



Les Cahiers méthodologiques

#2 | Juin 2015

ANALYSE DE L'ÉVOLUTION DE LA
PERMÉABILITÉ DES SOLS DE 2009 À 2012

CAS PRATIQUE
SUR L'AGGLOMÉRATION
CÔTE BASQUE-ADOUR

Cahiers méthodologiques de l'Observatoire partenarial des Pyrénées-Atlantiques et du sud des Landes

Les cahiers méthodologiques de l'Observatoire sont une réponse de l'Agence d'Urbanisme aux besoins de mutualisation de l'ingénierie publique.

Les cahiers servent de vecteur pédagogique à l'ensemble du partenariat en détaillant la méthodologie et les postulats de l'Agence pour traiter et analyser une donnée.

Ils sont complétés par les notes de l'Observatoire qui analysent les dynamiques locales au prisme d'une thématique.

Les travaux produits sont mis en ligne sur les sites internet de l'AUDAP.

 www.audap.org

 www.observatoire-64.org

Depuis 1998, l'Agence d'Urbanisme Atlantique & Pyrénées (AUDAP) accompagne les collectivités membres dans leurs réflexions et stratégies pour un aménagement et un urbanisme durable.

--

L'Observatoire Partenarial des Pyrénées-Atlantiques (ou OBS'64) est la plate-forme de mutualisation des connaissances mise en place par l'AUDAP pour le compte de ses membres et adhérents.

--

*Rédaction, cartographie et mise en page : AUDAP
juin 2015*

INTRODUCTION

Un nouveau millésime

L'Agence d'Urbanisme Atlantique & Pyrénées (AUDAP) a développé en 2014 une méthode innovante qui a permis la création d'une couche de données SIG (Système d'Information Géographique) originale illustrant à l'échelle fine le degré d'imperméabilité des sols*. Cette couche a été créée, dans les Pyrénées-Atlantiques et le sud des Landes, à partir des orthophotographies 2009 mises à disposition par l'Institut national de l'information géographique et forestière (IGN) dans le cadre du Référentiel Grande Échelle (RGE).

Les partenaires membres de l'AUDAP ont utilisé ces données de deux façons. En propre, par simple demande, la couche SIG leur a été adressée pour qu'ils puissent réaliser les traitements ad hoc. De manière indirecte, ces données ont été intégrées aux études des programmes partenariaux 2014 et 2015 de l'AUDAP sur des thématiques aussi diverses que le projet urbain, les projets de territoire et l'habitat.

L'IGN a mis à disposition à la fin de l'année 2014, via le RGE, les orthophotographies 2012. L'AUDAP pour parfaire la méthode développée en 2014, s'est engagée en 2015 dans un processus de production d'une nouvelle couche de perméabilité des sols, notamment pour disposer d'une évolution entre les millésimes 2009 et 2012.

La réponse apportée par l'AUDAP à l'absence de ce type de données illustre l'utilité des supports image dans le suivi et l'élaboration des politiques publiques d'aménagement et d'urbanisme.

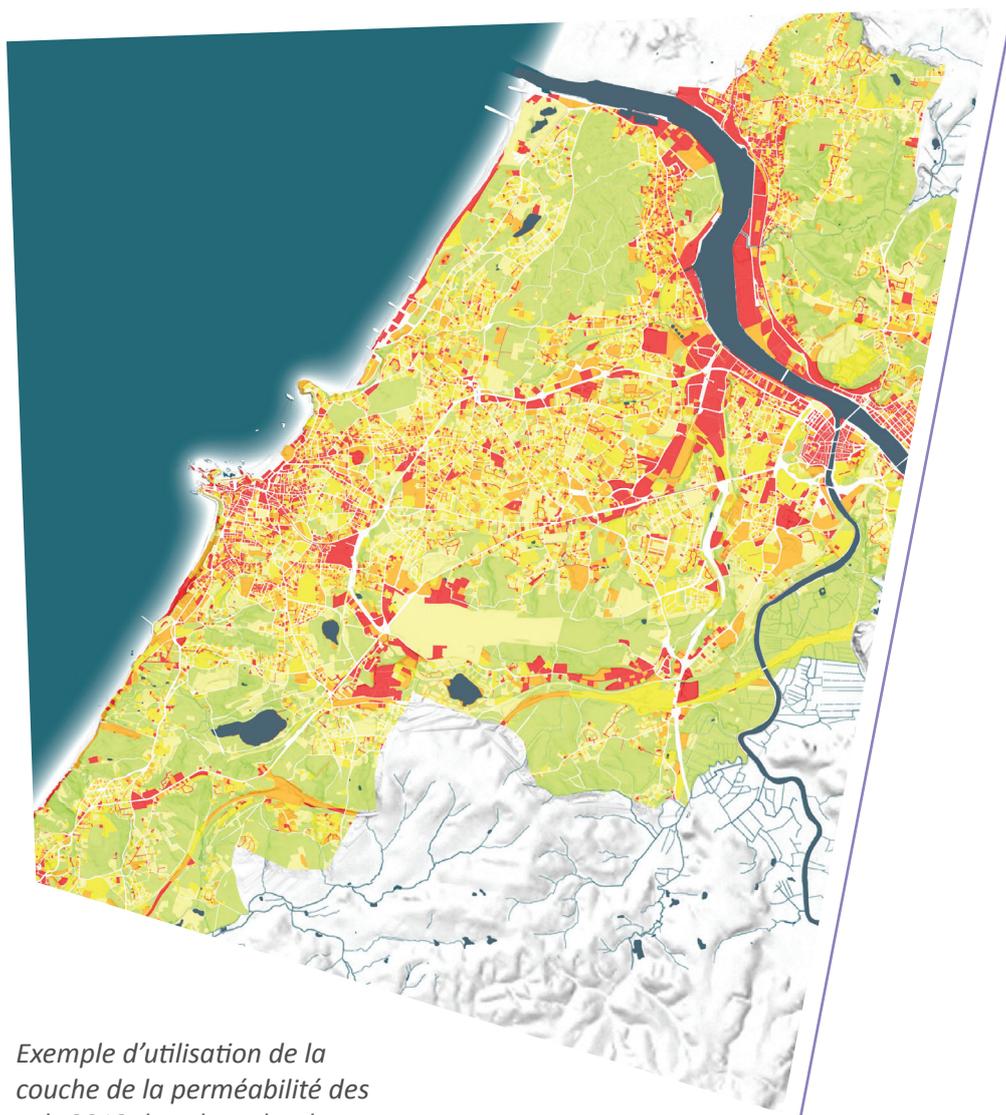
Évolution n'est pas (toujours) raison

Si la production d'une représentation à un instant donné de la perméabilité des sols est particulièrement intéressante pour les politiques publiques, l'intérêt de disposer d'une évolution entre deux périodes de la perméabilisation des sols est très prégnant.

Pourtant, déterminer une telle évolution n'est pas simple méthodologiquement. Les cahiers méthodologiques #2 décrivent l'ensemble des difficultés rencontrées et les choix retenus pour les dépasser. ■

“ L'IGN a mis à disposition à la fin de l'année 2014, via le RGE, les orthophotographies 2012. L'AUDAP pour parfaire la méthode développée en 2014, s'est engagée en 2015 dans un processus de production d'une nouvelle couche de perméabilité des sols, notamment pour disposer d'une évolution entre les millésimes 2009 et 2012.

