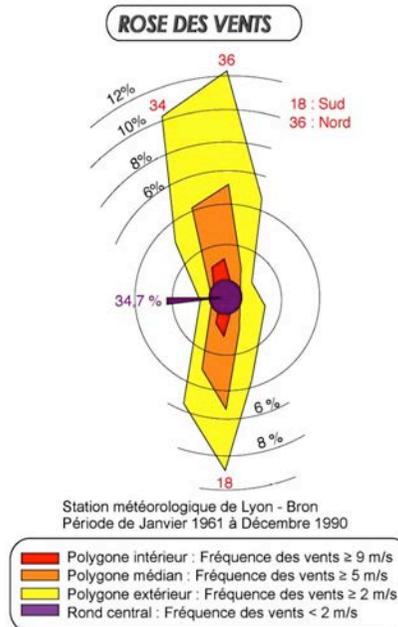
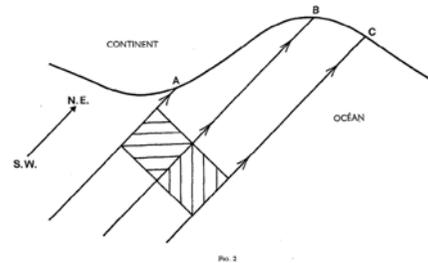
SÉQUENCE 1c : L'approche bio-climatique bâtiment en climat équatorial

20

Bâtiments et quartiers éco énergétiques en Côte d'Ivoire – Abidjan – J1/SQ1 – sept. 17

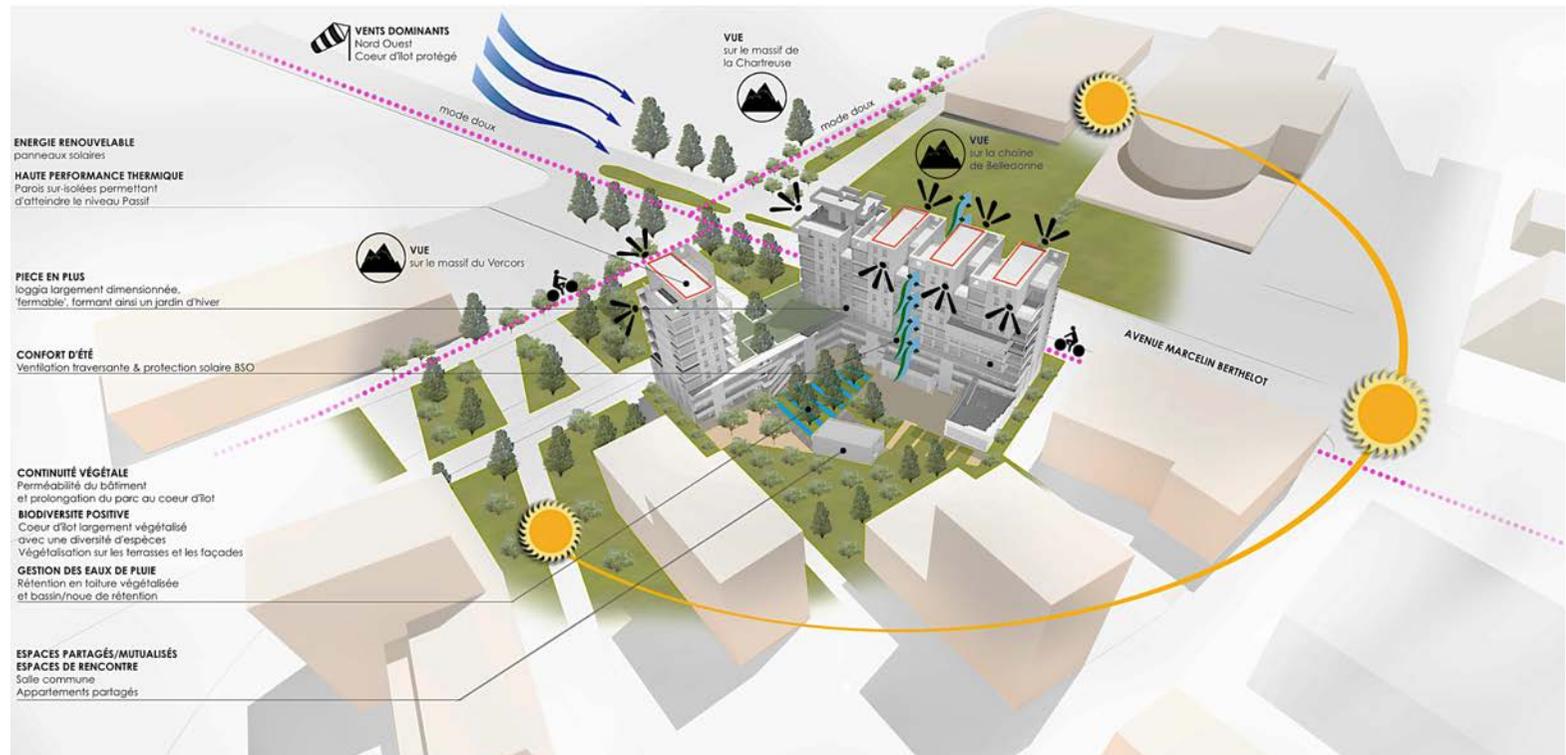
Identifier le potentiel bioclimatique du site : soleil, humidité, vent, masques, végétation, vues...

