

383 Chapitre 2

384 La zone d'étude : la plaine de la 385 Crau

386 2.1 Description du site d'étude : la plaine de la 387 Crau

388 2.1.1 Géographie

389 La plaine de la Crau est un territoire d'une surface de 642 km² qui forme un
390 triangle entre Arles à l'Ouest, Salon-de-Provence à l'Est et le golfe de Fos-sur-Mer
391 au Sud (Figure 2.1). Elle est située dans le département des Bouches-du-Rhône (13)
392 dans le sud-est de la France. Ses limites naturelles sont la chaîne des Alpilles au
393 Nord, la mer Méditerranée au Sud, l'étang de Berre à l'Est et le Rhône à l'Ouest.

394 La plaine de Crau est divisée en deux parties, la Crau humide (irriguée) et la Crau
395 sèche (coussoul). Le terme de Crau « correspond à une dénomination biogéogra-
396 phique : il s'applique à un espace occupé par une steppe herbeuse sans arbre, le
397 coussoul, qui s'est développée sur un sol caillouteux sous climat méditerranéen ; ce
398 sol provient d'un dépôt de galets laissés par un cours d'eau et cimentés par les li-
399 mons » (ALLAIN, 1998).

401 2.1.2 Climat

402 La plaine de la Crau est soumise à un climat typiquement méditerranéen, ca-
403 ractérisé par des étés chauds et secs, des hivers doux et quelques vagues de froid.
404 L'ensoleillement est important avec une insolation moyenne de 2700 - 3000 heures
405 par an. Le vent Mistral est fréquent et violent et souffle en moyenne 70 - 110 jours
406 par an à une moyenne de 60 km/h. Il est particulièrement remarquable dans la zone

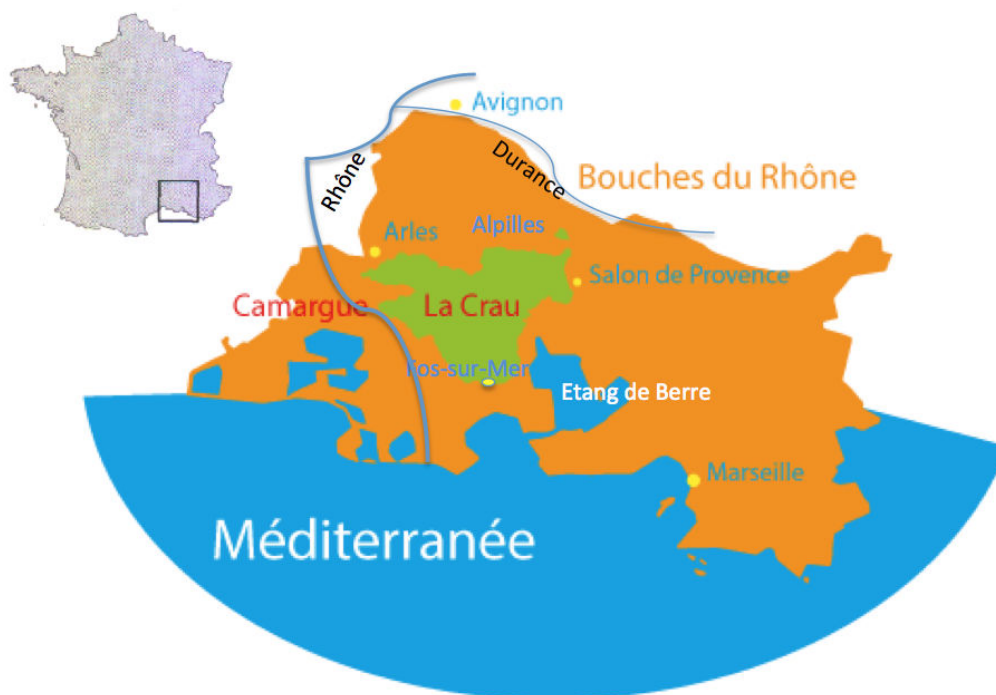


Figure 2.1 : La plaine de Crau

407 de coussoul du fait de l'absence des arbres. Les précipitations sont automnales avec
408 une variation locale importante par rapport à la quantité. Le nord de la plaine,
409 en piémont des Alpilles, tend à recevoir plus de précipitations que le centre et le
410 sud de ce territoire (WOLFF et al., 2010). La moyenne annuelle de la pluviométrie
411 est de 540-600 mm, avec un minimum de 350 mm et un maximum de 800 mm. La
412 moyenne annuelle de la température est comprise entre 15 et 16 °C. La plus chaude
413 partie de la Crau est le Coussoul à cause de l'effet des galets et la période la plus
414 chaude de l'année est pendant juillet et août avec des moyennes entre 24 et 25 °C.
415 Du fait de ces caractères climatiques, l'évapotranspiration potentielle est forte avec
416 une moyenne annuelle de l'ordre de 1200 mm et qui est au maximum de sa valeur
417 de février à septembre lorsque les précipitations sont rares (BESSONNET, 2002).

418 2.1.3 Géologie, pédologie et hydrologie

419 2.1.3.1 Géologie

420 La plaine de la Crau correspond à l'ancien cône de déjection de la Durance,
421 elle est formée par ses alluvions. Durant le Pléistocène (-2 millions d'années) des
422 paléo-chenaux de la Durance traversaient la Crau jusqu'à la mer, depuis le massif

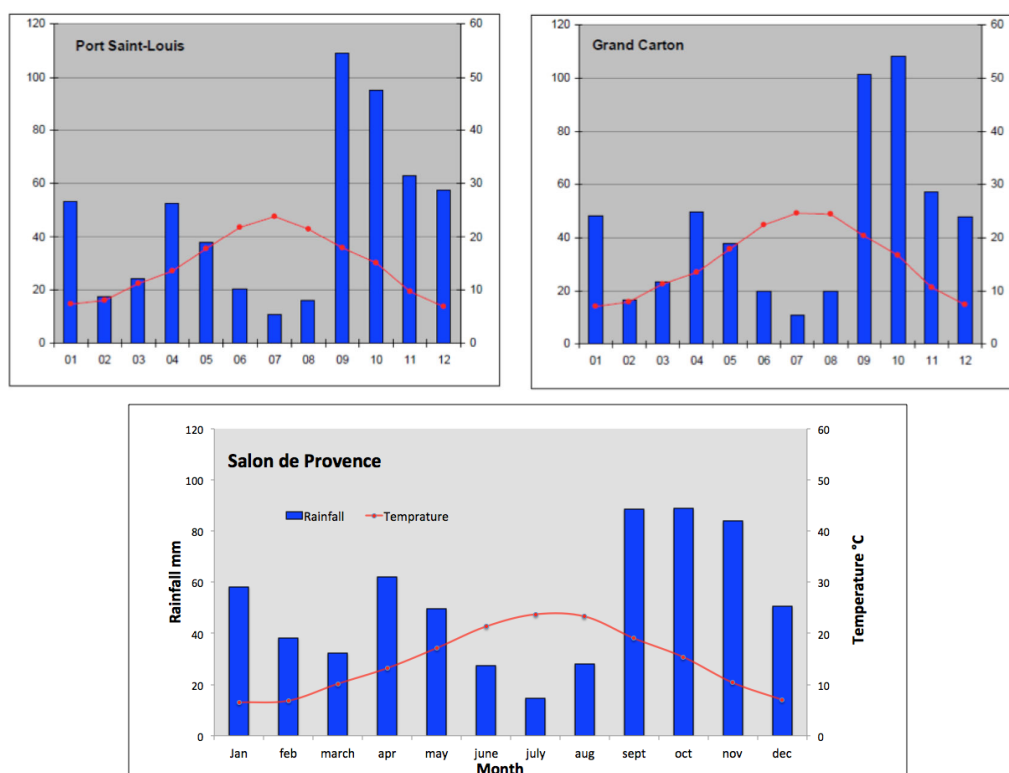


Figure 2.2 : Moyennes des distributions mensuelles des précipitations en mm et des températures en °C dans trois stations en Crau : à Saint-Martin, Port-Saint-Louis et Salon-de-Provence pendant la période de 1997 à 2006 (WOLFF et al., 2010) et à la station de Salon-de-Provence sur la période 1960-2013 (reconstituée d'après les données de MOHAMMED et al. (2016)).