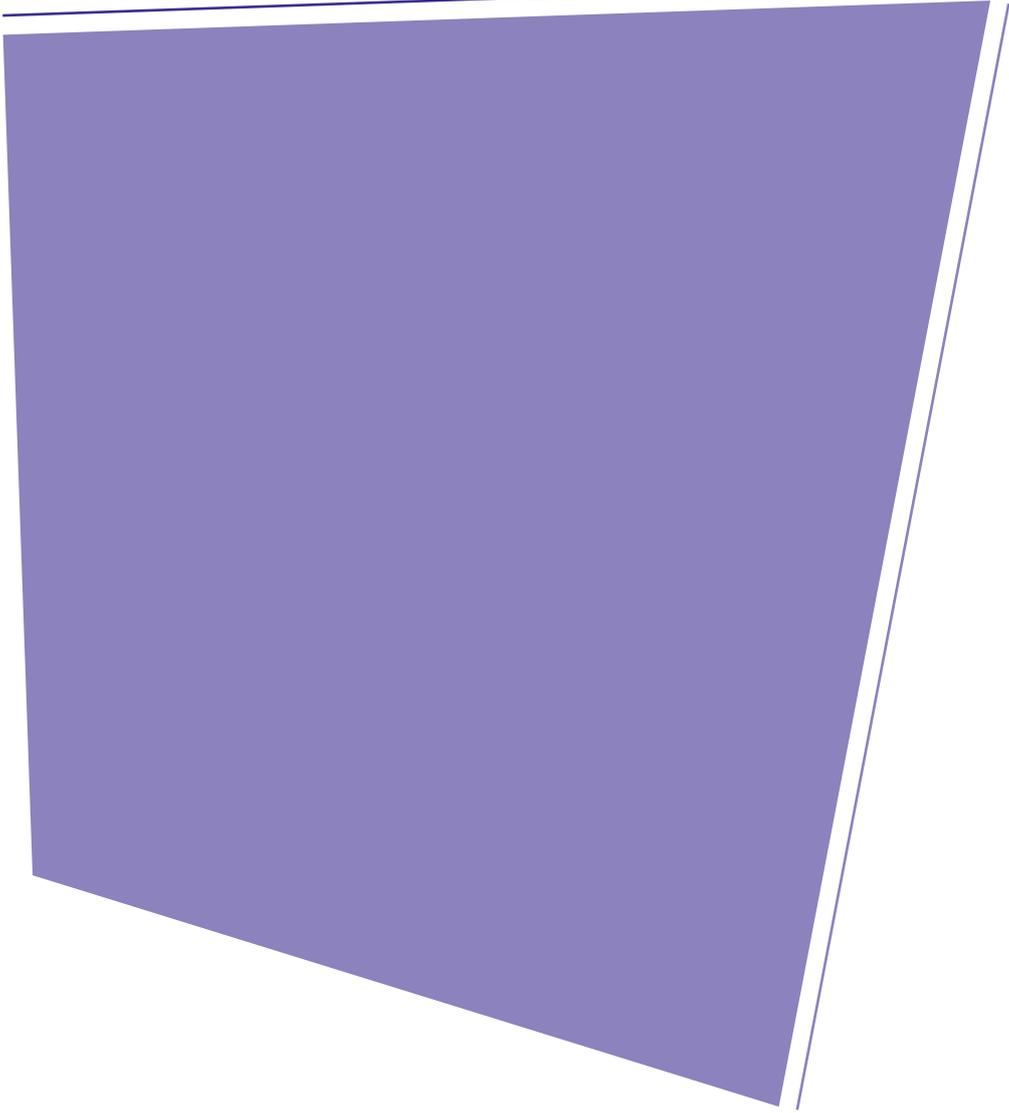
* Cahiers méthodologiques #1 | L'identification de la perméabilité des sols au moyen de l'imagerie | Mars 2014
<http://goo.gl/NWDH8U>



Exemple d'utilisation de la couche de la perméabilité des sols 2012 dans le cadre des ateliers préparatoires avec les communes pour la délibération du PLUi de l'Agglomération Côte Basque-Adour.

SOMMAIRE

PARTIE 1 VECTORISATION DE LA CHLOROPHYLLE À PARTIR DE LA BD ORTHO® IRC 2012	7
Une signature spectrale différente entre 2009 et 2012	8
Application des corrections géographiques	9
Application des corrections géométriques	10
Résultats des corrections sur l'Agglomération Côte Basque-Adour	11
PARTIE 2 UNE ÉVOLUTION COMPLEXE DU VERT ENTRE 2009 ET 2012	13
La création de 3 couches SIG	14
Des biais intrinsèques	15
Analyses et prise en compte des biais sur le cas de l'Agglomération Côte Basque-Adour	24
Conclusion partielle	31



| PARTIE 1

VECTORISATION DE LA CHLOROPHYLLE À PARTIR DE LA BD ORTHO® IRC 2012

UNE SIGNATURE SPECTRALE DIFFÉRENTE ENTRE 2009 ET 2012

L'AUDAP DISPOSE GRATUITEMENT DES DONNÉES DU RGE DE L'IGN VIA LA PLATEFORME DE L'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE MUTUALISÉE EN AQUITAINE. C'est dans ce cadre que la BD Ortho® IRC 2012 a été récupérée pour l'ensemble des Pyrénées-Atlantiques et le sud des Landes. La coloration infrarouge de la chlorophylle est indispensable afin d'effectuer une vectorisation correcte des éléments et obtenir une réponse spectrale performante des surfaces végétales. La végétation en 2009 déjà vectorisée précédemment, le cahier méthodologique déroule les étapes nécessaires à la vectorisation du vert en 2012 ainsi que les évolutions 2009-2012 constatées.

Une signature spectrale c'est quoi ?

Une signature spectrale est une caractérisation des pixels de référence, c'est-à-dire identifier des polygones de couleurs RVB (Rouge-Vert-Bleu) se rapprochant de la végétation souhaitée, lesquelles permettent ainsi de généraliser la vectorisation de la végétation sur un vaste territoire.

Modification/suppression des pixels de référence ayant changé de nature

La signature spectrale utilisée pour vectoriser la chlorophylle sur le millésime 2009 n'est pas réutilisable en l'état. En effet, certains polygones ont changé de nature. Par exemple, des champs cultivés en 2009 sont devenus une terre sans culture en 2012 ou au contraire l'enherbage de certains chantiers 2009 sont terminés en 2012. Une adaptation mineure des polygones a été nécessaire pour s'adapter à l'orthophoto 2012.

La colorimétrie de l'orthophoto varie selon les millésimes

Outre les changements de nature, la colorimétrie des dalles qui composent les orthophotos 2009 et 2012 de l'IGN varie sensiblement. Certains pixels de références sélectionnés en 2009 ressortaient avec un rouge intense tandis qu'ils sont de couleur rouge terne en 2012. Afin de caractériser au mieux la chlorophylle et de classer l'image en 2 catégories (vert/non-vert), la couche SIG des polygones de référence a été modifiée entre 2009 et 2012. ■

> Le vert

Espaces géographiques occupés exclusivement par de la végétation chlorophyllienne qui permet l'infiltration des eaux pluviales.

APPLICATION DES CORRECTIONS GÉOGRAPHIQUES

L'AUDAP A RÉALISÉ DIFFÉRENTES CORRECTIONS. SUITE À LA DONNÉE VECTORISÉE BRUTE GÉNÉRÉE AVEC ARCGIS, DES AMÉLIORATIONS ONT ÉTÉ APPORTÉES. Il convient de distinguer les corrections majeures (sols nus, ombres, couverture des voiries par les arbres) et les corrections mineures (toits végétalisés, couverture du bâti par les arbres). Elles sont détaillées et quantifiées dans le précédent cahier méthodologique. Tout comme sur le millésime 2009, l'optimisation n'est effectuée que sur les corrections géographiques majeures : les surfaces perméables non chlorophylliennes ; les ombres portées ; les effets de recouvrements des arbres sur la voirie.

