

Écologie et conservation d'une steppe méditerranéenne

La plaine de Crau

L. Tatin, A. Wolff, J. Boutin, E. Colliot et T. Dutoit,
coordinateurs



Écologie et conservation d'une steppe méditerranéenne

La plaine de la Crau

L. Tatin, A. Wolff, J. Boutin,
E. Colliot et T. Dutoit, coordinateurs

Éditions Quæ

Éditions Quæ
RD 10
78026 Versailles Cedex

© Éditions Quæ, 2013

ISBN 978-2-7592-2083-0

Le Code de la propriété intellectuelle du 1^{er} juillet 1992 interdit la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Le non-respect de cette disposition met en danger l'édition, notamment scientifique. Toute reproduction, partielle ou totale, du présent ouvrage est interdite sans autorisation de l'éditeur ou du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC), 20 rue des Grands-Augustins, Paris 6^e.

Avant-propos

Le département des Bouches-du-Rhône est constitué de plus de 80 % d'espaces naturels et agricoles. Il est plus urbanisé que la moyenne nationale, mais il a conservé de vastes espaces naturels et d'importants territoires agricoles de qualité.

Ce territoire recèle une grande diversité d'espaces naturels dessinant une riche mosaïque de paysages. Les paysages remarquables, tels les Calanques, la Sainte-Victoire, les Alpilles ou la Camargue, sont autant de symboles qui ont contribué à l'attractivité touristique et migratoire du département.

La fréquentation constante des espaces naturels par les populations urbaines et les touristes, la pression foncière exercée par l'expansion des agglomérations et le fléau permanent que constituent les incendies de forêts ont conduit le conseil général des Bouches-du-Rhône à engager très tôt une politique dynamique en faveur de ces espaces en utilisant, dès le début des années soixante, les dispositions réglementaires confiant aux conseils généraux cette compétence en matière de protection et de gestion des espaces naturels sensibles.

Cette politique, qui s'est inscrite dans la durée depuis cinquante ans, a permis au conseil général de constituer un patrimoine naturel de près de 17 000 hectares dont la gestion est directement assurée par ses services.

Dans un premier temps, l'intervention foncière du conseil général a privilégié l'acquisition d'espaces littoraux ou à vocation forestière. Il s'agissait de se porter acquéreur de propriétés situées dans des sites prestigieux (Camargue, Calanques, Sainte-Victoire...) et à proximité des grandes agglomérations en vue de les ouvrir au public.

Cette action, au-delà du fait d'offrir aux résidents des Bouches-du-Rhône des espaces de détente, affichait la volonté de protéger définitivement ces espaces de l'urbanisation et de garantir une gestion sylvicole dynamique dans un objectif de prévention contre les incendies de forêt.

Devenant au fil des ans un acteur majeur de la protection des espaces naturels des Bouches-du-Rhône, le département a naturellement intégré, depuis plus de vingt ans, la biodiversité comme une composante essentielle de sa stratégie foncière.

Dans le prolongement de l'action de l'État pour protéger la plaine de Crau avec le classement en réserve naturelle, le conseil général se portera acquéreur de plus de 1 500 hectares de coussouls entre 1994 et 2003.

Grosse du Levant, Nouveau Carton, Grand Carton, Brune d'Arles ou Terme blanc, tels sont les noms évocateurs des bergeries ainsi acquises.

Ces propriétés, intégrées dans la Réserve naturelle nationale des coussouls de Crau, sont dédiées au pastoralisme, activité ancestrale et traditionnelle qui a permis de maintenir ce fragile équilibre entre agriculture et environnement.

Elles constituent le patrimoine du conseil général en Crau, étant rappelé que la première acquisition dans ce secteur fut réalisée en 1988 lorsqu'il exerça son droit de préemption pour devenir propriétaire de l'étang des Aulnes. Un magnifique domaine qui hébergea le colloque organisé les 24 et 25 novembre 2011 à l'occasion des dix ans de la réserve naturelle.

D'une manière générale, le conseil général soutient les actions des gestionnaires de cet espace protégé. Il se félicite d'avoir participé à la sauvegarde de cet écosystème si particulier et de contribuer à l'amélioration des connaissances sur son écologie. Dans cette continuité et en relation avec la profession agricole, il pourrait être amené à se rendre acquéreur de nouvelles parcelles de coussouls pour les confier naturellement à des éleveurs.

