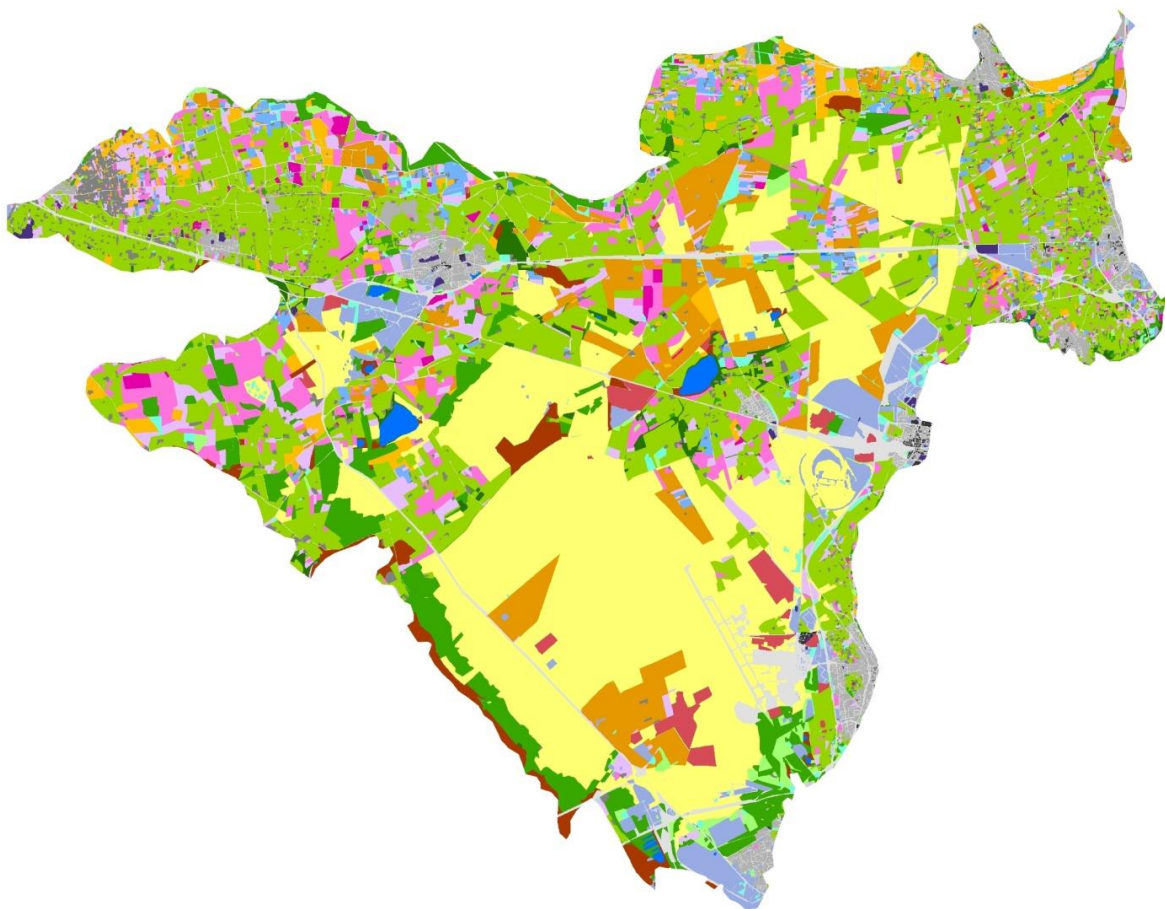




Occupation du sol de la nappe de la Crau en 2016



Rapport technique synthétique

21 décembre 2016

Rédaction

Philippe Rossello, GeographR

Destinataire

Syndicat mixte de gestion de la nappe phréatique de la Crau (SYMCRAU)

20 cité des Entreprises, Av. du Tubé, 13800 Istres

Contact : 04.42.56.64.86, contact@symcrau.com

Sommaire

1. Objectif de l'étude	3
2. Convention de partenariat et d'accueil	3
3. Périmètre géographique de l'étude et données sources	3
4. Méthodologie générale	4
5. Qualité des résultats.....	8
Pour tout contact.....	8