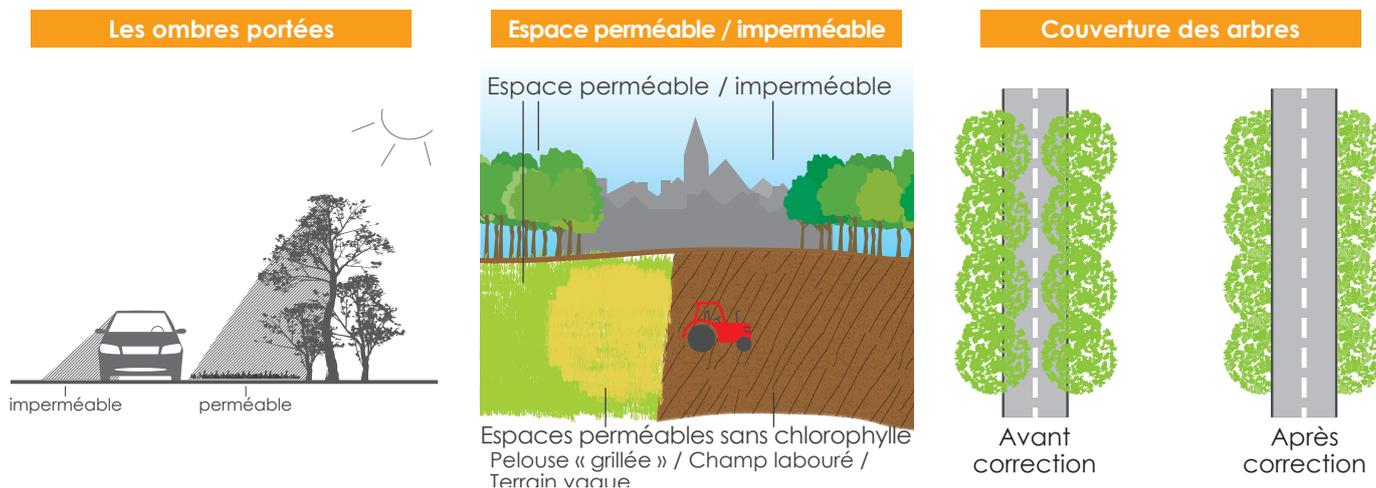
Sols nus, sans cultures, ombres

La BD Ortho® IRC 2012 permet la vectorisation simple et automatique des espaces chlorophylliens et donc des espaces perméables. Un travail manuel est cependant indispensable pour certains tissus perméables sans chlorophylle : sols nus, sans cultures, pelouses grillées par le soleil, terrains de sports, etc. Ces zones corrigées doivent être numérisées et ajoutées à la base brute.

Les ombres sont les éléments les moins évidents à traiter. Leurs colorimétries très sombres correspondent à des espaces perméables dans certains cas et à des espaces artificialisés dans d'autres cas. L'interprétation automatique du résultat est incorrecte et le technicien doit apporter son expertise du territoire. L'absence totale d'ombre sur les orthophotos est impossible. Le producteur du référentiel doit chercher à les minimiser afin d'améliorer les résultats du support.

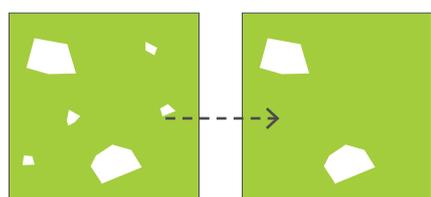
Arbres recouvrant la voirie

La seconde correction géographique apportée concerne l'excédent de couverture des arbres sur la voirie. Cette correction consiste à supprimer la végétation se situant sur la couche de la voirie de la BD Topo® IGN tel un emporte-pièce. ■



APPLICATION DES CORRECTIONS GÉOMÉTRIQUES

OUTRE UN TRAVAIL SUR LES CORRECTIONS GÉOGRAPHIQUES, l'Agence d'Urbanisme Atlantique et Pyrénées estime nécessaire d'alléger la couche SIG obtenue dans le but de faciliter son utilisation par les techniciens. Ainsi, la couche SIG est plus facile à ouvrir et plus rapide dans son traitement.



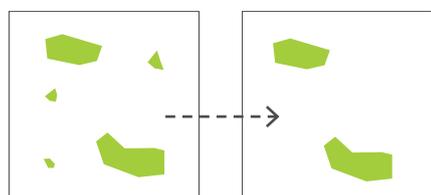
Avant

Après

Suppression des enclaves < 1m²

Les polygones perméables créés lors de la vectorisation possèdent de petites poches résiduelles ou enclaves. La suppression de ces enclaves inférieures à 1m² n'altère en rien la qualité de la couche SIG. En revanche, elle diminue substantiellement son poids et améliore le confort d'utilisation.

Ainsi dans l'Agglomération Côte Basque-Adour, la suppression des enclaves inférieures à 1 m² correspond à un gain de 7 hectares pour le vert.



Avant

Après

Suppression des polygones < 1m²

La caractérisation automatique des zones perméables permet une vectorisation efficace mais possède le désagrément de réaliser un résultat binaire par pixel. Si un pixel est de couleur similaire à du vert, un polygone sera créé. La résolution de la BD Ortho[®] IRC étant de 50 cm, la couche SIG du vert ne sera pas dégradée en ôtant les polygones < 1m². Comme pour l'étape précédente le résultat de cette opération est d'optimiser l'utilisation de la couche vectorielle.

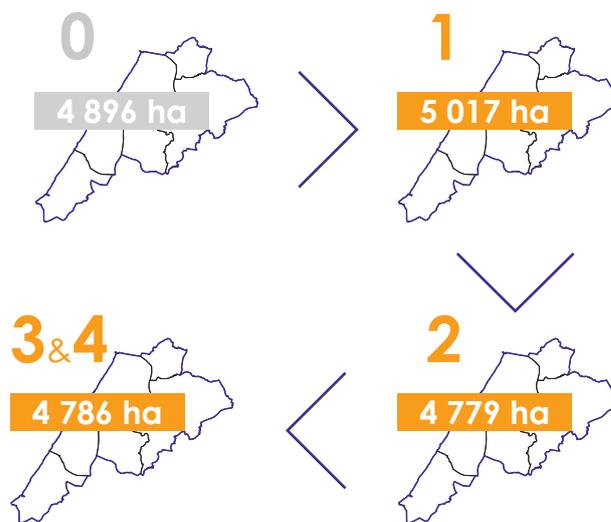
Pour l'Agglomération Côte Basque-Adour, la suppression des polygones inférieurs à 1 m² correspond à une diminution du vert de 0,2 hectares. Cette baisse est insignifiante au regard du stock de vert, et permet d'alléger le poids de la couche SIG. ■

RÉSULTATS DES CORRECTIONS SUR L'AGGLOMÉRATION CÔTE BASQUE-ADOUR

4 étapes clés pour optimiser la vectorisation de la chlorophylle

- 0 Vectorisation brute de la chlorophylle,
- 1 Ajout des sols nus, sans cultures et identification des ombres,
- 2 Gestion de l'excédent de couverture des arbres sur la voirie la voirie,
- 3 Suppression des enclaves < 1m²,
- 4 Suppression des polygones < 1m²

La superficie totale de l'Agglomération Côte Basque-Adour est de 8 239 ha en 2012. Après vectorisation, la surface de vert est de 4 896 ha soit 59 %. Une fois l'application des étapes de corrections, elle est de 4 786 ha, soit 58 %.