Jean-Noël GUÉRINI

Sénateur

Président du conseil général des Bouches-du-Rhône

Sommaire

Avant-propos	3
Introduction	9
Partie I - La Crau : une steppe méditerranéenne	11
Chapitre 1 - La Crau : une steppe méditerranéenne unique en France ?	13
Présentation générale	13
Pourquoi la steppe de Crau est-elle considérée comme unique en France ?	21
Steppe unique mais partageant beaucoup avec d'autres espaces steppiques	25
Chapitre 2 - La réserve des coussouls de Crau : un exemple de cogestion	29
Du dialogue à la collaboration	29
Naissance de la cogestion	30
Objectif : assurer la pérennité des milieux naturels et du pastoralisme	31
La cogestion au quotidien	32
Vers une gestion concertée de la plaine ?	33
Partie II - Écologie des communautés et restauration écologique	35
Chapitre 3 - Premiers résultats de la restauration écologique des coussouls	37
Les coussouls, palimpsestes du pastoralisme méditerranéen depuis le Néolithique	37
Qu'est-ce que la restauration écologique ?	39
Changements d'usages et résilience des coussouls de Crau	40
La restauration écologique des coussouls de Crau	43
La restauration écologique du verger de Cossure	46
Une restauration partielle de l'habitat originel	49
Implications pour la conservation	53
Chapitre 4 - Restauration des communautés d'invertébrés	57
Le coussoul, un habitat original pour les invertébrés	57
Contexte des recherches réalisées sur les invertébrés en Crau	58
Objectifs des recherches	60
Méthodes de capture des coléoptères et des orthoptères	60
Coléoptères et valeur patrimoniale	62
Impact des friches post-culturelles sur les communautés de coléoptères	65
Impact du pâturage sur les communautés de coléoptères	65
Les orthoptères dans le projet Cossure	66
Implications pour la conservation	69

Partie III - Écologie des populations animales	73
Chapitre 5 - Conservation du faucon crécerellette	75
Un rapace menacé	75
Problématique en plaine de Crau	76
Deux actions principales pour conserver l'espèce	80
Résultats des aménagements de sites de nidification	82
La dynamique de la population	87
Discussion et implications pour la conservation	89
Chapitre 6 - Le criquet rhodanien	93
Présentation de l'espèce	93
Détection de l'espèce	94
Dynamique et génétique de la population	97
Exigences écologiques	99
Implication pour la conservation	101
Chapitre 7 - Reproduction et dynamique de colonisation du rollier d'Europe en cavités artificielles	103
Présentation de l'espèce et des objectifs	103
Les sites d'étude et les variables retenues	104
Méthode pour l'évaluation de la qualité de la reproduction	105
Biologie de la reproduction du rollier en cavités artificielles	106
Dynamique de colonisation des nichoirs	108
Sélection de l'habitat de reproduction	110
Implications pour la conservation	111
Chapitre 8 - Le lézard ocellé	115
Présentation de l'espèce	115
Particularités du régime alimentaire	116
Connecter gestion et dynamique de population	120
Suivre les tendances de population	122
Implications pour la conservation	125
Chapitre 9 - Les oiseaux steppiques	130
Qu'est-ce qu'un oiseau steppique ?	130
Le ganga cata	132
L'alouette calandre (planche 31)	134
L'outarde canepetière	137
Implication pour la conservation des espèces	139
Partie IV - Pastoralisme et environnement	141
Chapitre 10 - Paléo-environnements de la plaine de Crau	143
La Crau, une steppe depuis six mille ans	143
Échantillonnage et prélèvements pédo-anthracologiques	145
Échantillonnage et prélèvements archéologiques	147
Analyse des charbons dans les sols (figure 10.3)	147
Datation au radiocarbone	148
Histoire du paysage de la Crau	151
Implications pour la conservation	153