1. Objectif de l'étude

L'objectif de l'étude était de cartographier l'occupation du sol en 2016 délimitée par l'emprise de la nappe phréatique de la Crau, à partir d'images satellites à haute résolution spatiale et d'une image aérienne à très haute résolution spatiale. Au total, sur demande du SYMCRAU, 21 classes ont été identifiées : sol nu, zones humides, forêts alluviales, grandes cultures d'hiver et de printemps, grandes cultures d'été, vergers secs, vergers irrigués, serres, prairies irriguées, pelouses sèches, autres cultures, végétation semi-dense à dense, végétation clairsemée herbacée et arbustive, tissu urbain compact, tissu urbain lâche, tissu urbain diffus, tissu d'activités économiques industrielles et tertiaires, réseaux ou espaces de transports et de communication, exploitation anthropique et transferts de matériaux, espaces récréatifs, eau.

2. Convention de partenariat et d'accueil

Afin de cartographier l'occupation du sol délimitée par l'emprise de la nappe phréatique de la Crau dans les meilleures conditions et donc de fournir des résultats fiables, une convention de partenariat et d'accueil a été signée entre le SYMCRAU, l'Institut national de la recherche agronomique d'Avignon (UMR EMMAH) et GeographR, le prestataire¹. Cette convention² a notamment donné accès aux logiciels ENVI (Harris Geospatial Solutions) et ArcGIS (ESRI) à GeographR, et a permis de capitaliser l'expérience acquise lors des précédentes productions d'occupation du sol (1975, 1989, 1997 et 2009). Les délais administratifs de l'Inra n'ont pas permis à GeographR de débiter le traitement de données début septembre 2016 comme initialement prévu. Sur les six semaines de retard pris au démarrage, GeographR a rattrapé trois semaines, soit une livraison finale des données enregistrée le 21 décembre 2016.

3. Périmètre géographique de l'étude et données sources

Le périmètre de l'étude a été défini par le SYMCRAU³. Il couvre l'emprise de la nappe phréatique de la Crau. Le parcellaire fourni au format shape⁴ compte 67031 parcelles au total.

Un jeu de données a été mis à disposition de GeographR pour réaliser la carte d'occupation du sol (OS) de 2016 :

- 1 image aérienne IGN prise en 2014 : 15 cm de résolution spatiale, (RGF-93) projection Lambert-93
- 2 images satellites SPOT 6, prises le 12 mars⁵ et le 24 juin⁶ 2016 : 1,5 m de résolution spatiale, (RGF-93) projection Lambert-93. GeographR a identifié en amont les deux images d'intérêt avant commande effective par SYMCRAU via le programme GEOSUD (données gratuites). Avant livraison, les images satellites ont été mises en forme et préparées par l'IGN. Compte tenu de l'important volume des données, les deux images SPOT ont été découpées en sous-images avant livraison, ce qui a nécessité un travail préalable de

¹ GeographR, 1 rue de Taulignan, 84000 Avignon. Téléphone : 04.84.15.22.99 ou 06.84.35.21.05
Email : geographr@numericable.fr / URL : geographr.typepad.fr

² Se référer à la dite convention signée par les trois parties

³ Voir fichier : Limite_aquifere_Crau.shp

⁴ Voir fichier : Parcellaire_Crau.shp

⁵ Référence : DS_SPOT6_201603121008402_FR1_GS1_FR1_GS1_E005N44_02358

⁶ Référence : DS_SPOT6_201606241008160_FR1_FR1_FR1_FR1_E005N44_01862

mosaïquage assuré par GeographR. Deux images⁷ supplémentaires prises en 2015 ont également été récupérées à la demande de GeographR, mais n'ont pas été utilisées pour cartographier l'OS de 2016. SYMCRAU dispose des métadonnées associées aux 4 images SPOT 6 et 7 prises en 2015 et 2016

- le réseau routier de la BD Carto (IGN, 2012)
- la carte d'occupation de surface de 2009 réalisée par l'Inra et le CEREGE : format vecteur (parcellaire)
- document de finalisation du pré-inventaire des zones humides au titre de la loi sur l'eau dans le département des bouches du Rhône - Atlas départemental des zones humides (Décembre 2013, ECO-MED et O2TERRE)
- cartes scannées de localisation de forêts alluviales et relevés terrain (données non exhaustives) fournis par Marine Scarpari, responsable Natura 2000, mairie de Saint-Martin-de-Crau. Des documents complémentaires d'Elodie Gerbeau (animatrice 2000) relatifs aux zones humides, coussoul et friches ont aussi été transmis par Antoine Baillieux
- observations terrain fournies par Axel Wolf du Conservatoire d'espaces naturels de Provence-Alpes-Côte d'Azur et de la Réserve naturelle nationale des Coussouls de Crau.