Optimisation de la couche SIG du vert : Comparaison 2009 / 2012



| PARTIE 2

UNE ÉVOLUTION COMPLEXE DU VERT ENTRE 2009 ET 2012

LA CRÉATION DE 3 COUCHES SIG

L'AUDAP dispose grâce au RGE de la BD ORTHO® IRC de deux millésimes : 2009 et 2012. La vectorisation du couvert végétal en 2009 a déjà été réalisée sur l'Agglomération Côte Basque-Adour (ACBA). Une image à un instant précis permet d'analyser certains phénomènes spatiaux (ex : taux d'imperméabilisation des sols, trames vertes, coupure d'urbanisation, ...). Afin d'observer des dynamiques territoriales, la vectorisation d'un second millésime est nécessaire. L'IGN produit une orthophoto nationale avec la composante infrarouge tous les trois ans. Une évolution dans le temps est donc envisageable en 2015 en adoptant la même démarche que dans ce cahier méthodologique. Après avoir numérisé et croisé les données de 2009 avec celles de 2012, l'AUDAP a constaté des biais pour mesurer les évolutions de perméabilisation sur l'ACBA. Ils sont énumérés dans cette deuxième partie et une méthode est développée afin de les corriger.

Un croisement de deux millésimes nécessaires

Le croisement des deux millésimes permet la création de trois couches SIG :

Afin de partir sur une base commune permettant de comparer l'évolution de l'imperméabilité des sols, l'AUDAP préconise l'addition des couches [...]

> **COUCHE 1 | VERT STABLE** : Elle correspond aux surfaces perméables stables entre 2009 et 2012,

> **COUCHE 2 | VERT DIMINUE** : Elle correspond aux surfaces perméables en 2009, artificialisées en 2012,

> **COUCHE 3 | VERT AUGMENTE** : Elle correspond aux surfaces imperméables 2009 végétalisées en 2012.

Afin de partir sur une base commune permettant de comparer l'évolution de l'imperméabilité des sols, l'AUDAP préconise l'addition des couches 1 et 2 pour former le vert en 2009. Celle des couches 1 et 3 forment le vert en 2012. ■

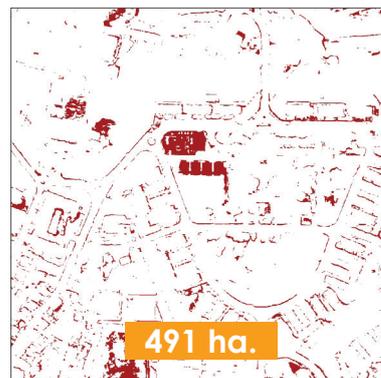
COUCHE 3 | VERT AUGMENTE
Baisse de l'artificialisation



COUCHE 1 | VERT STABLE
Artificialisation stable



COUCHE 2 | VERT DIMINUE
Hausse de l'artificialisation



DES BIAIS INTRINSÈQUES

L'AUDAP A CONSTATÉ QUE LA BD ORTHO® IRC 2009 EST SENSIBLEMENT DIFFÉRENTE DE CELLE DE 2012. Malgré le professionnalisme de l'IGN, certaines limites sont identifiées. Elles sont plus ou moins impactantes et évitables dans les millésimes à venir.

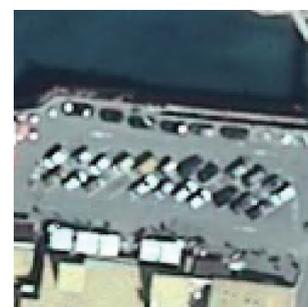
Une différence de résolution

A partir de 2012, l'IGN a modifié la résolution de la BD Ortho® IRC disponible via le RGE. Tandis qu'elle était de 40 cm en 2009, elle est passée à 50 cm en 2012. Elle sera à présent disponible tous les trois ans à la même résolution. Ce changement de résolution entraîne un biais peu important dans les traitements opérés sur les deux millésimes.

Différences de résolution de la BD Ortho® IRC entre 2009 et 2012 Exemple sur le Port de Biarritz



Source : BD Ortho® IRC 2009



Source : BD Ortho® IRC 2012



Une radiométrie variable selon les millésimes

EXTRAIT DU DESCRIPTIF DE LA BD ORTHO® DE L'IGN :



Le nombre de clichés nécessaires pour couvrir un département est important. Ces clichés présentent des disparités fortes d'ensoleillement, de couleur, de comportement d'objets (carrières, sables, surfaces d'eau, ...) et parfois de saison.

> Radiométrie

On appelle radiométrie le contenu colorimétrique des images. Les images de la BD Ortho® se caractérisent par leur qualité géométrique et par leur qualité radiométrique. Les traitements radiométriques employés tendent à conserver au mieux l'énergie physique reçue par les capteurs (égalisation physique) ; des traitements complémentaires sont appliqués pour s'approcher au mieux du rendu des couleurs naturelles et limiter l'hétérogénéité liée aux conditions de prise de vues.

 <http://goo.gl/FYwmMr>

Dans l'idéal, l'ortho-image d'un département est continue et homogène sans surface saturée conséquente. En pratique, l'aspect radiométrique de la mosaïque est le résultat d'un compromis sur tout le département tenant compte des disparités mentionnées au début de ce paragraphe.

Pour le canal proche infra-rouge, chaque cliché est corrigé des effets internes d'éclairage et de couleur liés à l'ensoleillement. Ensuite la mosaïque est corrigée globalement afin d'exploiter au mieux le spectre radiométrique d'une façon proche des canaux rouge et vert qui composent avec le canal infra-rouge proche, les images infra-rouge couleur. C'est pourquoi chaque millésime de la BD Ortho® IRC aura une radiométrie différente du millésime précédent.

Des variations sensibles d'aspect visuel peuvent subsister dans les cas suivants :

- Des changements sensibles d'ensoleillement (direction du soleil et amplitudes des ombres...) entre clichés aériens pris à dates ou heures différentes.
- Changements de l'albédo et de la teinte des objets au sol dus à des changements brutaux de la composition des sols (degré d'humidité des surfaces terreuses) ou à une évolution saisonnière du paysage.
- Phénomènes d'éclairage extrêmes (zones d'ombres très profondes, ombres de nuages).
- Phénomènes liés au point de vue de l'appareil de prise de vues relativement à la direction du soleil (réflexions spéculaires sur surfaces d'eau ou vitrées, luminance très forte des surfaces humides, points chauds ou «hot spots»).

Variation des aspects visuels de la radiométrie entre 2009 et 2012
Exemple sur le quartier du Petit Bayonne



Source : BD Ortho® IRC 2009



Source : BD Ortho® IRC 2012

La variation des aspects visuels de la radiométrie entre 2009 et 2012 est particulièrement visible dans le quartier du Petit Bayonne. L'image 2009 a une colorimétrie bien plus vive que sur l'image 2012. Les pixels rouges sont ainsi plus facilement détectables en 2009 qu'en 2012.