Chapitre 11 - Ressource pastorale et sécheresse	157
Le coussoul de Crau, une remarquable steppe pastorale	157
Caractérisation météorologique	158
Échantillonnage des coussouls suivis	159
Caractérisation climatique	161
Évolution des pratiques de pâturage	163
Évolution du brachypode rameux	167
Le regard des éleveurs sur la ressource	170
Implications pour la conservation	173
Chapitre 12 - L'intelligence alimentaire des brebis conduites par les bergers au printemps sur la steppe	176
Le pâturage en steppe de Crau	176
Dispositif de recherche	179
Plus de 100 000 prises enregistrées	180
Implications en matière de gestion	188
Chapitre 13 - L'élevage ovin en Crau : situation économique, enjeux et perspectives	192
La Crau, terre pastorale	193
Spécificités et atouts de l'élevage craven	194
Approche économique à partir d'une exploitation modélisée	196
Des marges de manœuvre réduites, à système équivalent (élevage allaitant extensif)	198
Pérennité des mesures agri-environnementales	200
Un avenir flou conditionné par la future déclinaison de la PAC	202
Partie V - L'homme et la Crau : une nouvelle trajectoire commune ?	207
Chapitre 14 - Résilience de la Réserve naturelle nationale des coussouls de Crau	209
Des aires protégées aux socio-écosystèmes	209
Comprendre la place d'une réserve naturelle dans un territoire	210
Comment est perçue la réserve naturelle ? Des caractéristiques aux résultats	213
Résilience et durabilité de l'action collective : variables, processus, résultats	220
Implications pour la conservation	225
Chapitre 15 - La disparition des habitats naturels et agricoles vue par le programme Astuce et Tic	229
Pourquoi s'intéresser à la disparition des habitats naturels et agricoles ?	229
Astuce et Tic : une démarche intégrative d'aide à la décision pour les territoires	233
Quelques leçons d'Astuces et Tic en Crau	235
Implications pour la conservation	242
Chapitre 16 - Peut-on protéger la nature par des mécanismes marchands ?	246
Implications du développement des banques de compensation : application au cas français	246
La compensation écologique par l'offre : quel mécanisme pour quelles attentes théoriques ?	248
L'émergence d'une nouvelle transaction environnementale	250
Les premiers résultats issus de l'analyse du dispositif français de réserve d'actifs naturels (RAN)	254
Légitimité du dispositif	259
Quelles implications des banques de compensation pour la conservation de la biodiversité ?	261

Chapitre 17 - Bilan hydrique des agrosystèmes de Crau face aux changements globaux	266
La nappe phréatique et les caractéristiques hydrologiques et agricoles	268
Les changements climatiques en Crau	270
Modélisation de la production des prairies irriguées et de la recharge de la nappe	276
Simulation de la production des prairies irriguées et de la recharge de la nappe sous scénarios de changement global	280
Quelles évolutions futures pour la Crau ?	283
Chapitre 18 - Chasser dans une steppe... protégée	289
Concilier chasse et conservation de la faune sauvage	289
Quel gibier en Crau ?	290
Le volet cynégétique du plan de gestion de la réserve naturelle	291
Suivi et évaluation du volet cynégétique	297
Chapitre 19 - Risques industriels dans les espaces naturels : retour d'expérience après la rupture d'un pipeline	309
Une réserve au pied des usines	309
Découverte et gestion du sinistre	310
Les cogestionnaires dans la tourmente	313
Opérations de dépollution et de réhabilitation	315
Impacts sur la biodiversité et le patrimoine naturel	317
Un accident pour servir d'expérience ?	321
Partie VI - Deux orientations pour la prochaine décennie	325
Chapitre 20 - La collaboration gestionnaires-chercheurs, une clé pour renforcer la conservation de la nature	327
L'importance des monitorings pour la gestion conservatoire des espèces	328
Dix années pour passer du dialogue à la solidarité entre gestionnaires et chercheurs	335
Perspectives de la collaboration	340
Chapitre 21 - Définir une politique de cohérence territoriale pour la conservation des coussouls	342
Vers un diagnostic partagé du territoire	342
Vers un projet territorial cohérent et efficient	346

Introduction

Un peu moins de quinze ans après la parution d'un ouvrage consacré au patrimoine naturel et aux pratiques pastorales en Crau, et à l'occasion des dix ans de la Réserve naturelle nationale des coussouls de Crau, il nous est apparu important de nous organiser pour transmettre les connaissances et les interrogations relatives à cet espace qu'est la steppe de Crau. Ainsi un travail commun entre scientifiques et gestionnaires s'est engagé, à l'image de certains travaux en biologie de la conservation qui sont réalisés au cœur de la réserve naturelle. Porté par les co-gestionnaires de cet espace protégé (Conservatoire d'espaces naturels et chambre d'agriculture) et le président de son conseil scientifique, cet ouvrage aborde les sujets ayant fait l'objet d'avancées depuis une dizaine d'années et rend compte de la diversité des disciplines en place : écologie des populations, écologie de la restauration, sciences sociales, changements climatiques, agriculture (pastoralisme transhumant), processus de compensation de la biodiversité, etc.