423 des Alpes, en déposant des cailloutis glaciaires. Mais au début de l'Holocène (-20
 424 000 ans), le parcours du fleuve a été modifié et la Durance a été capturée par le
 425 Rhône à Avignon, du fait d'un mouvement tectonique qui a relevé le seuil de La-
 426 manon. L'aquifère formé par les alluvions de la Durance, n'est alors plus alimenté
 427 par celle-ci. Le substratum de cet aquifère est constitué, au Nord, par des argiles du
 428 Pliocène ou par des marnes bleues sableuses du Miocène et, au Sud, par des molasses
 429 calcaires et des marnes du Miocène (Figure 2.3).

430 Au cours des temps géologiques le fleuve Durance a changé de lit et de régime hydro-
 431 logique ; ce qui permet d'observer trois types de Crau qui sont, de la plus ancienne
 432 à la plus récente, la Crau d'Arles et de Saint-Pierre de Vence (La Vieille Crau), La
 433 Crau du Luquier et La Crau de Miramas (Figure 2.4 et 2.5). C'est la nature, la taille
 434 et l'abondance (de 40 à 70%) des galets en Crau qui caractérisent ces trois Craus.

435 La Crau de Miramas est une formation de cailloutis à galets siliceux dominants.
436 L'inventaire lithologique de la Crau de Miramas et de la Crau du Luquier sont simi-
437 laires. Sur l'ensemble de la Crau, les galets ont été ensuite cimentés par précipitation
438 d'une matrice carbonatée formant un poudingue appelé taparas. Puisque les eaux
439 de ruissellement provenant des Alpes sont chargées en carbonates, la cimentation
440 est assez importante en surface (COLOMB et ROUX, 1978). L'épaisseur de taparas
441 peut atteindre la dizaine de mètres en certains endroits (ANDRIEUX, 1981) et sa
442 profondeur d'apparition reste très variable.

443 2.1.3.2 Pédologie

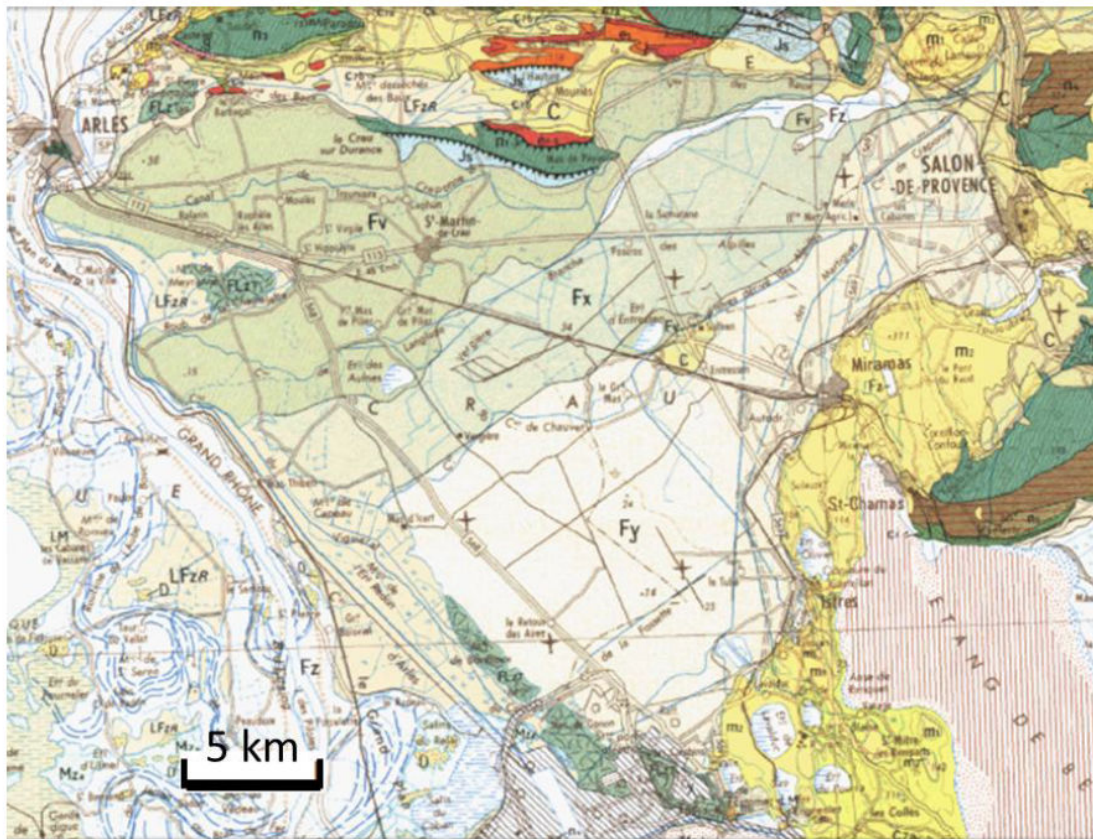
444 Après la capture de la Durance par le Rhône, le territoire de la Crau s'est retrou-
445 vé sans réseau hydrographique naturel. Entre 1557 et 1558, Adam de Craponne a
446 entrepris la construction d'un canal depuis la Durance jusqu'en Crau pour apporter
447 de l'eau dans ce territoire à l'allure désertique. De ce fait la Crau peut être divisée
448 en deux ensembles pédologiques distincts :

449

- 450 • *la Crau sèche*, localement appelée coussoul, qui se caractérise par des sols
451 non irrigués et impropres à l'agriculture, mais qui sont utilisés comme aire de
452 pâturage pour les ovins. Ces sols présentent une couche de galets très gros-
453 siers à la surface et leurs profils comportent deux horizons, reposant sur un
454 encroûtement calcaire très induré ;
- 455 • *la Crau humide*, qui correspond à la zone dont les sols sont modifiés par l'irriga-
456 tion depuis le 16^e siècle. La granulométrie de ces sols ainsi que ses propriétés
457 acido-basiques résultent du dépôt des limons par l'irrigation gravitaire. Ces
458 sols forment une strate alluvionnaire limoneuse, riche en minéraux et sont
459 cultivés principalement en prairies. L'épaisseur de ces sols est liée à l'irriga-
460 tion ; avant la construction du barrage de Serre-Ponçon en 1969, les apports
461 de limon étaient relativement importants et ils ont construit en 400 ans des
462 sols agricoles fertiles dont l'épaisseur est proportionnelle à la durée d'irrigation
463 (ASTUCE & TIC, 2011 ; OLIOSO et al., 2013a) (Figure 2.6).