Le biais des heures de prises de vue

Afin de limiter l'étendue des ombres portées, les heures de prises de vue sont très importantes. L'idéal serait bien sûr de prendre des photos quand le soleil est à son zénith (angle de 90° avec le sol). Or ces conditions ne se trouvent que sur l'équateur. En France, les meilleures conditions de vol ne peuvent se situer qu'à proximité du jour le plus long de l'année, soit le 21 juin où l'angle solaire sera alors proche de 58° (Source : InterAtlas - 2008).

Variation des heures de prises de vue entre 2009 et 2012 Exemple de la Résidence Milady à Biarritz



Source : BD Ortho® IRC 2009



Source : BD Ortho® IRC 2012

Les prises de vue en 2009 ont été réalisées le matin avec des ombres portées à l'ouest des bâtiments. En revanche en 2012, les photos sont prises en milieu de journée car les ombres portées sont orientées Nord-Est. Ce décalage des ombres a une grande incidence sur l'analyse des évolutions de la végétation entre 2009 et 2012.

Les décalages dans les heures de prises de vue sont constatées entre deux millésimes mais également au sein d'un même millésime. L'orthophoto d'un millésime départemental est composée d'images assemblées avec des décalages dans les heures de vols.

Variation des heures de prises de vue en 2012 Exemples sur le quartier de l'hippodrome de Biarritz



Source : BD Ortho® IRC 2012

A Biarritz, les images recollées ne sont pas toutes prises à la même heure :

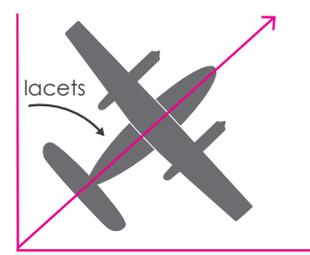
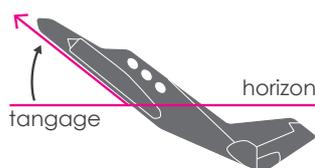
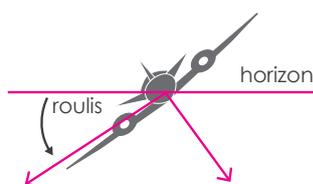
- 1 Sur les 3 immeubles à droite de l'hippodrome, les ombres sont à l'Ouest, la photo a été prise le matin.
- 2 Le bâtiment au milieu de l'image n'a presque pas d'ombre, ce qui signifie une prise de vue au milieu de journée.
- 3 A gauche de l'image, l'immeuble a une ombre vers le Nord-Est. La photo est donc prise dans l'après-midi.

Les difficultés durant le vol

Les photos sont prises à partir d'un avion. Les clichés seraient optimaux si l'appareil restait totalement stable sur l'ensemble du vol. L'avion est confronté perpétuellement à différents types de pression (roulis, tangage, lacet)*.

Différents appareils embarqués et un retraitement des images au sol permettent d'optimiser leurs précisions sans pour autant disposer d'un rendu parfait.

*(Source : InterAtlas - 2008).



Roulis

Le roulis est un mouvement de rotation d'un mobile autour de son axe longitudinal (axe de roulis).

En aviation, ce mouvement est commandé par une action latérale sur le manche.

Le manche commande à son tour la déflexion de surfaces mobiles situées sur l'aile : les ailerons.

Les déflexions en sens opposé de ces surfaces génèrent des forces aérodynamiques et un moment de roulis.

<https://fr.wikipedia.org/wiki/Roulis>

Tangage

Le tangage est un mouvement de rotation autour de l'axe transversal d'un objet en mouvement.

La modification de la vitesse de l'avion par rapport à l'air (induite par exemple par un changement du régime moteur), peut provoquer une rotation autour de l'axe de tangage.

<https://fr.wikipedia.org/wiki/Tangage>

Lacets

Le lacet est le mouvement de rotation horizontal d'un mobile autour d'un axe vertical. En aéronautique, ce mouvement est commandé par l'action sur les palonniers.

<https://fr.wikipedia.org/wiki/Lacet>

Une orthorectification différente entre les 2 BD Ortho® IRC

Un léger décalage généralisé est observé entre l'orthophoto 2009 et celle de 2012. Les images acquises lors du vol doivent être ortho-rectifiées. Les coordonnées de l'image doivent correspondre à des points d'appui au sol (aérotriangulation).

Ce travail est couplé avec le relief du modèle numérique de terrain (MNT) du RGE de l'IGN. Des équations photogrammétriques précises permettent de repositionner tout pixel d'un cliché aux coordonnées géographiques effectives du détail terrain correspondant. Cependant l'orthorectification de l'année n ne sera jamais identique à celle de l'année n+3.

Exemple de superposition de la BD Ortho® IRC 2009 et la BD Ortho® IRC 2012 Quartier du Prissé à Bayonne



Source : BD Ortho® IRC 2009 - BD Ortho® IRC 2012



Certaines zones de la BD Ortho® possèdent un fort décalage entre les millésimes 2009 et 2012, ce qui est le cas sur la quartier du Prissé à Bayonne. Avec un effet de transparence, la superposition des deux images prouve ce décalage généralisé.



Selon la radiométrie du pixel (changement de culture, sécheresse, ...), la zone va être considérée végétale ou non.

Des sols nus/sans cultures en herbes non corrigés

La couleur des pixels variant d'un millésime à l'autre (cf. p.15 à 17), certaines petites zones ne sont pas caractérisées automatiquement. Selon la radiométrie du pixel (changement de culture, sécheresse, ...). La zone va être considérée végétale ou non alors qu'il n'y a eu aucun changement de nature par rapport à 2009. ■

Variation des types de cultures entre 2009 et 2012 Exemple avec des champs au nord de Bayonne



Source : BD Ortho® IRC 2009



Source : BD Ortho® IRC 2012

Ces champs au nord de Bayonne étaient tous cultivés en 2009. Certains ont été labourés en 2012 et ne sont pas détectés comme des espaces perméables. Malgré les corrections géographiques réalisées préalablement, de petites zones échappent à la vectorisation.

Variation de la sécheresse entre 2009 et 2012 Exemple de l'aéroport de Biarritz - Anglet - Bayonne



Source : BD Ortho® IRC 2009



Source : BD Ortho® IRC 2012

La différence de radiométrie entre les deux millésimes apporte un biais dans la vectorisation des espaces chlorophylliens. Les pelouses aux abords de la piste d'atterrissage de l'aéroport du BAB sont davantage grillées en 2012 qu'en 2009. Alors que les pixels sont uniformément rouges en 2009, les pelouses ne sont pas entièrement caractérisées par des pixels rouges sur l'image 2012. Il suffit d'un épisode climatique et météorologique sec pour modifier légèrement la qualité de l'information initiale.

ANALYSES ET PRISE EN COMPTE DES BIAIS SUR LE CAS DE L'ACBA

MALGRÉ LES LIMITES CITÉES PRÉCÉDEMMENT, IL EST POSSIBLE D'OPTIMISER LES ÉVOLUTIONS DE VERTS DANS UN TEMPS RAISONNABLE. SELON LA TAILLE DES POLYGOSES, LE CAHIER PROPOSE UNE SOLUTION ADAPTÉE.

Les évolutions 2009-2012 supérieures à 500 m² sont corrigées exhaustivement et manuellement. Les évolutions entre 10 m² et 500 m² sont vérifiées et généralisées au moyen d'une méthode de sondage. Ce dernier permet d'estimer un taux de requalification des évolutions. Les évolutions entre 1 m² et 10 m² sont très souvent dûes au décalage entre les orthophotos des deux millésimes. On ne doit donc pas les considérer comme des zones d'évolutions des surfaces perméables. Au vu de la résolution des images, les évolutions inférieures à 1 m² sont des résidus supprimés des couches SIG.