Depuis les années soixante-dix, la sphère de la protection de la nature et celle de l'écologie scientifique ont évolué. De grands rendez-vous ont eu lieu (Rio, Johannesburg, etc.) et d'importantes avancées ont été faites (écologie du paysage, notion de résilience, méthodes génétiques, etc.). Désireux d'être en adéquation avec le regard que la société porte aujourd'hui sur la diversité biologique, nous avons voulu que cet ouvrage exprime deux grandes lignes.

La première a trait à la définition de la conservation de la nature. Le terme « conservation » est réducteur car il renvoie une notion de *statu quo*, d'immobilisme de la diversité biologique présente à un instant donné. Pourtant, comme le définit Blandin dans son ouvrage *De la protection de la nature au pilotage de la biodiversité* paru en 2009, conserver la nature c'est lui conserver ses potentialités évolutives. En effet, la diversité biologique, ou biodiversité, n'est pas un simple catalogue de la diversité du vivant mais bel et bien « à la fois la mémoire et l'avenir de la vie ». La biodiversité est donc le résultat de processus évolutifs ayant donné naissance à des espèces parfois remarquables par leurs adaptations ou leur rareté, mais aussi le potentiel d'évolution global de la biosphère pour le futur. Pour ces deux raisons, il est crucial de conserver la nature. La notion d'héritage de l'évolution nous semble tout autant importante, sinon plus, que l'héritage culturel des sociétés humaines.

La deuxième est celle de la place de l'homme dans la nature. Si, à l'origine de la création des espaces protégés, une volonté affichée de soustraire la nature à l'impact de l'homme était répandue, il n'en est plus de même aujourd'hui. La création de la Réserve naturelle nationale des coussouls de Crau en est un exemple. Elle s'est construite à la fois sur le constat du maintien de la biodiversité locale par le pâturage ovin traditionnel et par la coopération entre le monde pastoral et celui de la conservation de la nature. Il est difficile, et même quelquefois impossible, de dissocier l'histoire naturelle de celle de l'homme. Dans la steppe de Crau, l'homme fait pâturer son cheptel depuis au moins quatre mille ans (avec des intensités variables et très peu d'interruptions). Cette « co-évolution » de l'homme et de la nature a conduit à la formation d'un écosystème unique en France riche d'un habitat naturel particulier et d'espèces adaptées à la steppe dont certaines sont très rares. Ainsi, la Crau est bel et bien le témoin de plusieurs milliers d'années de processus évolutifs ayant engagé l'homme et la nature dans une trajectoire commune. À ce titre, elle mérite autant que l'héritage culturel d'être reconnue d'un point de vue sociétal comme un patrimoine inaliénable.

Les coordinateurs

Remerciements

La protection des coussouls est une politique d'État pilotée par le ministère chargé de la protection de la nature (MEDDE) par l'intermédiaire de la Dreal Paca. Le fonctionnement de la Réserve naturelle nationale des coussouls de Crau et l'acquisition des connaissances réalisées par l'équipe du Conservatoire d'espaces naturels de Paca, la chambre d'agriculture des Bouches-du-Rhône et leurs partenaires, sont rendus possibles grâce au soutien financier de la Dreal Paca. Le suivi et la conservation de certaines espèces emblématiques bénéficient également des plans nationaux d'actions financés par l'État.



Partie I

La Crau : une steppe méditerranéenne

La Crau, une steppe méditerranéenne unique en France ?

A. Wolff, L. Tatin et T. Dutoit

Chaque mètre carré de cette steppe originale née de l'ancien delta de la Durance est le témoin de quatre mille années d'interactions entre une activité pastorale anthropique et l'évolution naturelle de l'écosystème. Sa singularité se niche à la fois dans son patrimoine culturel, archéologique et pastoral mais aussi naturel. La richesse en espèces de sa végétation lui confère ainsi une forte résilience aux différents régimes de pâturage, mais rend la steppe très sensible à la moindre perturbation du sol. Quel est donc cet écosystème ? Pourquoi est-il si unique en France ? Posons ici les bases écologiques, historiques et culturelles nécessaires à la compréhension de cet espace exceptionnel et des études qui y sont menées.