464 Les sols naturels de la Crau sont fersiallitiques fortement caillouteux et quatre
465 types de sols peuvent être distingués en Crau (BOUTEYRE et DUCLOS, 1994) :

- 466 • les sols non calcaires et rouges fersiallitiques, acides (pH 6,5) ; ces sols sont
467 caillouteux (Crau du Luquier et Crau de Miramas) et la croissance des ligneux



C	Colluvions limoneuses sur cailloutis de Crau (Quaternaire)
Fy	Alluvions : galets siliceux prédominants ("Crau de Miramas")
LFzR	Quaternaire - Limons palustres et saumâtres
FLz	Quaternaire - Limons à tourbe
Fz	Quaternaire - Alluvions fluviales récentes : limons, sables
Fx	Quaternaire - Alluvions fluviales rissiennes : graviers, galets
Fv	Quaternaire - Alluvions fluviales anciennes (anté-Riss) : graviers, galets
m2	Tertiaire - Vindobonien : molasse, marnes sableuses
e1-3	Tertiaire - Eocène supérieur : calcaire, marnes, sables, poudingues, brèches
e5	Tertiaire - Lutétien : calcaire, marnes
n4	Secondaire : Faciès lithologiques particuliers - Faciès urgonien
n1-3 et n3	Secondaire - Néocomien et Hauterivien supérieur : Calcaires, calcaires marneux et marnes
Js	Secondaire - Jurassique supérieur : calcaires, dolomies massives

Figure 2.3 : Carte géologique du secteur au 1/250 000^e (source : BRGM, site Info-terre).

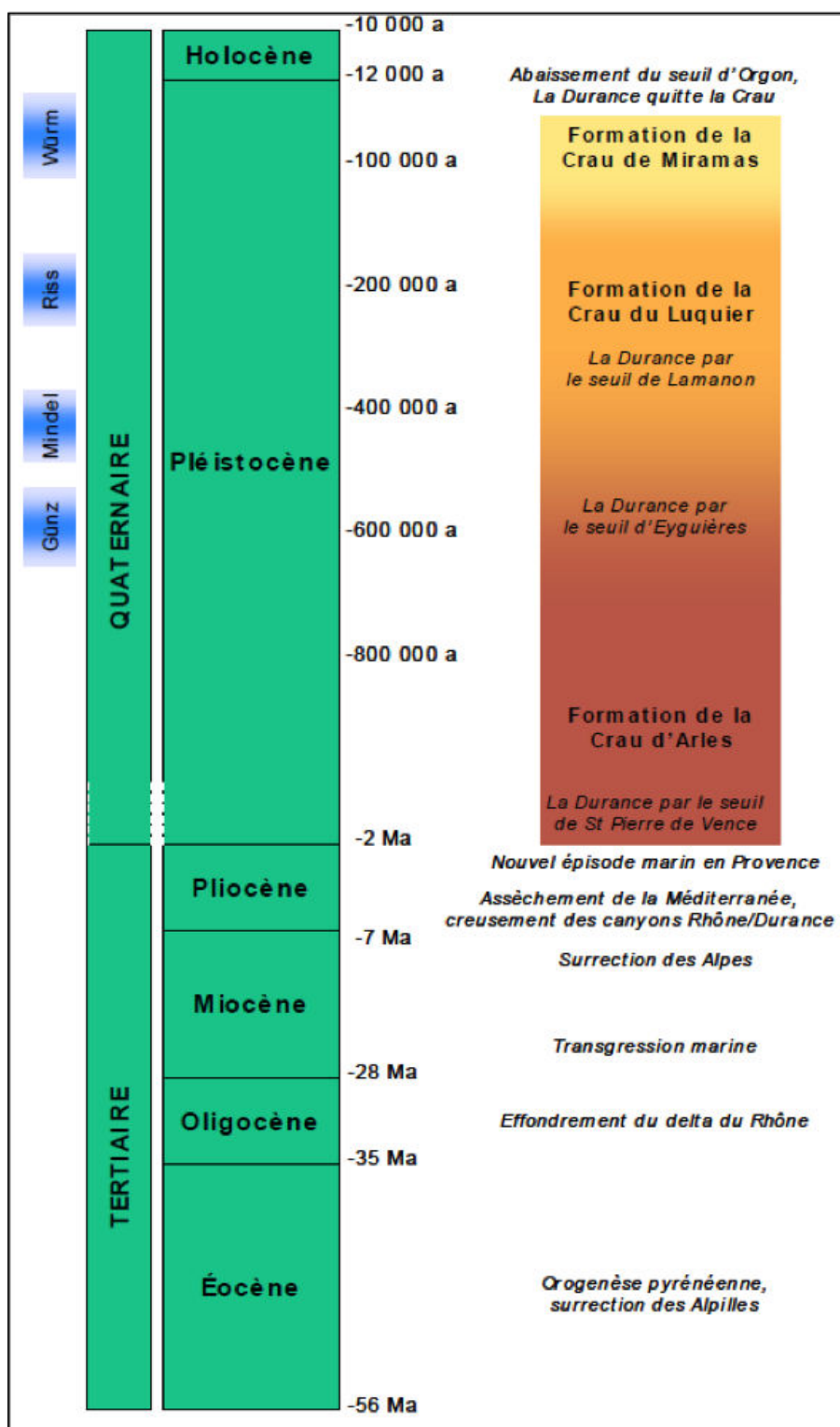


Figure 2.4 : Positionnement des étapes successives de la formation de la Crau par rapport à l'échelle temporelle géologique, d'après (WOLFF et al., 2010).