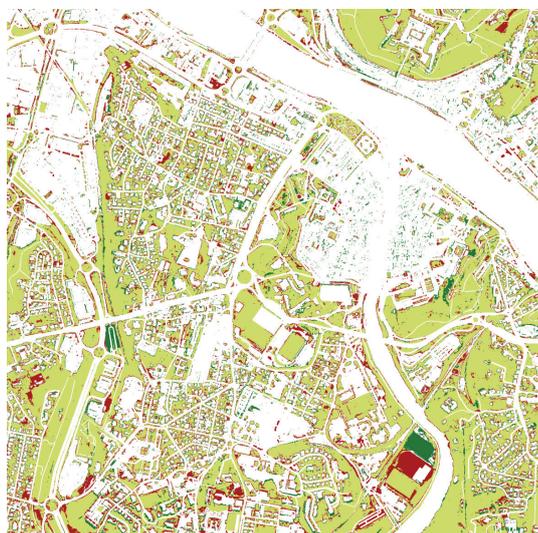
Une correction manuelle exhaustive des polygones supérieurs à 500 m² ayant évolué entre 2009 et 2012

“ Au regard des limites constatées (cf p15 à 23), les évolutions importantes de végétation (correspondant aux polygones > à 500 m²) sont vérifiées exhaustivement.

A ce stade, trois couches SIG ont été réalisées sur le périmètre :

- 108 906 polygones correspondent à des zones stables en vert,
- 423 230 polygones correspondent à une diminution du vert,
- 456 813 polygones correspondent à une augmentation du vert.

Au regard des limites constatées (cf p15 à 23), les évolutions importantes de végétation (correspondant aux polygones > à 500 m²) sont vérifiées exhaustivement. Cette étape permet d'affiner les résultats tout en optimisant le temps nécessaire à ce travail.



L'exemple du centre-ville de Bayonne illustre les évolutions du vert entre 2009 et 2012 avant les étapes d'optimisation.

Diminution du vert : réelles évolutions et requalifications

Parmi les 423 230 polygones où le vert diminue (augmentation de l'artificialisation), 875 ont une superficie supérieure à 500 m². Ces derniers représentent 0,2 % du nombre de polygones mais 36 % des surfaces (175 ha). C'est un moyen optimisé de corriger un maximum de surfaces dans un temps raisonnable.

Résultats : 109 ha correspondent à de la diminution de vert (artificialisation nouvelle), 41 ha sont à rebasculer dans la couche des polygones déjà verts en 2009. 25 ha sont des erreurs d'interprétation dans la vectorisation de 2009 (territoires artificialisés en 2009 et en 2012). Ces erreurs sont issues des différentes limites expliquées précédemment (cf p15 à 23).

Analyse des polygones > 500 m² dans la diminution du vert

	Nb polygones	Superficie en ha
Diminution Brute*	875	175
vert en 2012	315	41
non vert en 2009	23	25
Diminution Nette*	537	109

* Diminution Brute vs Diminution Nette

La Diminution Brute correspond au vert avant les étapes d'optimisation, et la Diminution Nette correspondant au vert après le «nettoyage».

Le même principe définit la différence entre l'Augmentation Brute et l'Augmentation Nette.

Augmentation du vert : réelles évolutions et requalifications

Parmi les 456 813 polygones où le vert augmente, 205 ont une superficie supérieure à 500 m². Ces derniers représentent 0,05 % du nombre total de polygones mais 10 % des surfaces (27 ha). Pour réaliser un travail de correction plus fin, il est concevable de diminuer la taille minimale des polygones. Pour indication : 205 polygones > 500 m² / 594 polygones > 250 m² / 2 613 polygones > 100 m².

Résultats : 17 ha correspondent à de l'artificialisation en 2009 redevenue naturelle ou agricole en 2012 ; 9 ha sont à rebasculer dans la couche des polygones verts en 2012. 2 ha ne sont ni vert en 2009, ni vert en 2012.

Analyse des polygones > 500 m² dans l'augmentation du vert

	Nb polygones	Superficie en ha
Augmentation Brute*	205	27
vert en 2012	76	8
non vert en 2009	24	2
Augmentation Nette*	105	17

Le traitement des polygones inférieurs à 10 m²

Le travail de correction sur l'ensemble des polygones est très chronophage et peu utile. L'AUDAP considère que la résolution des images (40 cm en 2009, 50 cm en 2012) ne permet pas un travail pertinent sur les polygones < 10 m².

Les polygones entre 1 m² et 10 m² sont dans la très grande majorité des décalages des orthophotos entre les deux millésimes. L'augmentation du vert d'un côté d'un bâtiment est répercutée par une diminution du vert de l'autre côté du bâtiment.

Les évolutions inférieures à 1 m² sont supprimées des couches SIG. Le référentiel n'est pas assez précis pour interpréter des zones aussi petites. Cette étape permet la réduction de 40 % du nombre de polygones.

Les polygones entre 1 m² et 10 m² sont dans la très grande majorité des décalages des orthophotos entre les deux millésimes. L'augmentation du vert d'un côté d'un bâtiment est répercutée par une diminution du vert de l'autre côté du bâtiment.

Ces décalages sont donc comptés deux fois comme du vert (65 ha d'augmentation du vert ; 61 ha de diminution du vert).

Le choix de l'AUDAP est d'une part de basculer l'augmentation du vert < 10 m² (206 883 polygones, 65 ha) dans la couche du vert stable. Et d'autre part de supprimer les polygones < 10 m² de la couche de diminution du vert car ils sont en double compte (181 116 polygones, 61 ha).



Augmentation du vert
entre 2009 et 2012

Diminution du vert
entre 2009 et 2012

L'exemple du camping Oyam à Bidart permet de caractériser les décalages entre les orthophotos 2009 et 2012. L'augmentation du vert d'un côté d'un mobil-home est répercutée par une diminution du vert de l'autre côté du mobil-home. Ce sont essentiellement des petites surfaces.

Un sondage afin d'identifier un taux de requalification pour les polygones compris entre 10 m² et 500 m²

Les polygones supérieurs à 500 m² sont vérifiés exhaustivement. Cependant, il est impossible d'effectuer ces corrections sur l'ensemble des polygones inférieurs à 500 m² et supérieurs à 10 m². L'AUDAP a développé une méthode statistique qui consiste à se concentrer sur certaines zones tirées au hasard et de généraliser le résultat obtenu (le taux de requalification) sur l'ensemble du territoire.

