Université de Liège
Faculté des Sciences Appliquées
Département ArGEnCo
« Architecture, Géologie, Environnement et Constructions »
Travail de fin d'étude
Promoteur académique : Dr Serge BROUYERE

Université de Liège

Qualité des eaux souterraines du Bassin Arachidier, Sénégal

- *Atlas Cartographique* -

Travail de fin d'étude réalisé en vue de l'obtention du grade de master « Ingénieur Civil des Mines et Géologue »

Par
Victoria Collignon

Table des matières

I Mise en situation du Bassin Arachidier 5

II Description de la base de données généralisée créée 21

III Étude statistique des eaux souterraines du Bassin Arachidier 24

IV Analyses spatiales des eaux souterraines du Bassin Arachidier 28

V Étude hydrochimique des eaux souterraines du Bassin Arachidier 77

Table des figures

1 Situation générale de la zone d'étude (DGPRE, 2020a) . . . 6
2 Régions présentes dans la zone d'étude (DGPRE, 2020a) . . . 7
3 Topographie de la zone d'intérêt avec résolution à 300 m (DGPRE,2020a) . . . 8
4 Occupation des terres de la zone d'intérêt avec résolution à 20 m (DGPRE,2020a) . . . 9
5 Nombre d'unités industrielles par département (DGPRE, 2020a) . . . 10
6 Principales industries (DGPRE, 2020a) . . . 11
7 Densité de population dans la zone d'intérêt (DGPRE,2020a) . . . 12
8 Unités morphopédologiques présentes dans la zone d'intérêt (DGPRE,2020a) . . . 13
9 Hydrographie de la zone d'intérêt (DGPRE,2020b) . . . 14
10 Les différents bassins hydrographiques présents dans la zone d'intérêt (DGPRE, 2020a) . . . 15
11 Les différentes unités hydrogéologiques présentes dans la zone d'intérêt (DGPRE, 2020a) . . . 16
12 Délimitation de la bande salée (DGPRE, 2018c) . . . 17
13 Légende de la carte géologique (Roger et al., 2009b) . . . 18
14 Carte géologique du Sénégal à 1/500 000, représentation de la planche nord-ouest (Roger et al., 2009b) . . . 19
15 Carte géologique du Sénégal à 1/500 000, représentation de la planche nord-est (Roger et al., 2009b) . . . 19
16 Carte géologique du Sénégal à 1/500 000, représentation de la planche sud-ouest (Roger et al., 2009b) . . . 20
17 Répartition de l'ensemble des données par aquifère . . . 22
18 Disposition spatiale de l'ensemble des données récentes, après 2010 . . . 23
19 Disposition spatiale des ouvrages relatifs à la Table 3.2 . . . 25
20 Disposition spatiale des outliers . . . 26
21 Localisation des ouvrages du réseau de suivi temporel et lien avec les pressions en surface . . . 27
22 Disposition spatiale des pressions en surface : industries et ressources minières . . . 29
23 Disposition spatiale des pressions agricoles et urbaines en surface . . . 30
24 Mesures de conductivité électrique de l'aquifère du Maastrichtien . . . 31
25 Mesures de concentration en nitrate de l'aquifère du Maastrichtien . . . 32
26 Mesures de concentration en sodium de l'aquifère du Maastrichtien . . . 33
27 Mesures de concentration en chlorure de l'aquifère du Maastrichtien . . . 34
28 Mesures de concentration en fluorure de l'aquifère du Maastrichtien . . . 35
29 Mesures de concentration en sulfate de l'aquifère du Maastrichtien . . . 36
30 Mesures de concentration en fer de l'aquifère du Maastrichtien . . . 37
31 Mesures de conductivité électrique de l'aquifère du Continental Terminal . . . 38
32 Mesures de concentration en nitrate de l'aquifère du Continental Terminal . . . 39
33 Mesures de concentration en sodium de l'aquifère du Continental Terminal . . . 40
34 Mesures de concentration en chlorure de l'aquifère du Continental Terminal . . . 41
35 Mesures de concentration en fluorure de l'aquifère du Continental Terminal . . . 42
36 Mesures de concentration en sulfate de l'aquifère du Continental Terminal . . . 43
37 Mesures de concentration en fer de l'aquifère du Continental Terminal . . . 44
38 Mesures de conductivité électrique de l'aquifère de l'Éocène . . . 45
39 Mesures de concentration en nitrate de l'aquifère de l'Éocène . . . 46
40 Mesures de concentration en sodium de l'aquifère de l'Éocène . . . 47
41 Mesures de concentration en chlorure de l'aquifère de l'Éocène . . . 48
42 Mesures de concentration en fluorure de l'aquifère de l'Éocène . . . 49
43 Mesures de concentration en sulfate de l'aquifère de l'Éocène . . . 50
44 Mesures de concentration en fer de l'aquifère de l'Éocène . . . 51
45 Mesures de conductivité électrique de l'aquifère de l'Oligo-Miocène . . . 52
46 Mesures de concentration en nitrate de l'aquifère de l'Oligo-Miocène . . . 53
47 Mesures de concentration en sodium de l'aquifère de l'Oligo-Miocène . . . 54
48 Mesures de concentration en chlorure de l'aquifère de l'Oligo-Miocène . . . 55
49 Mesures de concentration en fluorure de l'aquifère de l'Oligo-Miocène . . . 56
50 Mesures de concentration en sulfate de l'aquifère de l'Oligo-Miocène . . . 57
51 Mesures de concentration en fer de l'aquifère de l'Oligo-Miocène . . . 58
52 Mesures de conductivité électrique de l'aquifère du Paléocène . . . 59
53 Mesures de concentration en nitrate de l'aquifère du Paléocène . . . 60
54 Mesures de concentration en sodium de l'aquifère du Paléocène . . . 61
55 Mesures de concentration en chlorure de l'aquifère du Paléocène . . . 62
56 Mesures de concentration en fluorure de l'aquifère du Paléocène . . . 63
57 Mesures de concentration en sulfate de l'aquifère du Paléocène . . . 64
58 Mesures de concentration en fer de l'aquifère du Paléocène . . . 65
59 Mesures de conductivité électrique de l'aquifère du Quaternaire . . . 66
60 Mesures de concentration en nitrate de l'aquifère du Quaternaire . . . 67
61 Mesures de concentration en sodium de l'aquifère du Quaternaire . . . 68
62 Mesures de concentration en chlorure de l'aquifère du Quaternaire . . . 69
63 Mesures de concentration en fluorure de l'aquifère du Quaternaire . . . 70
64 Mesures de concentration en sulfate de l'aquifère du Quaternaire . . . 71
65 Mesures de concentration en fer de l'aquifère du Quaternaire . . . 72
66 Stratégie d'échantillonnage physico-chimique . . . 73
67 Stratégie d'échantillonnage des pesticides . . . 74