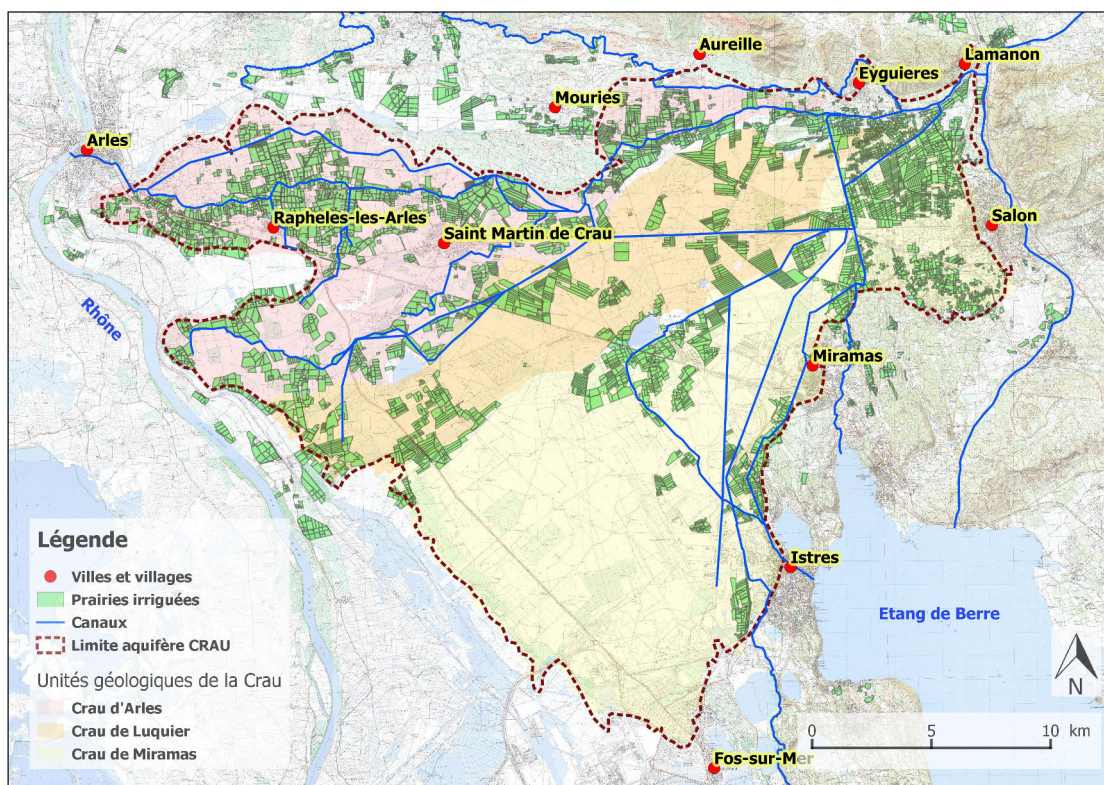


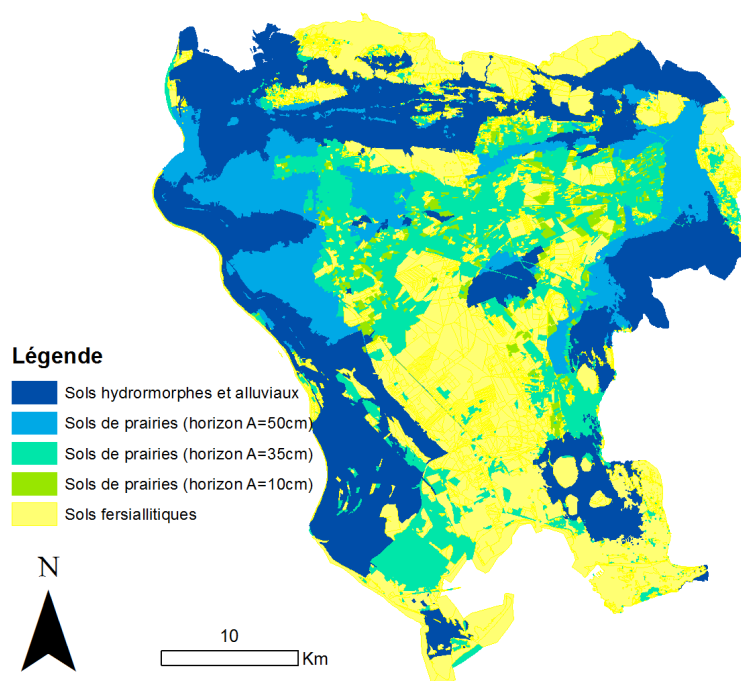
Figure 2.5 : Les trois types de Crau.

468 est limitée par le poudingue qui ne permet pas aux plantes d'accéder aux eaux
469 de la nappe ;

470 • des sols peu caillouteux moyennement profonds grâce aux dépôts des limons
471 provenant des eaux d'irrigation qui a formé une couche limoneuse supplémen-
472 taire à la surface du sol, dont l'épaisseur varie de 0 à 50 cm (Crau d'Arles)
473 (Figure 2.7) ;

474 • les sols calcaires qui sont limoneux à limono-sableux et très caillouteux d'épais-
475 seurs variables entre 20 et 70 cm ; ils sont présents au Nord-Est sur une faible
476 surface ainsi qu'à l'Ouest à côté de la bordure du Rhône ;

477 • les sols hydromorphes qui sont limono-argilo-sableux (0 à 80 cm) au-dessus des
478 cailloutis et qui se trouvent au sud de Saint-Martin-de-Crau, dans des petites
479 zones à l'ouest d'Eyguières et à l'ouest de l'étang d'Entressen.



Légende

- Sols hydromorphes et alluviaux
- Sols de prairies (horizon A=50cm)
- Sols de prairies (horizon A=35cm)
- Sols de prairies (horizon A=10cm)
- Sols fersiallitiques

N

10 Km

Mise en culture	Épaisseur /cm
Avant 1793	50
1793-1875	35
Après 1875	10

Figure 2.6 : Carte de l'épaisseur des sols en fonction de la mise en place de l'irrigation, d'après TROLARD et al., 2013a ; OLIOSO et al., 2013a.

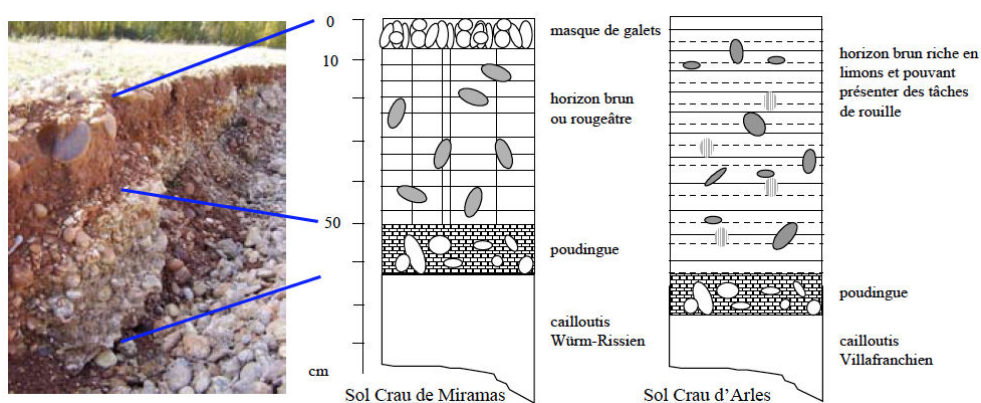


Figure 2.7 : Types des sols non calcaires, d'après WOLFF et al., 2010.

480 2.1.3.3 Hydrogéologie et hydrologie

481 L'achèvement de la formation de la Crau est attribué aux phénomènes complexe
482 de creusements de thalwegs et de remblaiement de ces vallées, des érosions incom-
483 plètes et un affaissement qui a conduit à étendre la plaine de Crau jusqu'au niveau
484 des plaines de la Camargue et des marais de la rive gauche (SYM CRAU, 2012).

485 L'aquifère de la Crau est donc constitué par des cailloutis grossiers et une matrice
486 argileuse déposés par l'ancien alluvionnement durancien. Il est libre sur la quasi-
487 totalité du territoire, mais captif sous la couche imperméable ; il est caractérisé par
488 de fortes perméabilités dans la Crau de Miramas et Salon-de-Provence et des per-
489 méabilités moyennes dans la Crau d'Arles.

490 L'aquifère de la Crau s'étend sur une superficie de 520 km² et s'étend suivant la
491 forme d'un cône, délimité à l'Ouest par le Rhône, au Nord par la chaîne des Alpilles,
492 au Sud-Est par l'Etang de Berre et au Sud par la mer Méditerranée (Figure 2.8).
493 Cet aquifère contient en moyenne 550 millions de m³ d'eau et il est la principale
494 ressource en eau pour cette région. Il assure l'alimentation en eau potable de 94,5%
495 des habitants sur plusieurs communes, soit environ 300 000 habitants, et fournit
496 l'eau aux industries (*e.g.* pétrochimie et sidérurgie lourde, notamment) et à l'agri-
497 culture par pompage direct dans la nappe (*e.g.* arboriculture et maraîchage). Les
498 prélèvements moyens dans la nappe de Crau sont de l'ordre de 92 millions de m³
499 par an.