Carreaux de 200m de côté (carreaux INSEE)

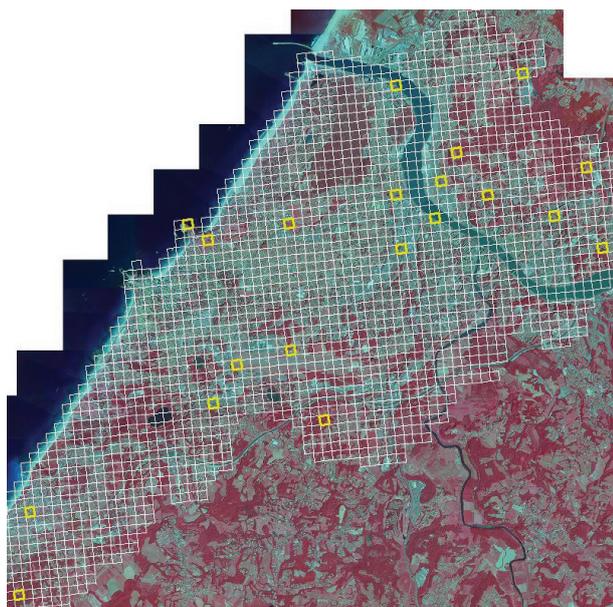
L'AUDAP a utilisé le carroyage de l'INSEE pour sélectionner 20 zones test de 200 m de côté. Un tirage aléatoire a été effectué pour sélectionner ces 20 carreaux sur les 2 330 qui composent le périmètre de l'Agglomération Côte Basque-Adour. Chaque carreau de 4 ha correspond à un tissu urbain très différent et possède des surfaces d'évolution de végétation propre à ce tissu. Chaque évolution de vert est vérifiée. Soit l'évolution est confirmée visuellement, soit elle est issue d'une erreur d'interprétation sur l'Ortho 2009 ou 2012. C'est l'addition des espaces de végétation dans l'ensemble des 20 carreaux qui va permettre de définir deux taux de requalification : un taux d'augmentation de la perméabilisation et un taux de diminution de la perméabilisation.

> Carroyage de l'INSEE

Un carroyage est un découpage de l'espace géographique en mailles régulières de forme carrée et de taille fixe.

Construits sans a priori sur ce que doivent être les zonages d'intervention ou de gestion, les carroyages permettent une vision impartiale des phénomènes et sont naturellement à même de mettre en évidence les zones à enjeu.

<http://goo.gl/HdH3oT>



Le territoire de l'Agglomération Côte Basque-Adour a été découpé en 2 330 carreaux INSEE de 200 mètres de côté. Les 20 carreaux jaunes sont les carreaux tirés aléatoirement pour identifier les erreurs issues des polygones compris entre 10 et 500 m². Ces résultats ont été utilisés pour redresser l'ensemble des polygones de 10 à 500 m² dans toute l'Agglomération.

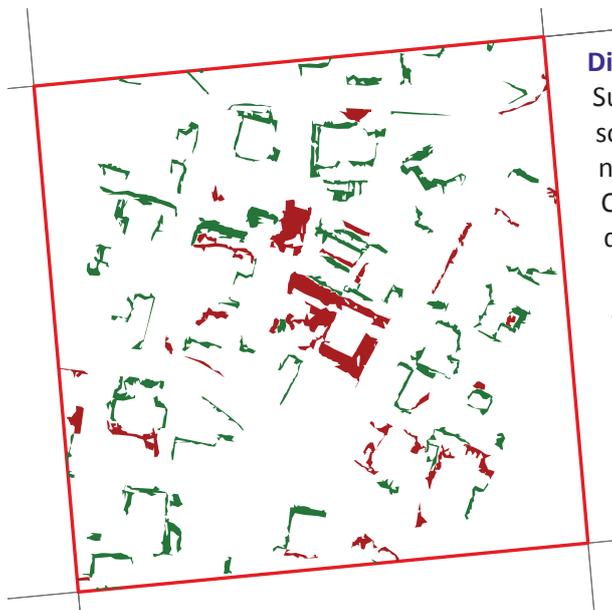
Exemple d'un des 20 carreaux
Carreau de 200 m de côté à Bayonne



Source : BD Ortho® IRC 2009



Source : BD Ortho® IRC 2012



 Augmentation du vert
entre 2009 et 2012
 Diminution du vert
entre 2009 et 2012

Diminution du vert

Sur ce carreau, 1 425 m² sont considérés comme nouvellement artificialisés. Cependant seuls 715 m² sont des véritables évolutions.

Augmentation du vert

Sur ce carreau, 2 197 m² sont considérés comme nouvellement végétalisés. Cependant seuls 134 m² sont des véritables évolutions.

Travail sur les polygones compris entre 10 m² et 500 m²

Pour les 20 carreaux utilisés, une validation manuelle doit être effectuée pour tous les polygones compris entre 10 m² et 500 m².

Répartition des polygones entre 10 m² et 500 m² dans les 20 carreaux tirés aléatoirement

	Ensemble des 20 carreaux INSEE (200 m x 200 m)	
	Polygones entre 10 m ² et 500 m ²	
	en nombre	en m ²
Diminution du vert	522	22 402
Augmentation du vert	507	16 767

Diminution du vert

Sur l'ensemble des 20 carreaux, la diminution du vert entre 2009 et 2012 concerne 22 402 m² :

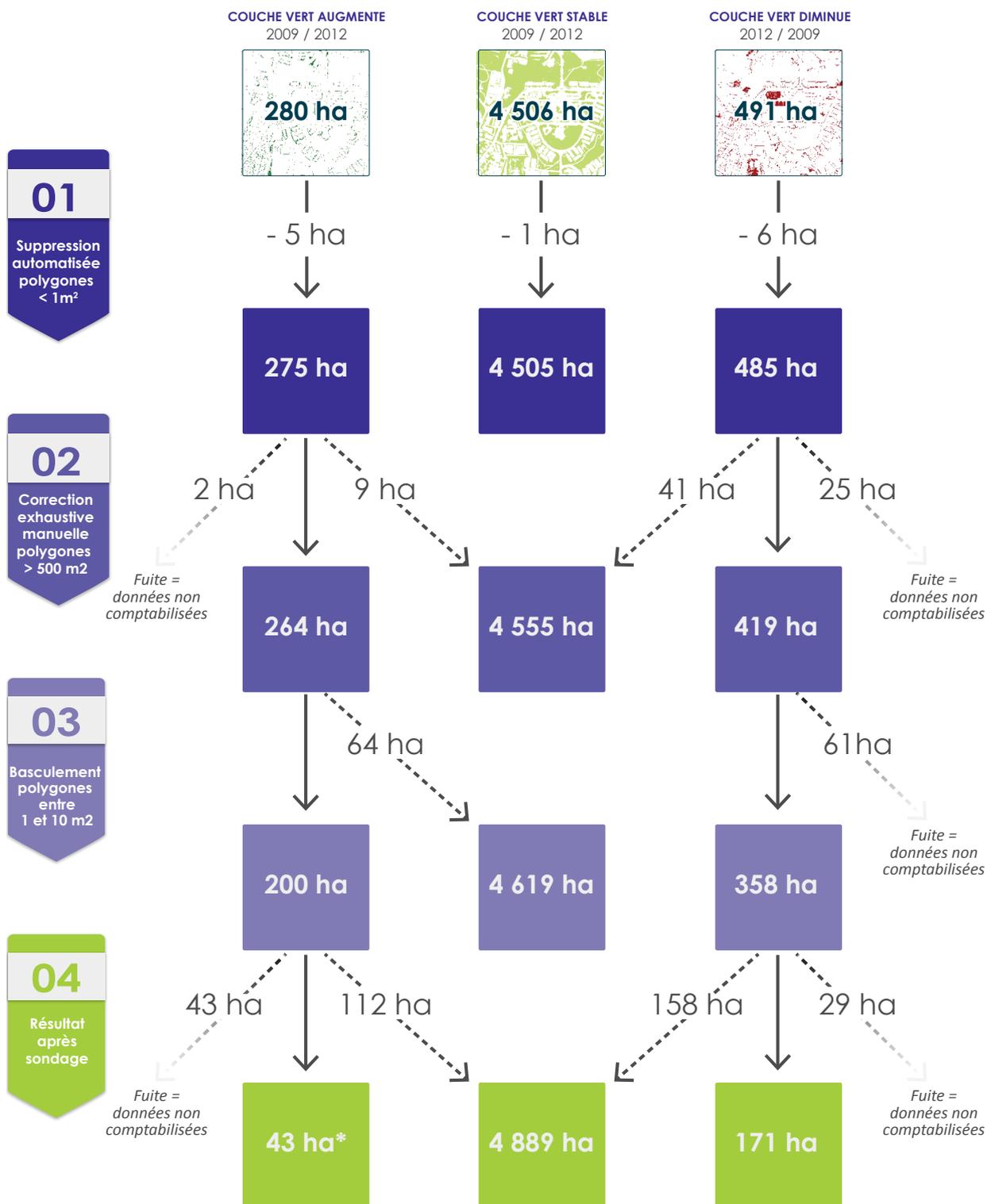
- 5 598 m² de réelle baisse, soit 25 % des surfaces,
- 14 222 m² sont des verts stables mal identifiés en 2012 (décalage, sécheresse, etc.) soit 64 % des surfaces
- 2 582 m² sont des espaces artificialisés ou en eau, soit 11 % des surfaces.