Présentation générale

La Crau est une plaine d'environ 600 km² située dans le sud-est de la France (43°33'N, 4°52'W) à environ 50 km au nord-ouest de Marseille (région Provence-Alpes-Côte d'Azur, département des Bouches-du-Rhône). Située à l'extrémité de la basse vallée du Rhône, elle est avec la Camargue l'une des deux grandes plaines de basse Provence. Elle est délimitée à l'ouest par le Grand Rhône, au nord par le massif des Alpilles, à l'est par l'étang de Berre et au sud par le golfe de Fos (figure 1.1 planche 1). La Crau couvre le territoire de dix communes de l'ouest des Bouches-du-Rhône : Arles, Aureille, Eyguières, Fos-sur-Mer, Grans, Istres, Miramas, Mouriers, Saint-Martin-de-Crau et Salon-de-Provence.

Cette plaine se compose de deux grands ensembles qui s'opposent par rapport à l'utilisation de leur sol : la Crau verte et la Crau sèche (figure 1.2 planche 2). Cette dernière constitue l'habitat naturel de la plaine, classé en 1990 en Zone de Protection Spéciale au titre de Natura 2000, appelée « steppe de Crau ». Même si elle paraît homogène dans son ensemble, elle se divise elle-même en deux grandes catégories selon qu'elle a été utilisée depuis des millénaires pour le pâturage ovin transhumant (coussoul¹) ou

1. Mot de l'occitan provençal qui désigne les parcours des troupeaux dans la partie steppique de la plaine de Crau et vient du latin cursorium.

qu'elle a subi des remaniements de son sol (friches agricoles, industrielles ou militaires). La surface de coussouls vierges ou faiblement dégradés est au minimum de 8 600 ha, et si l'on ajoute les terrains militaires non prospectés qui pourraient abriter cet habitat, la surface atteint 10 000 ha. Sur les 8 600 ha de coussouls authentifiés, 5 811 ha ont été classés en réserve naturelle nationale en 2001 (la superficie totale de la réserve naturelle est de 7 411 ha : voir figure 1.1 planche 1).

La Crau verte, quant à elle, résulte de la transformation des coussouls en prairies de fauche (foin de Crau) et en une agriculture industrielle de vergers suite à la création d'un système d'irrigation gravitaire en 1559 par l'ingénieur d'État Adam de Craponne. Ainsi, les coussouls ont vu leur surface se réduire de 80 % depuis leur formation, avec une accélération marquée depuis le début du XVIII^e siècle : des 500 km² originel estimés, il ne restait ainsi déjà plus que 290 km² dès cette époque, et seulement 89 km² subsistaient encore en 2007. Outre cette diminution drastique, la steppe de Crau est aujourd'hui fragmentée (figure 1.3 planche 2) : elle est composée d'un noyau central, qui constitue une entité de 6 500 ha, et de surfaces satellites surtout dispersées au nord de ce noyau, variant entre 10 et 600 ha en surface. Outre l'irrigation et le développement d'une agriculture industrielle, la création du Grand Port Maritime de Marseille constitue encore aujourd'hui une menace pour la pérennité de la Crau. Son implantation et son développement impliquent en effet une destruction continue des surfaces de cet espace naturel fragile et une fragmentation par la création de voies d'acheminement des marchandises et ressources énergétiques (routes et canalisations enterrées) qui représentent, en outre, un risque de pollution (voir chap. 19).

Climat

Le climat de la Crau est typiquement méditerranéen, avec des caractéristiques bien marquées (tableau 1.1) : un été aride à la fois chaud et sec entre juin et août, des précipitations moyennes de 541 mm/an, principalement concentrées sur l'automne (50 % du total annuel), un hiver relativement doux et un ensoleillement important. Par sa situation géographique au débouché de la vallée du Rhône et par la platitude du relief (voir plus loin), la Crau présente une singularité : la fréquence et la violence du mistral. Ce vent tend à accentuer la sécheresse, à augmenter l'ensoleillement en chassant les nuages et à rafraîchir les températures hivernales.

La moyenne du cumul des précipitations varie fortement d'une année à l'autre, avec des *minima* de l'ordre de 350 mm et des *maxima* de l'ordre de 800 mm. Les variations locales sont également importantes : les précipitations d'automne qui constituent l'essentiel des pluies ont ainsi un caractère orageux marqué et sont donc souvent localisées. Pour autant, le nord de la plaine, en piémont des Alpilles, tend à recevoir plus de précipitations que le centre et le sud. Selon Devaux *et al.* (1983), la fréquence des années sèches en Crau est l'une des plus importantes en France (1 an sur 3), ce qui permettrait à la sécheresse de jouer un rôle majeur de facteur limitant

sur le développement de la végétation. Les pluies se concentrent sur l'automne, avec une moyenne de 210 mm cumulés sur septembre et octobre au lieu-dit du Grand Carton. Les mois de novembre, décembre et janvier reçoivent de l'ordre de 40 à 60 mm, de même qu'avril et mai. La sécheresse est marquée en été, avec un cumul moyen de 50 mm de juin à août. Une période sèche secondaire apparaît également en février-mars, avec une moyenne mensuelle de l'ordre de 20 mm. Le début du XXI^e siècle a également été caractérisé par une succession d'années particulièrement sèches : de 2001 à 2008, cinq années ont ainsi reçu moins de 470 mm à Salon-de-Provence (voir chap. 17).