4. Méthodologie générale

Comme mentionné dans la partie 3, un important travail de mosaïquage des sous-images SPOT 6 livrées par l'IGN a été nécessaire avant le traitement des données. Le nombre des sous-images et le volume des données ont demandé un temps de « reconstitution » des images SPOT conséquent (non prévu lors de l'élaboration du cahier des charges, car nouvelle méthode de livraison⁸). Chaque image SPOT a été mosaïquée, puis découpée selon l'emprise de la nappe phréatique de la Crau.

Pour identifier les différentes classes de l'occupation du sol de 2016, une série de traitements de données a été mise en œuvre par étape. Le choix de la technique a été déterminé selon le type de classe : classifications supervisées, classifications non supervisées, détection de changement selon les dates de la prise de vue, photo-interprétation directe ou indirecte... Chaque résultat par classe (hors photo-interprétation directe) a été vérifié post-traitement. À noter : une validation intermédiaire des classes après chaque livraison a été effectuée par Antoine Baillieux du SYMCRAU.

Compte tenu des objectifs de l'étude, de la typologie particulière des classes, de la qualité exigée et des contraintes de la haute et très résolution spatiale, la photo-interprétation des images SPOT et de l'image aérienne IGN a été au final la technique la plus utilisée, contrairement à ce qui était prévu en amont de l'étude. Le temps de traitement a ainsi été décuplé, au profit de la qualité des résultats.

Le tableau ci-après récapitule les différentes techniques exploitées pour identifier les classes de l'OS de 2016 :

⁷ Images prises le 27 mars 2015 (SPOT 7) et le 19 août 2015 (SPOT 6) : 1,5 de résolution spatiale, projection géographique : (RGF-93) projection Lambert-93

⁸ L'IGN délivre désormais les images SPOT 6 et 7 à très haute résolution spatiale en sous-images pour faciliter le transfert des données

Num	Intitulé	Description (appel d'offre)	Méthodes techniques
1	sol nu	Sols nus libres, non urbanisés ou artificialisés et non agricoles. Sols dont l'appartenance est peu claire et pas définie. Ils se retrouvent en milieux urbains ou ruraux comme des espaces libres ou inutilisés. Dans la nature, on retrouve de grands espaces de sols nus suite à l'érosion de massifs rocheux. Ils correspondent notamment à des sentiers ou des routes de campagne ou à l'extension de zones de végétations rares et sèches	photo-interprétation images satellites SPOT et image aérienne IGN
2	zones humides	Mares temporaires ou secteurs où la nappe phréatique est sub-affleurante. Présence de végétations permanentes hydrophiles et hygrophiles pouvant supporter une mise hors d'eau variable dans le temps (typiquement roselière dans le milieu le plus humide et joncs dans le milieu le plus sec), herbacés autour des canaux, zones clairsemées de végétations sur des parcelles parfois inondées	photo-interprétation images satellites SPOT et image aérienne IGN + contrôles à partir des données transmises par Axel Wolf et l'atlas départemental des zones humides (2013)
3	forêts alluviales	Zones humides arborées, typiquement constituées de peupliers et saules. Forêt en bord d'étangs et de canaux. Forêt dans des zones de dépression proche de la nappe (talwegs et anciennes carrières)	sélection à partir des cartes scannées de Marine Scarpari et Elodie Gerbeau (forêts alluviales présumées par photo interprétation, 2012-2013) + cartes détaillées des localisations avec retours de terrain des gardes + photo-interprétation images satellites SPOT et image aérienne IGN. Les parcelles forestières sélectionnées contiennent des peupliers et des saules, mais aussi d'autres espèces (mixité)
4	grandes cultures d'hiver et de printemps	Par exemple : orge et blé	classifications supervisées à partir images satellites SPOT, détection de changement et photo-interprétation images satellites SPOT (si validation de SYMCRAU, utiliser les images satellites)
5	grandes cultures d'été	Par exemple : tournesol et maïs	classifications supervisées à partir images satellites SPOT, détection de changement et photo-interprétation images satellites SPOT (si validation de SYMCRAU, utiliser les images satellites)
6	vergers secs	Oliviers, vignes	photo-interprétation images satellites SPOT et image aérienne IGN
7	vergers irrigués	Vergers industriels irrigués ou en jachère	photo-interprétation images satellites SPOT et image aérienne IGN
8	serres	Serres	photo-interprétation images satellites SPOT et image aérienne IGN
9	prairies irriguées	Prairies de foin irriguées de manière gravitaire	classifications supervisées et non supervisées, détection de changement, photo-interprétation images satellites SPOT (si validation de SYMCRAU, utiliser uniquement les images satellites) + contrôles à la demande d'Antoine Baillieux