- ✓ Pour construire efficacement, il faut se donner le temps de bien connaître les données climatique et environnementales du site car c'est à partir de ces connaissances que les grandes orientations du projet pourront être définies.
- ✓ Cette connaissance concerne a minima le soleil, la pluie, l'humidité, le vent, le végétal...
- ✓ Elle sera complété par des données sur l'assainissement, le bruit, les vues lointaines, les proximités de services, de transport, d'emplois...



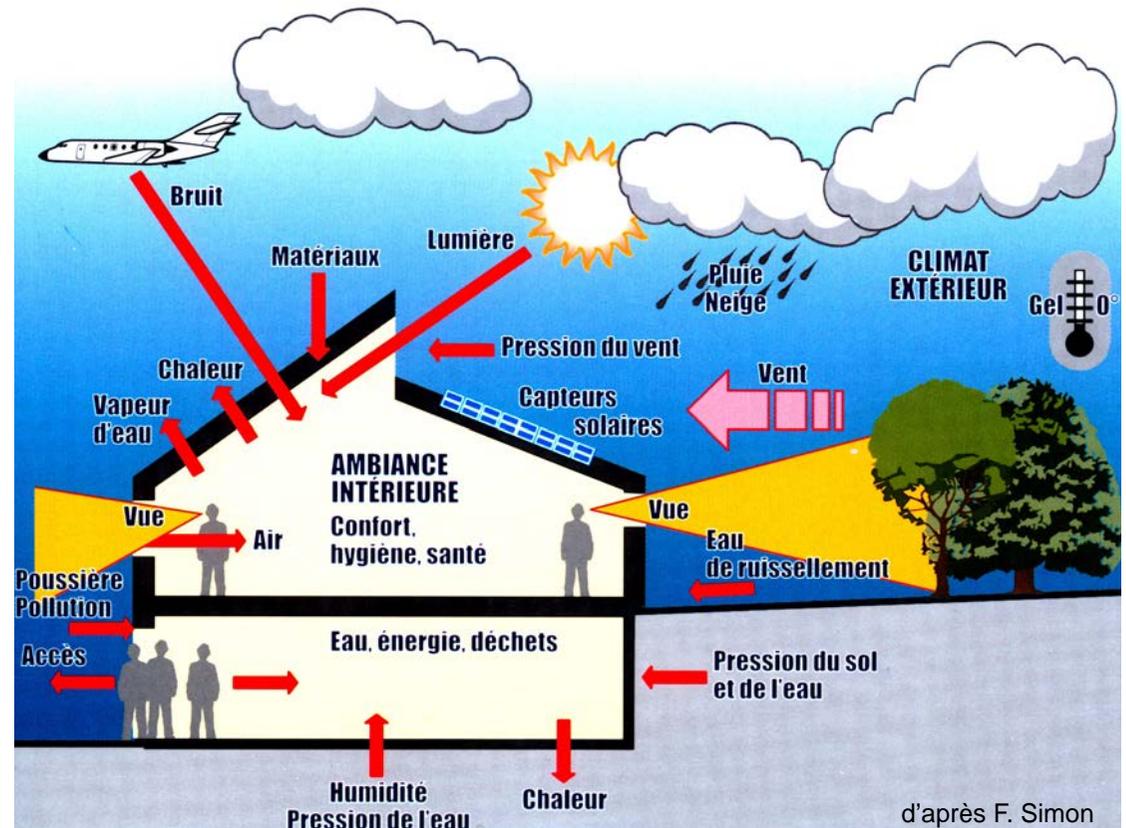
S'implanter, s'orienter pour trouver les bons compromis ensoleillement / ventilation naturelle

- ✓ A partir de la connaissance du potentiel bioclimatique, on cherchera les meilleurs compromis pour mobiliser les atouts et limiter les contraintes du site en travaillant la manière de s'implanter sur le terrain et de s'orienter.
- ✓ C'est dans le plan masse que se joue essentiellement la résolution passive des confort et des consommations énergétiques.