Tableau 1.1. Données climatiques moyennes 1997-2006 de la station météorologique du Grand Carton, au nord du noyau principal de la steppe, sur la commune de Saint-Martin-de-Crau (données inédites unité EMMAH, Inra Avignon).

1997-2006	Précipitations (mm)	T mini (°C)	T maxi (°C)	T moy (°C)	Humidité de l'air (%)	Vent (m/s)	Rayonnement global (J/cm ²)
Janvier	48,3	2,7	11,4	7,0	82,4	3,8	594
Février	16,5	2,9	12,9	7,9	75,6	4,1	977
Mars	23,5	5,6	16,9	11,2	71,9	4,2	1 486
Avril	49,7	7,9	19,0	13,4	69,7	4,5	1 928
Mai	37,9	12,1	23,7	17,9	70,9	3,6	2 309
Juin	19,8	16,2	28,5	22,4	62,5	3,9	2 639
Juillet	10,9	18,5	30,9	24,7	59,0	4,1	2 617
Août	20,0	18,4	30,5	24,5	63,7	3,8	2 190
Septembre	101,5	15,0	25,7	20,4	72,1	3,6	1 689
Octobre	108,1	12,0	21,3	16,6	80,7	3,3	1 046
Novembre	57,3	6,4	14,9	10,6	82,0	3,9	702
Décembre	47,7	3,1	11,7	7,4	82,3	3,8	537
Moyenne	541 (total)	10,1	20,6	15,3	72,7	3,9	1 559

Depuis 1997, la fréquence des vents calmes (vent < 7 km/h) est de 18 % (station météorologique de Grand Carton). En moyenne, le vent souffle 70 jours par an à plus de 20 km/h. Les épisodes très venteux (> 30 km/h) se répartissent essentiellement sur l'hiver et le printemps (novembre à avril). Le vent dominant est le mistral (95 jours NW/NNW en 2006, dont 41 jours à plus de 20 km/h). C'est un vent froid et sec qui dévale la vallée du Rhône. Du fait de l'absence d'arbres, le mistral est fortement ressenti sur la steppe de Crau. Il a un fort pouvoir évaporant pour le sol, et il n'est pas rare qu'il assèche en quelques jours les herbes fraîchement poussées au printemps en accélérant leur transpiration. Le mistral joue donc un rôle primordial dans le climat de la Crau, car il accentue fortement l'aridité du milieu (sol et atmosphère) pour les plantes et les animaux.

Le vent marin de SE/SSE est lui aussi fréquent (76 jours en 2006), mais il est généralement moins violent (seulement 6 jours > 20 km/h). En été, il reflète le régime de brises de mer par beau temps. Le reste de l'année, et notamment en automne, il est plutôt associé aux épisodes pluvieux.

Géologie

De forme triangulaire, la Crau correspond à l'ancien cône de déjection de la Durance qui, à partir des sites des communes d'Eyguières et Lamanon, a déposé au cours du Quaternaire des alluvions. À une profondeur variant entre 40 et 80 cm, les galets se sont cimentés sous l'action des eaux de gravitation riches en carbonates qui seraient issues du lessivage des sols sous-jacents. Il s'est ainsi formé un niveau de poudingue à encroûtement calcaire (Gomila, 1987). La base de ce triangle s'appuie, entre Arles et Fos, sur les formations fluvio-palustres du delta du Rhône. Le côté nord, d'Eyguières à Arles, suit d'abord les Alpilles pour s'appuyer, au centre, sur le massif de l'Anellier, et longer ensuite la dépression du marais des Baux. Le côté est, de Salon à Fos-sur-Mer, correspond au pied des collines de Miramas-Istres qui ceignent l'étang de Berre. Ainsi, la Crau se caractérise par un relief très plat (pente moyenne de 0,3 à 0,5 %, soit 3 à 5 m par km) à l'image de l'actuel delta du Rhône, la Camargue.