10	pelouses sèches	Coussouls, pelouse steppique	photo-interprétation images satellites SPOT et image aérienne IGN. Remarque : du sol assimilé à première vue à du coussoul, a été déclassé dans certains cas, car il s'agit en réalité d'une pelouse steppique altérée ⁹ (coupe, sol semi-artificialisé...)
11	autres cultures	Autres cultures, jachère (sol nu agricole), friches agricoles	classifications supervisées à partir images satellites SPOT, photo-interprétation images satellites SPOT et image aérienne IGN (si validation de SYMCRAU, utiliser uniquement les images satellites) + contrôles à la demande d'Antoine Bailieux
12	végétation semi-dense à dense	Garrigues, forêt, végétation semi-dense à dense	classifications supervisées à partir images satellites SPOT, photo-interprétation images satellites SPOT et image aérienne IGN
13	végétation clairsemée herbacée et arbustive	Garrigues dégradées, végétation clairsemée	photo-interprétation images satellites SPOT et image aérienne IGN
14	tissu urbain compact	Ce sont les zones de bâtis regroupés, de forte densité. On ne distingue pratiquement pas les rues et chemins qui les parcourent. Cette classe est plutôt représentée dans les grandes agglomérations ou villes anciennes au coeur desquelles se sont développés des noyaux, un centre historique avec la conservation d'édifices anciens et massifs. Dans les grandes agglomérations, ces zones sont représentées par les îlots d'immeubles compacts. Le taux d'imperméabilisation avoisine les 80%	photo-interprétation images satellites SPOT et image aérienne IGN. Cette classe inclut les noyaux historiques, les continuités urbaines denses... Les immeubles abritant une forte densité de population ont été sélectionnés, même s'ils sont distants les uns des autres. Les surfaces imperméables les relient (voirie)
15	tissu urbain lâche	Ce sont les zones de bâtis regroupés avec une densité moindre. On distingue les routes, les places, les espaces végétalisés interstitiels, les jardins... On regroupe dans cette classe, les zones bâties clairement espacées par le réseau de transport et les quartiers résidentiels pavillonnaires. Le taux d'imperméabilisation avoisine 30%.	photo-interprétation images satellites SPOT et image aérienne IGN. Le bâti et les jardins associés sont le plus souvent sélectionnés
16	tissu urbain diffus	Ce sont les zones de bâtis désorganisés ou de bâtis isolés dans le milieu (rural) naturel ou agricole : maisons, fermes isolées ou regroupées.	photo-interprétation images satellites SPOT et image aérienne IGN

⁹ Voir notamment le secteur de l'autodrome de Miramas

17	tissu d'activités économiques industrielles et tertiaires	Ce sont les grands espaces dédiés aux activités du secteur industriel lourd (sidérurgie, pétrochimie...) et du secteur tertiaire, telles que le commerce local ou exporté, les services, la logistique, le fret...	photo-interprétation images satellites SPOT et image aérienne IGN
18	réseaux ou espaces de transports et de communication	Il s'agit des infrastructures routières et ferroviaires et des espaces associés. On tient compte dans cette classe uniquement de l'emprise du réseau	photo-interprétation images satellites SPOT et image aérienne IGN (principalement). La fonction de la parcelle prend parfois très localement le pas sur l'espace majoritaire si ce dernier n'a pas de rôle clairement défini (sol altéré dépendant directement du réseau ou espaces de transports et de communication). Cela permet d'obtenir un réseau et une surface totale plus réalistes, et ce malgré le morcellement des parcelles
19	exploitation anthropique et transferts de matériaux	Ce sont les espaces utilisés pour le stockage, le traitement des déchets ménagers et l'exploitation de matériaux miniers (gravières en activités et anciennes carrières en friche non recolonisées par la végétation ou non devenues des zones humides)	photo-interprétation images satellites SPOT et image aérienne IGN
20	espaces récréatifs	Ce sont les espaces utilisés pour les loisirs et les activités sportives (par exemple, espaces verts et terrains de sport)	photo-interprétation images satellites SPOT et image aérienne IGN
21	eau	Eaux de surface permanentes, libres ou stagnantes	classifications supervisées et non supervisées, photo-interprétation images satellites SPOT et image aérienne IGN