68 Stratégie d'échantillonnage bactériologique . . . 75
69 Stratégie d'échantillonnage des éléments mineurs et traces (ML) . . . 76
70 Disposition spatiale des ouvrages selon les groupes hydrochimiques définis par les SOMs . . . 78
71 Disposition spatiale des ouvrages selon les conditions REDOX définies par les SOMs . . . 79
72 Disposition spatiale des ouvrages du Continental Terminal selon les groupes hydrochimiques définis par les SOMs . . . 80
73 Disposition spatiale des ouvrages de l'Éocène selon les groupes hydrochimiques définis par les SOMs . . . 81
74 Disposition spatiale des ouvrages du Maastrichtien selon les groupes hydrochimiques définis par les SOMs . . . 82
75 Disposition spatiale des ouvrages de l'Oligo-Miocène selon les groupes hydrochimiques définis par les SOMs . . . 83
76 Disposition spatiale des ouvrages du Paléocène selon les groupes hydrochimiques définis par les SOMs . . . 84
77 Disposition spatiale des ouvrages du Quaternaire selon les groupes hydrochimiques définis par les SOMs . . . 85
78 Répartition de l'ensemble des concentrations en chlorures dans le Bassin . . . 86
79 Répartition de l'ensemble des conductivités électriques dans le Bassin . . . 87
80 Différents types d'intrusions en fonction du ratio Na^+/Cl^- . . . 88
81 Répartition spatiale des indices de saturation de la calcite dans la zone d'étude . . . 89
82 Répartition spatiale des pH des différents ouvrages . . . 90
83 Schématisation de l'écoulement de l'eau souterraine et lien avec la bande salée . . . 91