L'histoire de la formation de la Crau (figure 1.4 planche 3) débute au Villafranchien inférieur (–2 MA à – 800 000 ans) avec le dépôt de la « vieille Crau » ou Crau d'Arles. Pendant toute cette période, la Durance pénètre en Crau par le seuil de Saint-Pierre-de-Vence, charrie des matériaux d'origine glaciaire et dépose une couche importante d'alluvions : elle forme un paléo-delta au niveau de Saint-Martin-de-Crau. Puis, la dérive progressive du lit de la Durance vers le sud-est s'amorce.

Les déformations tectoniques caractérisées par un relèvement au nord (glaciation du Mindel entre – 480 000 et – 430 000 ans) entraînent un glissement de la Durance vers le sud-est. Elle abandonne alors le seuil de Saint-Pierre-de-Vence pour emprunter celui d'Eyguières, et dérive vers Entressen. La Durance quitte enfin le seuil d'Eyguières pour celui de Lamanon (glaciation du Riss entre – 240 000 et – 180 000 ans). Elle chute dans la Crau, où elle abandonne une masse importante de matériaux pour former la Crau du Luquier. La Durance, qui érodait jusqu'alors les terres noires jurassiques de la couverture subalpine, voit son bassin versant s'étendre progressivement aux massifs cristallins des Alpes, probablement sous l'effet de mouvements tectoniques. Cette extension se traduit par un renversement des cortèges pétrographiques et minéralogiques des matériaux déposés en Crau : aux calcaires subalpins de la vieille Crau viennent s'ajouter des roches cristallines. Puis s'amorce une nouvelle phase de dérivation de la Durance vers le sud-est (glaciation : le Würm I entre – 80 000 et – 62 000 ans) pour former la Crau de Miramas. Enfin, au cours de la glaciation – le Würm III (– 35 000 ans à – 10 000 ans) –, la Durance quitte la Crau. Au maximum de la glaciation (– 18 000 ans), la mer se retire à – 100 m. Suite à des mouvements tectoniques, le seuil d'Orgon, entre Alpilles et Luberon, s'abaisse. La Durance abandonne son embouchure dans le golfe de

Fos pour rejoindre le Rhône au sud d'Avignon. Le delta, forgé pendant deux millions d'années, s'assèche. Sa transformation vers un paysage de type steppique commence.

Le sol de la plaine de Crau (figure 1.5 planche 3) est un sol rouge méditerranéen encore appelé fersialsol (présence de FER, SILice et ALuminium) tronqué. C'est un sol caractérisé par une coloration rougeâtre, une décalcification en surface, une saturation en bases supérieure à 65 % et une altération des minéraux primaires ayant libéré des quantités importantes d'oxydes et hydroxydes de fer (d'où la couleur rouge). De tels sols se rencontrent couramment dans les situations géomorphologiques stables, ayant permis leur développement sur de longues durées (plusieurs centaines de millions d'années) en climat méditerranéen contrasté. On parle pour la Crau de sol tronqué car la couche supérieure (normalement riche en limons) est très réduite, voire inexistante, phénomène résultant probablement de l'érosion éolienne concomitante au dépôt. Les sols très peu profonds de la Crau de Miramas et du Luquier sont en partie responsables du caractère xérique de la végétation des coussouls ; le poudingue ne permet pas aux plantes d'accéder aux eaux de la nappe (figure 1.5 planche 3), limitant les possibilités de croissance des ligneux. L'analyse pédologique révèle que les sols non calcaires de la Crau sont acides (pH moyen de $6,46 \pm 0,05$). Ils ont de faibles niveaux de fertilité avec un déficit principal en phosphore ($0,005 \text{ g/kg} \pm 0,001$) et secondaire en potassium ($0,09 \text{ g/kg} \pm 0,01$, Adama 1994).