500 Dans la nappe, l'eau circule du Nord-Est vers le Sud-Ouest selon des écoulements
501 préférentiels dans les paléo-chenaux de la Durance (ANDRIEUX, 1981). La profon-
502 deur du niveau de la nappe, par rapport à la surface du sol, varie entre 25 m dans
503 le secteur amont, et 0,3 m dans le secteur aval, avec un battement annuel de 1 à 4
504 m. La nappe se recharge par les apports météoriques, par des apports souterrains
505 de type kharstique et surtout par la recharge anthropique, à plus de 70% (OLIOSO
506 et al., 2013b), via l'irrigation gravitaire avec les eaux détournées de la Durance, à
507 raison de 23 m³ par hectare de prairies irriguées par an. Le maintien du niveau de
508 la nappe à son niveau actuel, en particulier grâce à l'irrigation gravitaire contrôle le
509 biseau salé au sud du territoire depuis la mer Méditerranée et entretient les zones
510 humides d'intérêt patrimonial (*e.g.* marais du Vigueirat) (TROLARD et al., 2013a).

511

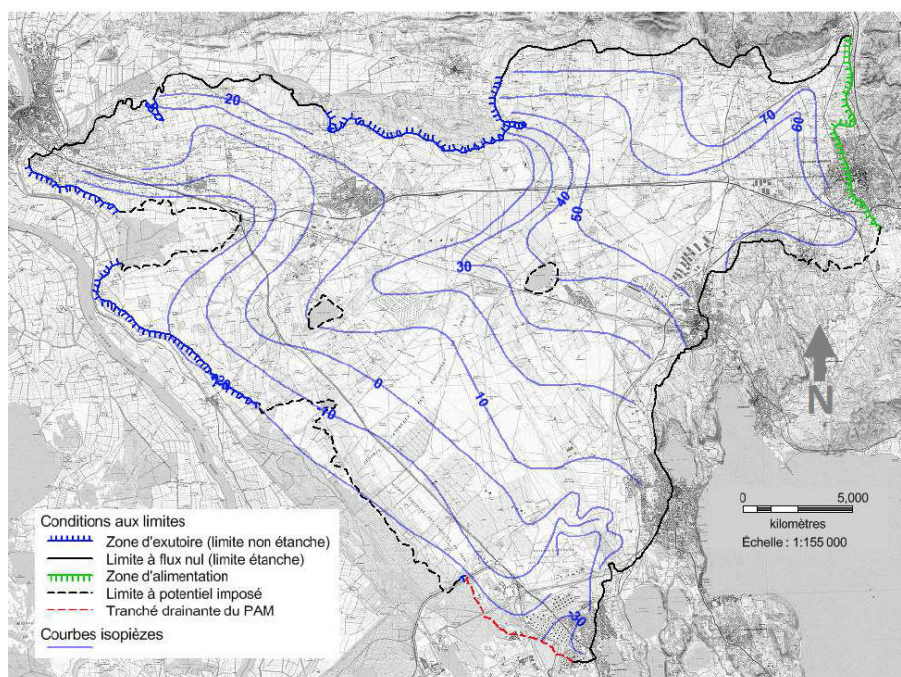


Figure 2.8 : Carte hydrogéologique de la Crau, d'après SYMCRAU, 2012.

512 2.1.4 Occupation des sols de la Crau

513 La Crau se divise en deux types, la Crau humide qui est irriguée et la Crau sèche,
 514 une zone steppique non irriguée. Le système d'irrigation gravitaire en Crau a été ini-
 515 tié par Adam de Craponne au milieu du 16^e siècle et a construit un système agricole
 516 durable en formant des sols qui assurent des productions agricoles de haute perfor-
 517 mance. Plusieurs cultures sont pratiqués en plaine de Crau (Figure 2.9), cependant
 518 deux activités sont dominantes, l'élevage d'ovins dont les principales races sont le
 519 mérinos d'Arles (IPG) et l'agneau de Sisteron (IPG), de bovins et les prairies irri-
 520 guées permanentes. D'autres activités agricoles sont présentes sur la Crau, comme
 521 le maraîchage, l'arboriculture et l'oléiculture, qui occupent une surface d'environ 5
 522 500 ha. Les prairies irriguées occupent une surface de 12500 ha.

523 Le coussoul est une steppe aride et un écosystème unique en Europe utilisé
 524 comme terre de parcours pour l'élevage depuis des siècles et occupe une surface de
 525 9 200 ha. Cette steppe est protégée par la Directive Européenne sur les Habitats
 526 (Natura 2000). D'autre occupations du sol sont présentes sur la territoire de la
 527 Crau comme l'urbanisation avec une population de 290 000 habitants, des activités
 528 industrielles d'une surface de 10 000 ha et des activités militaires qui occupent 2 100
 529 ha.