Une classe d'OS a été attribuée à chaque parcelle¹⁰ sur le territoire délimité par l'emprise de la nappe phréatique de la Crau. De manière générale, pour chaque parcelle, l'occupation de surface majoritaire prévaut (voir colonne « méthodes utilisées » dans le tableau). Attention : en cas de validation post-livraison, le SYMCRAU doit avant tout s'appuyer sur les images SPOT. En effet, l'information de référence provient principalement des images SPOT de 2016 (année de référence de l'OS produite) et dépend de leur résolution spatiale. Selon les classes, il est donc inutile de se référer à l'image IGN. En plus du parcellaire, une image raster à 1,5 m de résolution spatiale a été livrée, (RGF-93, projection Lambert-93, 8 bits, nombre de colonnes et lignes : 25472, 19668). Elle est issue de la conversion des données vecteurs en données raster.

¹⁰ Se référer au fichier OS_Crau_2016_parcellaire.shp fourni par GeographR

5. Qualité des résultats

Toutes les classes ont été vérifiées par photo-interprétation (images satellites SPOT et/ou image aérienne IGN), ce qui explique pourquoi l'indice de confiance par parcelle n'est pas indiqué. Cette technique réduit les incertitudes liées au « bruit » des traitements automatiques ou semi-automatiques des images satellites et renforce ainsi la fiabilité des résultats. L'erreur d'attribution est donc limitée. Elle peut venir d'une interprétation erronée ou, en cas de validation post-livraison, d'une interprétation différente de celle du contrôleur. En effet, l'occupation du sol peut parfois être incertaine ou sujette à débats (occupation du sol partagée, signal de qualité médiocre, sol altéré, occupation du sol masquée par un feuillage dense...), mais ce problème concerne un faible nombre de parcelles par rapport au nombre total d'individus. La carte d'occupation du sol de 2016 répond donc aux attentes du SYMCRAU.

Pour le SYMCRAU, il sera difficile de comparer les occupations du sol de 1975, 1989, 1997 et 2009 à celle de 2016, car la résolution spatiale diffère très nettement, ce qui a un impact direct sur la précision des résultats. Il est impossible d'obtenir une précision comparable avec des images satellites à 30, 20 ou 1,5 m de résolution spatiale¹¹, sans même évoquer les 15 cm de l'image aérienne produite par l'IGN

Pour information, après constat, l'OS de 2009 comporte des erreurs d'attribution parfois surprenantes qui découlent très probablement des résultats cartographiques à 20 m de résolution spatiale (objets lissés à cheval sur deux parcelles, par exemple), mais aussi du transfert des données raster vers vecteur ou encore (peut-être) des mises à jour ultérieures. Le SYMCRAU doit être vigilant sur ce point. De plus, contrairement à l'OS de 2016 (sur demande du SYMCRAU), des parcelles de pelouses sèches, par exemple, ont été classées en 2009 en sols artificialisées (zone militaire secteur Baussenq ou autodrome de Miramas), ce qui est un parti pris défendable, mais cette différence d'approche doit accroître la vigilance de SYMCRAU en cas de comparaisons d'OS multi-dates.

Pour tout contact

Syndicat mixte de gestion de la nappe phréatique de la Crau (SYMCRAU)

20 Cité des Entreprises

Avenue du Tubé

ZI du Tubé Sud

13800 Istres

Téléphone : 04.42.56.64.86

Email : contact@symcrau.com

URL : www.symcrau.com

¹¹ Seule la résolution de 2,5 m utilisée par le CEREGE pour l'identification des zones artificialisées (1997, 2009) se rapproche des 1,5 m des images SPOT 6