Augmentation du vert

Sur l'ensemble des 20 carreaux, l'augmentation du vert entre 2009 et 2012 concerne 16 767 m² :

- 2 385 m² de réelle hausse, soit 14 % des surfaces,
- 10 380 m² sont des verts stables mal identifiés, en 2012 (décalage, sécheresse, etc.) soit 62 % des surfaces
- 4 002 m² sont des espaces artificialisés ou en eau, soit 24 % des surfaces. ■

ÉTAPES D'OPTIMISATION DE L'ÉVOLUTION DES VERTS



***NOTE DE LECTURE.** Sur les 200 ha de vert qui diminue, 17 ha sont des polygones > 500 m² et vérifiés lors de l'étape 2. Le sondage se fait sur les 182 ha restants. 14 % des 182 ha sont de réelles évolutions, soit 26 ha. Ces 26 ha ajoutés au 17 ha de polygones > 500 m², la couche du vert qui diminue représente 43 ha.

CONCLUSION PARTIELLE

Si la production des données d'imperméabilité des sols produites sur le millésime 2012 fonctionne aisément, la construction de l'évolution 2009-2012 pose de plus lourds problèmes méthodologiques.

Les biais inhérents à la base orthophoto sont nombreux et évoluent d'un millésime à l'autre, il est nécessaire de réaliser un travail d'adaptation particulier à la base brute vectorielle.

Une fois ces adaptations méthodologiques réalisées, il convient également d'être prudents quand à l'échelle d'utilisation des données d'évolution de l'imperméabilisation des sols.

Les évolutions conséquentes (supérieures à 500 m²) permettent de localiser la construction récente à l'échelle de la parcelle. L'AUDAP préconise de ne regarder que les parcelles ayant une forte évolution du taux de perméabilité.

Les évolutions inférieures à 500 m² ne sont pas pertinentes à une échelle aussi fine. Mais elles peuvent être un indicateur d'évolution des surfaces perméables à la commune pour des études intercommunales. ■

“ Si la production des données d'imperméabilité des sols produites sur le millésime 2012 fonctionne aisément, la construction de l'évolution 2009-2012 pose de plus lourds problèmes méthodologiques [...] il est nécessaire de réaliser un travail d'adaptation particulier à la base brute [...] il convient également d'être prudents quand à l'échelle d'utilisation des données d'évolution de l'imperméabilisation des sols.



Exemple d'utilisation de la couche du vert 2009 dans le cadre d'une analyse paysagère dans l'Agglomération Pau-Pyrénées, où les surfaces perméables ont été croisées avec des données Parkatlantic et une analyse sensible du paysage.

CONCLUSION

IGN BD Ortho® IRC et ArcGis Spatial Analyst une combinaison source/logiciel maintenue

La production de la couche d'imperméabilité des sols de 2009 avait permis de tester à la fois plusieurs sources d'images (aériennes et satellites) et plusieurs ressources logicielles. Le choix final s'était porté sur la BD Ortho® IRC pour des questions d'amplitude de la couverture géographique (plus d'un département) et sur Spatial Analyst, l'extension d'ArcGis pour la rapidité des traitements.

En ce qui concerne la production de la couche d'imperméabilité des sols, l'AUDAP a maintenu ses choix techniques. L'évolution inter-millésimes de l'imperméabilisation a donc été travaillée au moyen d'ArcGis

Une évolution difficile à fiabiliser

Une fois la création de la nouvelle base de données 2012 effectuée, la méthodologie d'identification de l'évolution des surfaces imperméabilisées entre 2009 et 2012 a pu être mise en place.

Ce travail qui mélange Système d'Information Géographique et statistiques spatiales a permis d'aboutir à des données d'évolution fiables à partir de l'échelle du quartier. Les évolutions à la parcelles sont dépendantes de la surface de l'évolution concernée. Plus cette dernière est limitée plus elle est sujette à caution.

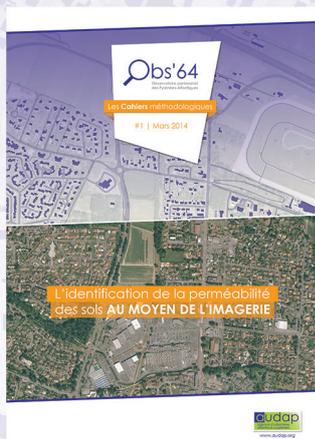
« La création de la nouvelle base de données 2012 effectuée, la méthodologie d'identification de l'évolution des surfaces imperméabilisées entre 2009 et 2012 a pu être mise en place. Ce travail qui mélange Système d'Information Géographique et statistiques spatiales a permis d'aboutir à des données d'évolution fiables à partir de l'échelle du quartier.

Des applications nombreuses

L'intérêt pour ces données est démontré mais les faiblesses issues du référentiel image questionnent sur la reproductibilité de la méthode dans les années à venir. Une des pistes privilégiée pour une amélioration et une meilleure constance de la source image pourrait être le recours à de l'image spatiale à très haute résolution.

Les applications potentielles pour ces données d'évolution de l'imperméabilisation des sols sont nombreuses. Les thématiques concernées sont très diverses. Dès aujourd'hui des applicatifs existent sur les champs du projet urbain, des projets de territoire, du suivi de la politique du logement, des zones d'activités, du ruissellement des sols et de la pollution..... Cette source de données est précieuse car elle permet d'enrichir les thématiques sectorielles et de les croiser. A titre d'exemple, connaître de façon fine la progression de l'imperméabilité des sols c'est donner à la collectivité les moyens d'évaluer sa politique sectorielle habitat au regard d'autres obligations réglementaires comme l'élaboration ou le suivi des eaux pluviales. ■





Cahiers méthodologiques #1 | Mars 2014

L'identification de la perméabilité des sols au moyen de l'imagerie

L'AUDAP a développé une couche de données géographiques permettant d'identifier la perméabilité des sols en 2009 de l'ensemble du territoire des Pyrénées-Atlantiques et du sud des Landes. Pour en comprendre l'usage, l'agence a rédigé un cahier méthodologique à destination des utilisateurs de ces données.

Sur le web

www.audap.org / www.observatoire-64.org

Contact

François Bedouet / f.bedouet@audap.org

Agence d'Urbanisme Atlantique & Pyrénées

Petite caserne
2 allée des platanes - BP 628
64106 Bayonne Cedex
Tél. 05 59 46 50 10

4 rue Henri IV - Porte J
64000 Pau
Tél. 05 33 64 00 30

www.audap.org