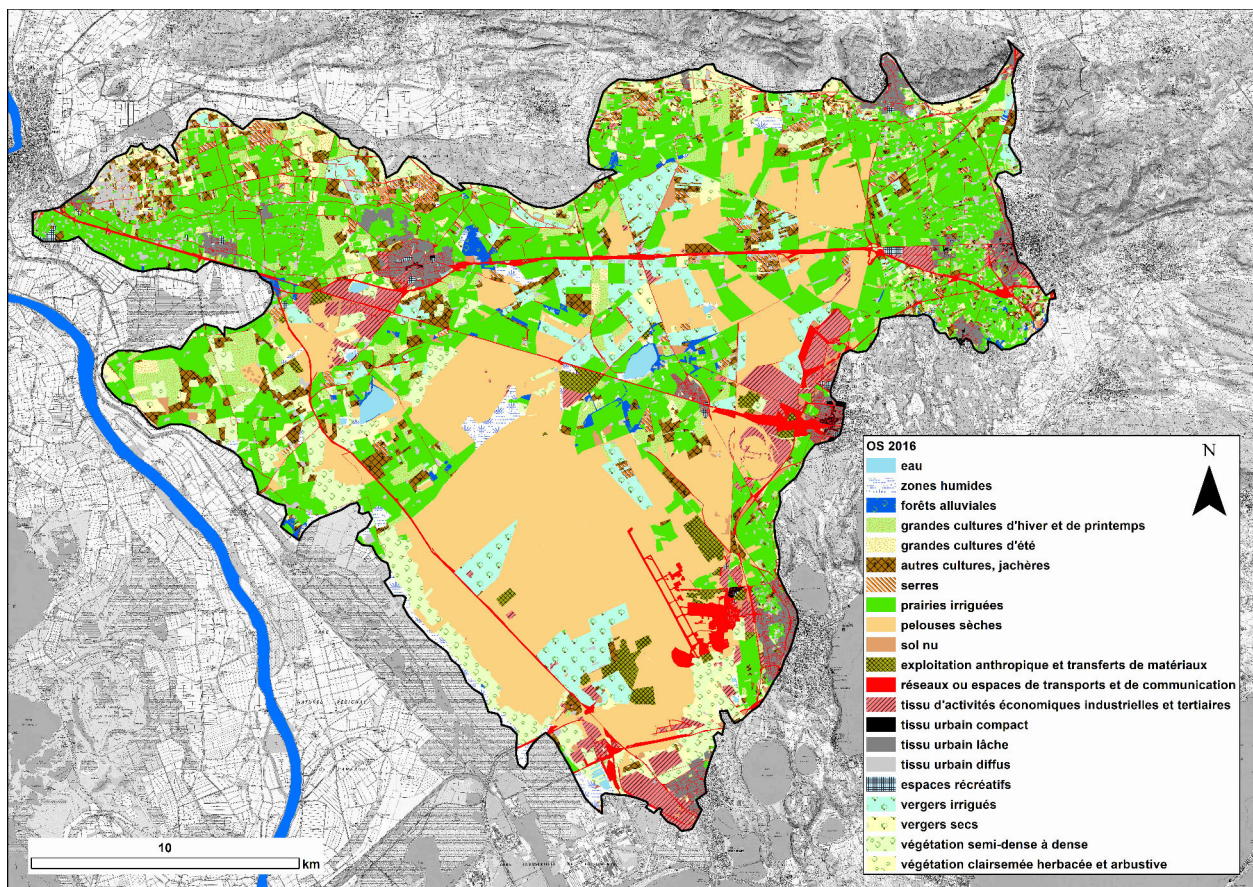


Figure 2.9 : Carte d'occupation des sols établie pour l'année 2016, d'après SymCrau 2016.

530 2.1.5 Le foin de Crau (AOP)

531 Le foin de Crau est la culture dominante sur le territoire et est possible grâce à
532 la présence de canaux d'irrigation depuis le 16^e siècle. Elle est contrôlée par le cahier
533 des charges de l'appellation d'origine protégée (AOP). C'est le seul foin possédant
534 une telle appellation et il est exporté dans le monde entier, en raison de sa compo-
535 sition floristique qui évolue au cours de l'année et lui donne une très grande valeur
536 nutritionnelle. Le foin est produit dans des prairies permanentes qui ne demandent
537 pas beaucoup d'entretien. Les interventions pour la production sont : le nivellement
538 et l'implantation de la prairie (tous les 10 ans), la fertilisation et l'irrigation par sub-
539 mersion avec des tours d'eau tous les 10 jours de mars à septembre. Les itinéraires
540 techniques, la fertilisation, l'irrigation, la récolte et le stockage sont encadrés par le
541 décret de l'AOP. Le foin de Crau est exploité en trois coupes par année, par fau-
542 chage et exportation hors de la parcelle. La 4^e pousse se caractérise par une valeur
543 nutritive moindre que celles du printemps et de l'été, ce qui s'explique par l'augmen-
544 tation de la proportion de plantes sénescents. Elle est exploitée directement par le
545 pâturage par les troupeaux d'ovins, au retour des estives, à l'automne et en hiver
546 (COMITÉ DU FOIN DE CRAU, 2014). Les dates des trois coupes sont définies par
547 un même stade phénologique des plantes. La première coupe est effectuée au mois
548 de mai (rendement de 4 - 4,5 t/ha), la deuxième au début du mois de juillet (3-3,5
549 t/ha) et la troisième fin août (1 - 1,5 t/ha) (COMITÉ DU FOIN DE CRAU, 2014 ;
550 MÉROT, 2007). La flore des prairies est globalement composée d'une trentaine d'es-
551 pèces de végétaux (Annexe B), dont la répartition et les proportions varient au cours
552 de l'année, selon la coupe (Figure 2.10). Une fertilisation essentiellement phospho-
553 potassique est pratiquée. L'azote minéral est limité à 60 kg N minéral/ha/an et le
554 seul apport autorisé est la fumure d'ovins, les éléments P et K sont apportés sous
555 forme d'engrais minéraux régulièrement chaque année. Les quantités à l'hectare sont
556 de l'ordre de : 600-800 kg pour les superphosphates et 250-300 kg de chlorure de po-
557 tassium ; un apport d'azote de l'ordre de 150 kg de sulfate d'ammonium par hectare
558 est conseillé dans les années déficitaires en apport de fumier (HUGUES, DENOY et
559 FERRET, 1952).

560 2.1.6 Le système d'irrigation gravitaire

561 Ces prairies sont irriguées de manière gravitaire à partir des canaux de mars à
562 septembre avec une lame d'eau de 120 mm en quelques heures pour chaque tour
563 d'eau. Les tours d'eau sont organisés par un calendrier d'irrigation. Cette irrigation

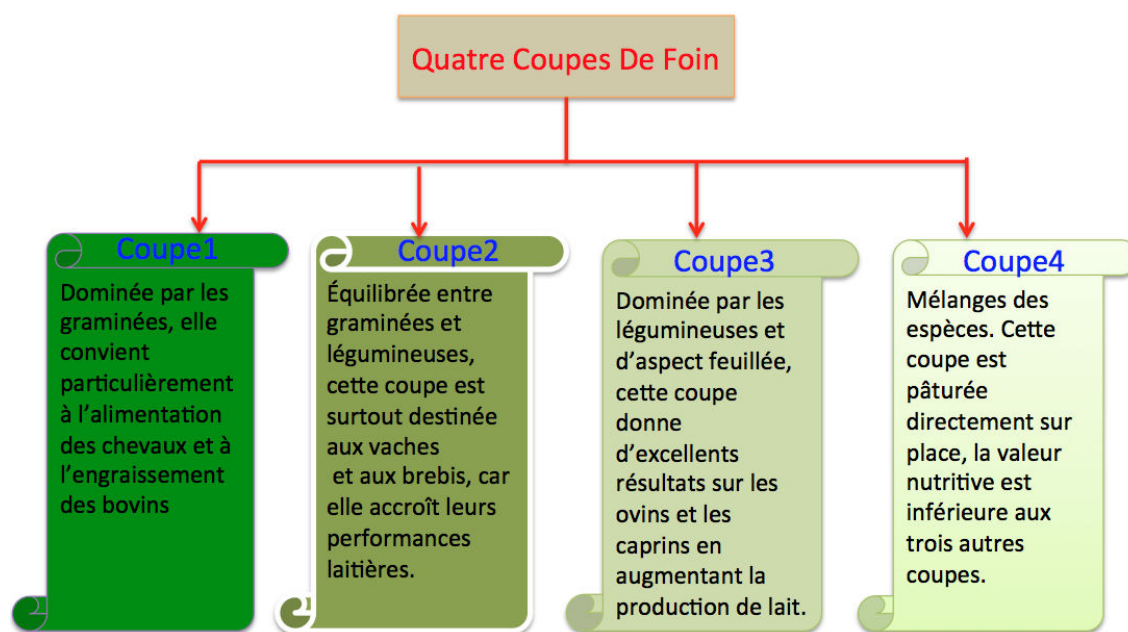


Figure 2.10 : Caractéristiques du foin de Crau en fonction de la coupe, d'après COMITÉ DU FOIN DE CRAU, 2014.

564 gravitaire contribue à alimenter la nappe (70% du renouvellement de l'eau sou-
 565 terrain d'après OLIOSO et al., 2013b), seule source alimentant les habitants de la
 566 Crau en eau. Néanmoins, l'arrosage de certaines parcelles par forage agricole dépend
 567 directement de l'eau de l'aquifère de la Crau.