Première partie

Mise en situation du Bassin Arachidier

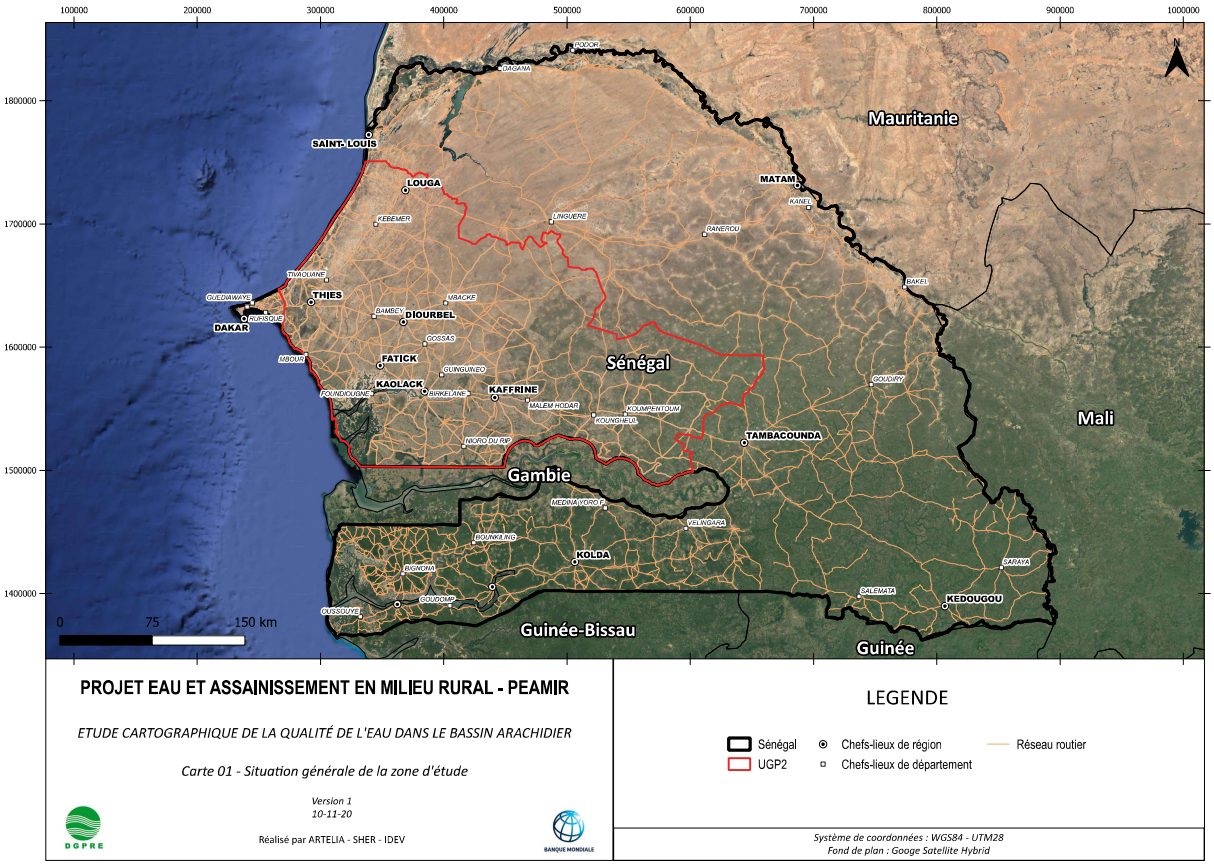


FIGURE 1 – Situation générale de la zone d'étude (DGPRE, 2020a)