Ressource en eau

La Crau est dépourvue de cours d'eau naturels permanents. Le réseau superficiel de Crau est principalement constitué de canaux d'irrigation et d'assainissement, gérés pour la plupart par des associations syndicales « d'arrosants ». Les principaux usagers de cette eau provenant de la Durance sont les exploitants agricoles qui pratiquent l'irrigation gravitaire. Il s'agit pour l'essentiel des producteurs de foin de Crau. C'est à partir du XVI^e siècle, grâce à l'intervention d'Adam de Craponne, que des canaux d'irrigation furent construits en Crau pour amener l'eau de la Durance. D'autres canaux furent également construits par la suite, constituant aujourd'hui un réseau superficiel de plusieurs centaines de kilomètres de canaux principaux d'irrigation et d'assainissement. Une partie du territoire a été ainsi radicalement modifiée avec l'apparition d'une Crau « verte » irriguée, contrastant avec la steppe aride des coussouls. Le réseau d'irrigation est constitué d'environ 400 km de canaux principaux et secondaires, et de 1 600 km de « filioles ». Le linéaire de fossés et de filioles de desserte est de l'ordre de 100 mètres linéaires pour 1 hectare irrigué (environ 12 000 hectares irrigués aujourd'hui). Le réseau d'irrigation s'est essentiellement développé dans le nord de la plaine, où la plus grande partie des surfaces de coussouls a été transformée en terres arables. À l'opposé, le sud est resté longtemps à l'abri de cette mise en culture jusqu'au développement du maraîchage dans les années 1970-80.

D'autres canaux, dits d'assainissement, participent à l'évacuation des eaux pluviales (raccordement des fossés). Ils ont été créés pour évacuer les excédents d'eau

provenant de l'irrigation, et pour traiter localement des problèmes de remontée de la nappe. D'un point de vue de la biodiversité, le canal de Vergière (bassin versant de 4 200 ha : voir figure 1.6 planche 4), où s'écoulent des eaux très oligotrophes en provenance d'anciens marais, abrite une communauté d'odonates d'une richesse sans équivalent en Europe.

La Crau comporte deux plans d'eau principaux, l'étang d'Entressen (92 ha) et l'étang des Aulnes (87 ha : voir figure 1.7 planche 4). Tous deux sont des plans d'eau douce naturels. Ils ne sont donc pas en relation directe avec l'aquifère de Crau (voir plus bas). Ils sont alimentés par le ruissellement dans leur bassin versant, et par des canaux d'assainissement.

Les cailloutis de Crau renferment un aquifère, dénommé nappe de Crau, retenu par un substratum soit perméable, soit très peu perméable (marnes et molasses) et s'écoulant du nord-est vers l'ouest ou le sud-ouest, jusqu'à une ligne d'émergence constituée par les marais et les étangs s'étendant entre Mas Thibert et Fos-sur-Mer. Les autres zones d'émergence correspondent aux marais de Meyranne à l'est de Saint-Martin-de-Crau et au marais des Baux. La pratique de l'irrigation gravitaire joue un rôle fondamental dans l'alimentation de la nappe phréatique de Crau (voir chap. 17). L'alimentation naturelle de la nappe phréatique est en effet limitée, alors que les prélèvements pour produire, pour arroser et pour boire, sont très importants. Certaines activités industrielles et agricoles (arboriculture, maraîchage), ainsi que les communes de la région qui regroupent une population de près de 200 000 habitants, dépendent essentiellement de cette nappe phréatique pour leur approvisionnement en eau.

En raison de l'importance quantitative des apports liés à l'irrigation, le niveau de la nappe fluctue essentiellement au rythme des saisons d'arrosage, avec un maximum en été et un minimum en hiver. La nappe de Crau est un aquifère libre et ne présente pas de couverture de surface permettant une protection naturelle. Par ailleurs, la fragilité de la ressource en eau de cette nappe lui vaut d'être protégée au titre du décret du 8 août 1935 (modifiée par le décret du 21 février 1973 qui l'élargit à l'ensemble de la Crau), ce décret soumet à autorisation tout ouvrage permettant un prélèvement d'eau dans la nappe. Afin de faciliter la gestion de la nappe et de veiller à maintenir un équilibre entre apports et prélèvements, le Syndicat mixte d'études et de gestion de la nappe phréatique de la Crau (SymCrau) a été créé en 2006.

Pâturage

Les troupeaux qui pâturent la Crau sèche sont exclusivement ovins depuis l'Antiquité. Des marques d'enclos pour l'élevage (murs en arcs de cercle de 30 ou 40 m) datant de 3 000 ans avant J.-C. ont en effet été découvertes lors de fouilles archéologiques réalisées ces vingt dernières années. L'immense espace de la Crau gallo-romaine fut ainsi une zone favorable à l'essor d'un important élevage extensif. Les moutons y étaient élevés pour leur laine, à partir de laquelle étaient vraisemblablement fabriqués des tissus et des draps. La viande, fournie par les brebis de réforme et les mâles non