568 La gestion de la ressource en eau, des canaux d'irrigation et des tours d'eau en
 569 Crau, est effectuée par des associations syndicales d'arrosants (les ASA). Comme
 570 dit précédemment, ces canaux sont alimentés par l'eau de la Durance depuis le 16^e
 571 siècle et le réseau de canaux s'est largement étendu jusqu'à la fin du 19^e siècle. Au-
 572 jourd'hui, ce réseau est constitué de plusieurs centaines de kilomètres sur plus des
 573 2/3 de la surface de la Crau en transformant une partie des coussouls en terres
 574 arables. « Le réseau d'irrigation apporte les eaux de la Durance à partir d'une prise
 575 d'eau principale dans le canal usinier d'EDF, à Lamanon, qui alimente le canal com-
 576 mun Boisgeline-Craponne. En aval d'Eyguières, il se divise en deux branches, l'une
 577 partant vers Arles à l'Ouest, l'autre vers Istres au Sud. Le réseau d'irrigation est
 578 constitué d'environ 400 km de canaux principaux et secondaires, et de 1600 km de
 579 filioles » (WOLFF et al., 2010). L'eau apportée par irrigation gravitaire, soit plus
 580 de 20 000 m³/ha/an, 65% en volume, s'infiltré et recharge la nappe (BALLIHAUT,
 581 2009). Cette irrigation a contribué à l'épaississement des sols des prairies par apport
 582 de limons, la couche arable a été progressivement enrichie en fractions fines, et un

583 horizon irrigrique a été formé, sur lequel poussent les prairies. L'entrée de limons
584 a été estimée à environ 1,5 kg/m³ d'eau par période d'irrigation d'avril à septembre
585 (HUGUES, DENOY et FERRET, 1952). Cette entrée a diminué après la mise en service
586 du barrage de Serre-Ponçon en 1960. Le barrage de Serre-Ponçon contient notam-
587 ment une réserve d'eau agricole de plus de 200 millions de mètres cubes allouée par
588 an aux cultures.

589 L'irrigation gravitaire fonctionne de la façon suivante :

- 590 • le canal d'amenée, situé en amont de la parcelle, est mis en eau par l'aiguillier
591 (l'eygadier) ;
- 592 • l'eau déborde du canal et progresse lentement sur la parcelle ;
- 593 • une partie de l'eau s'infiltré, une autre s'évapore et la dernière ruisselle grâce
594 à la pente ;
- 595 • la lame d'eau ruisselée arrive en aval de la parcelle, elle rejoint un canal de
596 colature qui assure le drainage de l'eau excédentaire qui peut être utilisée pour
597 l'irrigation d'une autre parcelle plus en aval.

598 Cette irrigation est faite une fois tous les 10 jours et chaque irrigation dure entre
599 8 et 10 heures selon la taille des parcelles. Des travaux d'entretien des canaux an-
600 nuels, de restauration et de modernisation sont gérés et financés par les Associations
601 syndicales autorisées (ASA), les collectivités territoriales et des propriétaires privés.

602 2.1.7 Les pressions sur le territoire de la Crau

603 La Crau est touchée comme la plupart des autres territoires du monde par les
604 effets des changements globaux, *i.e.* climatique et urbanisation. Ces changements
605 conduisent à des évolutions des pratiques agricoles, des pratiques d'irrigation et des
606 usages des sols *i.e.* agricole / urbain.

607 2.1.7.1 Le changement climatique

608 D'après plusieurs études concernant l'analyse des données climatiques à l'aide des
609 modèles climatiques régionalisés sur la plaine de la Crau, la moyenne annuelle de la
610 température a augmenté depuis 1975 de l'ordre de 0,6 °C tous les 10 ans (WOLFF
611 et al., 2010 ; OLIOSO et al., 2013b) ; et l'on estime que l'augmentation sera de l'ordre
612 de 0,4 °C tous les 10 ans pour les scénarios du futur (SOLOMON et al., 2007) . La
613 moyenne annuelle des précipitations est globalement stable, mais leur répartition

614 saisonnière est modifiée avec le temps. Les pluies d'automne augmentent de 35% à
615 40-45% depuis 1985. Cette pluviométrie tendrait à diminuer d'après les scénarios
616 du futur de l'ordre de 4 mm par décennie (ALKASSEM, 2016). L'évapotranspiration
617 augmente de 17 mm par décennie et devrait augmenter de 20 mm/10 ans d'ici 2030.
618 Du fait de ces changements climatiques, la disponibilité de l'eau pour l'irrigation
619 est influencée et le déficit hydrique va augmenter d'environ 20 mm par décennie, ce
620 qui menace le système écologique, agricole et économique de la Crau (MÉROT et al.,
621 2008 ; MÉROT et al., 2011 ; DUTOIT et al., 2011 ; HENRY, TALON et DUTOIT, 2010).

622 2.1.7.2 L'urbanisation

623 La vulnérabilité des territoires liée à l'urbanisation sur la plaine de la Crau est
624 remarquable. Cette tendance s'est fortement accélérée depuis les années 1960-70 avec
625 la création de la Zone Industriale-Portuaire de Fos-sur-Mer (ZIP). Des analyses des
626 changements d'occupation du sol entre 1997 et 2009 ont été réalisées et ont permis
627 de constater qu'environ 1800 ha de prairies irriguées et d'espaces naturels ont été ur-
628 banisés (TROLARD et al., 2013b). Cette urbanisation a conduit à l'augmentation de
629 la dégradation et à l'imperméabilisation des sols en modifiant leurs caractéristiques
630 physico-chimiques et biologiques et en modifiant donc le fonctionnement hydrolo-
631 gique global de ce territoire. En outre, la réduction des surfaces des prairies irriguées
632 a réduit la recharge de la nappe qui dépend pour environ 75% de l'eau d'irrigation
633 gravitaire. Les baisses du niveau piézométrique peuvent se propager jusqu'à l'aval de
634 la nappe en contact avec le milieu marin, ce qui peut créer une remontée du biseau
635 salé et un risque accru de salinisation de l'aquifère.

636 Le risque de changement d'occupation des sols en Crau menace les services éco-
637 systémiques qui sont fournis par l'agriculture, *e.g.* la préservation des sols, la pro-
638 duction de biomasse, le renouvellement de la nappe et la préservation des zones
639 humides. Des scénarios simulés jusqu'en 2030 montrent que l'urbanisation conti-
640 nue de progresser et que les futures surfaces qui seront consommées sont comprises
641 entre 4400 et 7800 ha, selon les scénarios. La vulnérabilité du territoire va augmen-
642 ter en raison de la dégradation des ressources sol et eau, induite par l'urbanisation
643 (TROLARD et al., 2016).

645 2.1.7.3 Évolution des pratiques d'irrigation

646 L'apparition de la Crau humide est liée au système d'irrigation qui a enrichi les
647 sols par des apports de limons et au maintien de la recharge de l'aquifère. Certes la
648 construction du barrage de Serre-Ponçon (1960) a amélioré la régularité des débits de
649 la Durance, mais elle a entraîné une réduction des apports limoneux ; passant de 10 à
650 3-4 mm/an, dans les zones irriguées (ANDRIEUX, 1981 ; BESSONNET, 2002 ; MARTIN,
651 2008). La modernisation des irrigations gravitaires pour améliorer leur efficacité
652 réduit la recharge de la nappe et le développement agricole. La construction accrue
653 de serres et des vergers s'accompagne d'une augmentation du nombre de forages
654 pour assurer l'alimentation en eau par pompage depuis la nappe pour l'irrigation.
655 Les deux effets précédents conduisent à une évolution hydrique de la nappe de la
656 Crau.