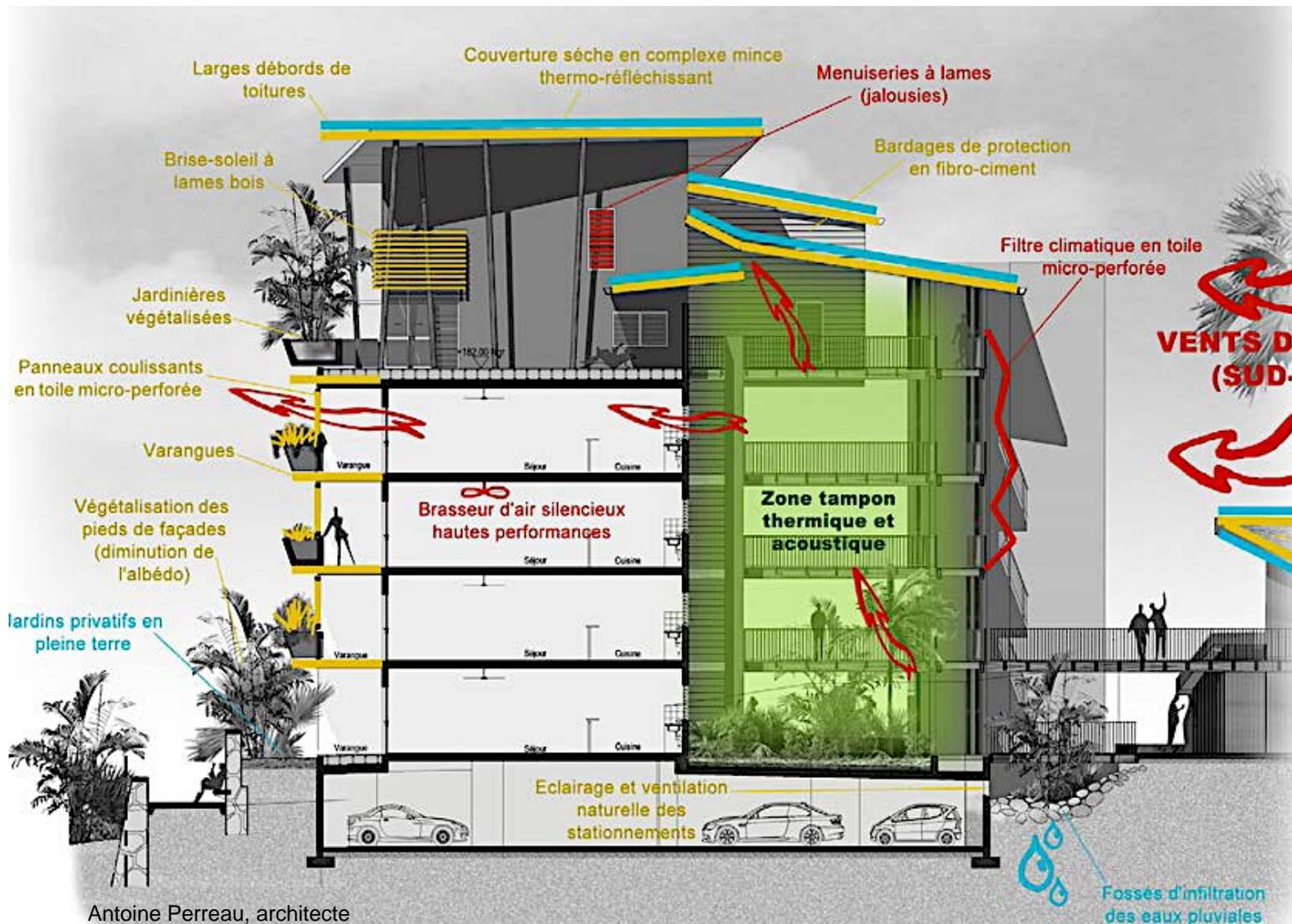
Concevoir l'enveloppe du bâtiment comme le principal « système » pour assurer les confort

- ✓ L'enveloppe des bâtiments est à considérer comme la peau des humains :
 - bien conçue, elle laisse passer lumière, chaleur, bruit, air, ... dans la juste proportion,
 - passivement, c'est-à-dire sans recourir à une autre énergie que celle des matériaux qui la constituent.
- ✓ Ses pleins, ses vides, ses protections solaires, sa composition, etc... :
 - forment **les véritables dispositifs** qui vont permettre de réguler les flux provenant de l'environnement,
 - pour obtenir les confort hygro-thermiques, visuel, acoustique...,
 - la majeure partie du temps, à moindre coût énergétique et économique.



Concevoir l'enveloppe du bâtiment comme le principal « système » pour assurer les confort

- ✓ Le recours aux systèmes actifs peut alors être très limité en puissance et dans le temps.
- ✓ Mais en contrepartie, il faudra des utilisateurs formés et impliqués, car c'est le maître d'usage qui « fait » le résultat.



Conclusion

- ✓ Aménager des villes et des constructions éco-énergétique en Côte d'Ivoire, c'est sortir des modèles d'urbanisation standardisante et uniformisantes, qui oublie dans « l'homme à loger », l'humain qui a besoin de se construire une représentation mentale d'où il habite.



- ✓ C'est donc chercher des modèles constructifs ivoiriens qui correspondent aux différentes zones climatiques, aux géo-territoires et à leurs ressources, et aux différents peuplements.



Concours Archigénieur Afrique ouvert aux élèves de la branche architecture

Lycée Schorge de Koudougou – Burkina-Faso – Francis Kéré



« A quoi sert une maison si l'on a pas une planète acceptable pour l'y construire ? » Henri David Thoreau