657 2.2 Les composantes du système étudié

658 L'agro-hydrosystème, développé en Crau depuis le 16^e siècle, fournit des produc-
659 tions à forte valeur ajoutée et qui sont : le foin de Crau (AOP), l'agneau de Sisteron
660 (IGP) et le mérinos d'Arles (IGP). Toute modification du système peut, à terme,
661 compromettre sa durabilité. Il est aujourd'hui menacé à la fois par l'urbanisation
662 des terres agricoles et par la diminution de la ressource en eau pour l'irrigation face
663 à d'autres usages non agricoles (*e.g.* eau potable, eau pour les industries).
664 En Crau, la dynamique du système « eaux de surface – prairie – sol – eau de nappe »
665 résulte d'interactions entre plusieurs compartiments différents (Figure 2.11). Les
666 compartiments à considérer sont :

- 667 • l'atmosphère,
- 668 • les plantes qui poussent dans la prairie ;
- 669 • le sol dont on distinguera l'horizon de surface colonisé par les racines, et conte-
670 nant la rhizosphère et
- 671 • les formations superficielles formant la zone non saturée du sous-sol et l'aqui-
672 fère.

673 Dans ce système, l'eau susceptible de réagir dans et aux interfaces de ces compar-
674 timents est constituée par la pluie et l'eau d'irrigation apportée par canaux depuis

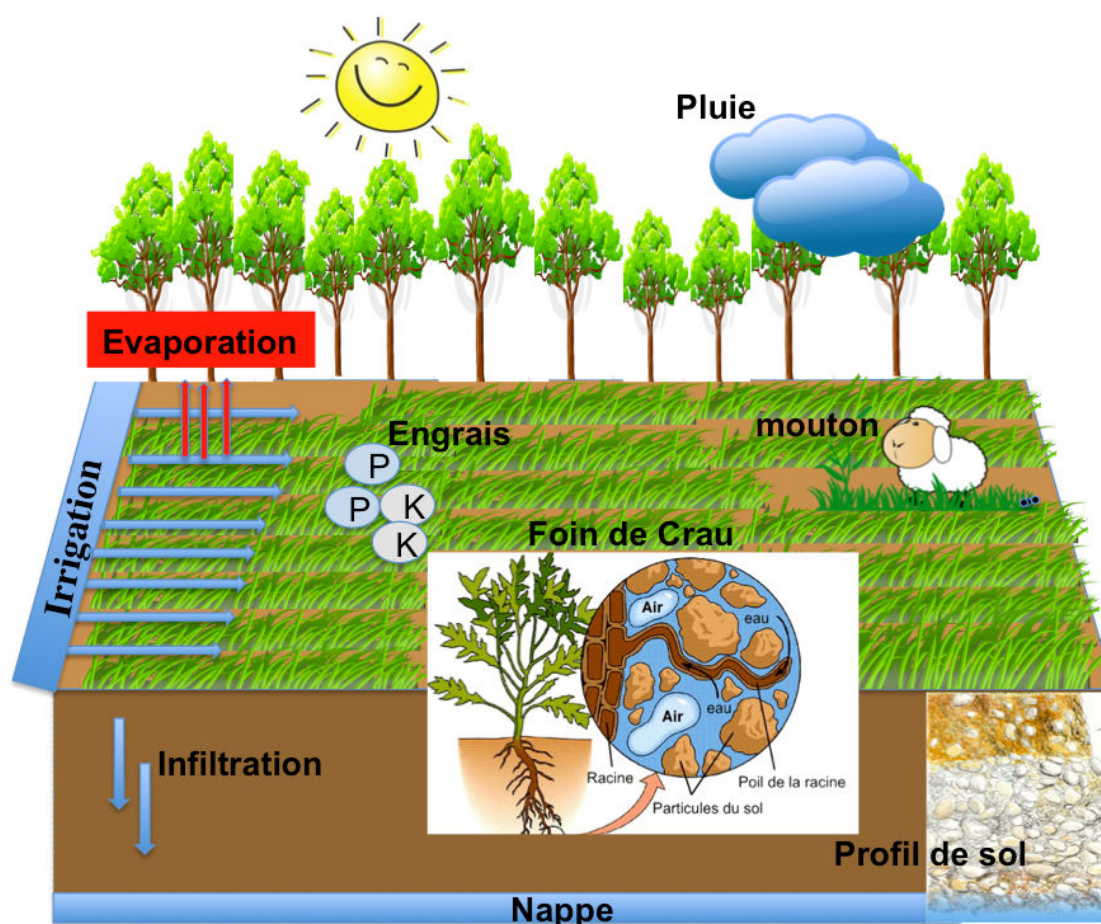


Figure 2.11 : Compartiments réactionnels dans le système « eaux de surface – prairie – sol – eau de nappe ».

675 la Durance, le territoire ne possédant pas de réseau hydrographique naturel. L'ac-
 676 quisition de la composition chimique de l'eau de la nappe va ainsi dépendre :

- 677
- 678 • des volumes de précipitation ;
 - 679 • des quantités d'eau d'irrigation et de sa composition chimique ;
 - 680 • de la température et de l'évaporation qui peut concentrer les eaux ;
 - 681 • de la pression partielle du CO_2 dans le sol ;
 - 682 • de la nature des engrais apportés à chaque coupe et des déjections des ovins pendant le pâturage hivernal ;
 - 683 • de la quantité des éléments chimiques prélevés par les plantes et de l'effet de
 - 684 la pompe à protons racinaire ;

- 685 • des quantités d'eau drainées jusqu'à la nappe et
- 686 • de la minéralogie des sols et formations superficielles jusqu'à l'équilibration avec
- 687 l'eau de la nappe.

688 Ainsi, dans le modèle biogéochimique de ce système nous tiendrons compte des
689 processus suivants liés aux :

- 690 • *entrées et sorties d'eau* : précipitation, ruissellement, infiltration, drainage, état
- 691 initial du sol ;
- 692 • *cycles biogéochimiques* : absorption d'éléments minéraux par les plantes, alté-
- 693 ration des minéraux, dissolution, précipitation, échanges d'ions ;
- 694 • *interventions humaines* : apports d'eau d'irrigation et de fertilisants, choix
- 695 des productions agricoles, techniques culturales ;
- 696 • *effets du climat local* : concentration par évaporation, dilution par les précipi-
- 697 tations.

698 Pour caler et valider ce modèle et les fonctions de perturbation que nous avons
699 prédéfinies, il est nécessaire de renseigner l'ensemble des compartiments réactionnels
700 définis ci-dessus. Il est ainsi nécessaire de disposer ou d'acquérir des données sur :

- 701 1. le climat (température, précipitation) ;
- 702 2. la composition chimique des eaux d'irrigation et des eaux souterraines de la
- 703 nappe ;
- 704 3. la minéralogie des sols ;
- 705 4. la nature des engrais apportés sur les sols des prairies ;
- 706 5. les quantités d'éléments chimiques prélevées et exportées lors des différentes
- 707 coupes de foin et
- 708 6. l'effet du pâturage hivernal par les ovins des prairies.

709

710 Les sources de données sont diverses et résultent soit de campagnes d'échantillon-
711 nage sur le terrain (eau d'irrigation, composition floristique du foin, minéralogie des
712 engrais), soit de la collecte de chroniques historiques (analyses chimiques du foin,
713 eaux souterraines, climat) ou de modèles de simulation (modèle de culture appliqué
714 à la production du foin). Dans le chapitre suivant nous allons exposer toutes les
715 méthodologies suivies pour réaliser ce travail.