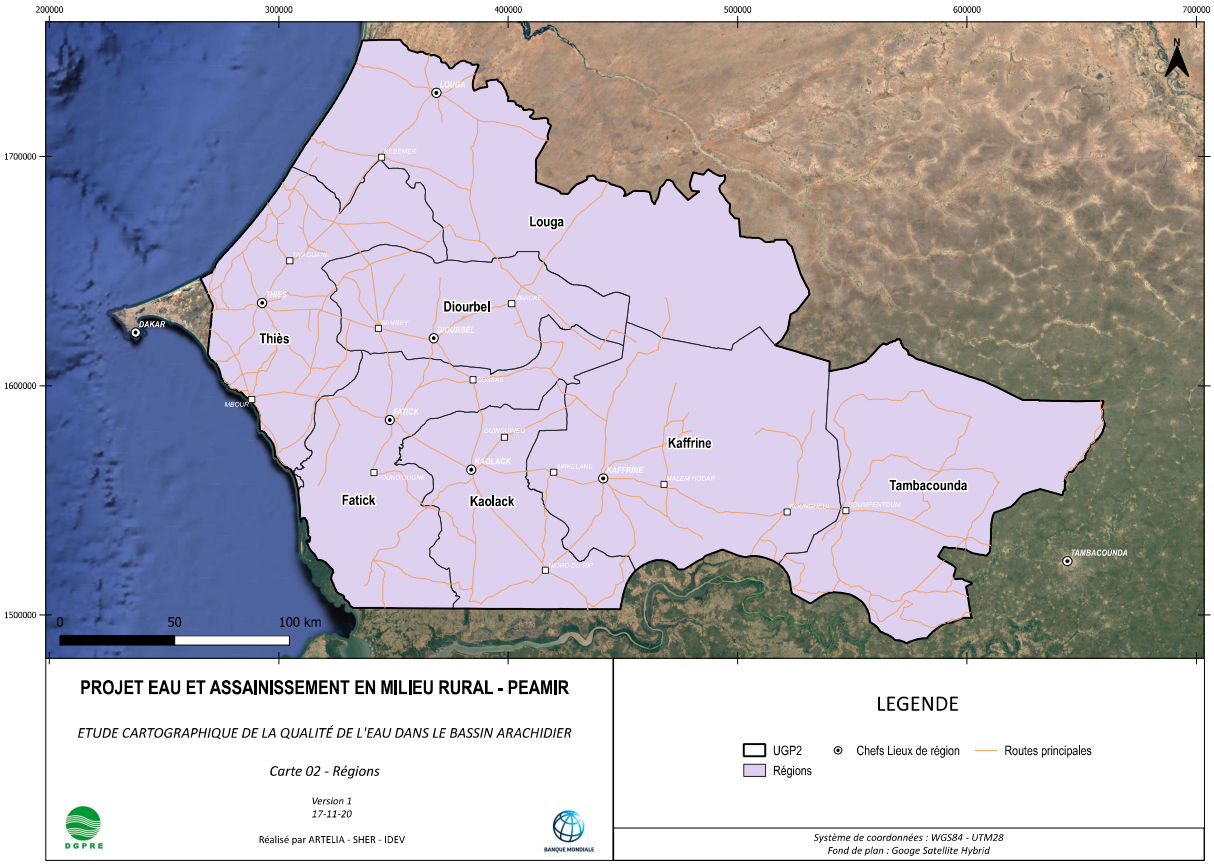


FIGURE 2 – Régions présentes dans la zone d'étude (DGPRE, 2020a)

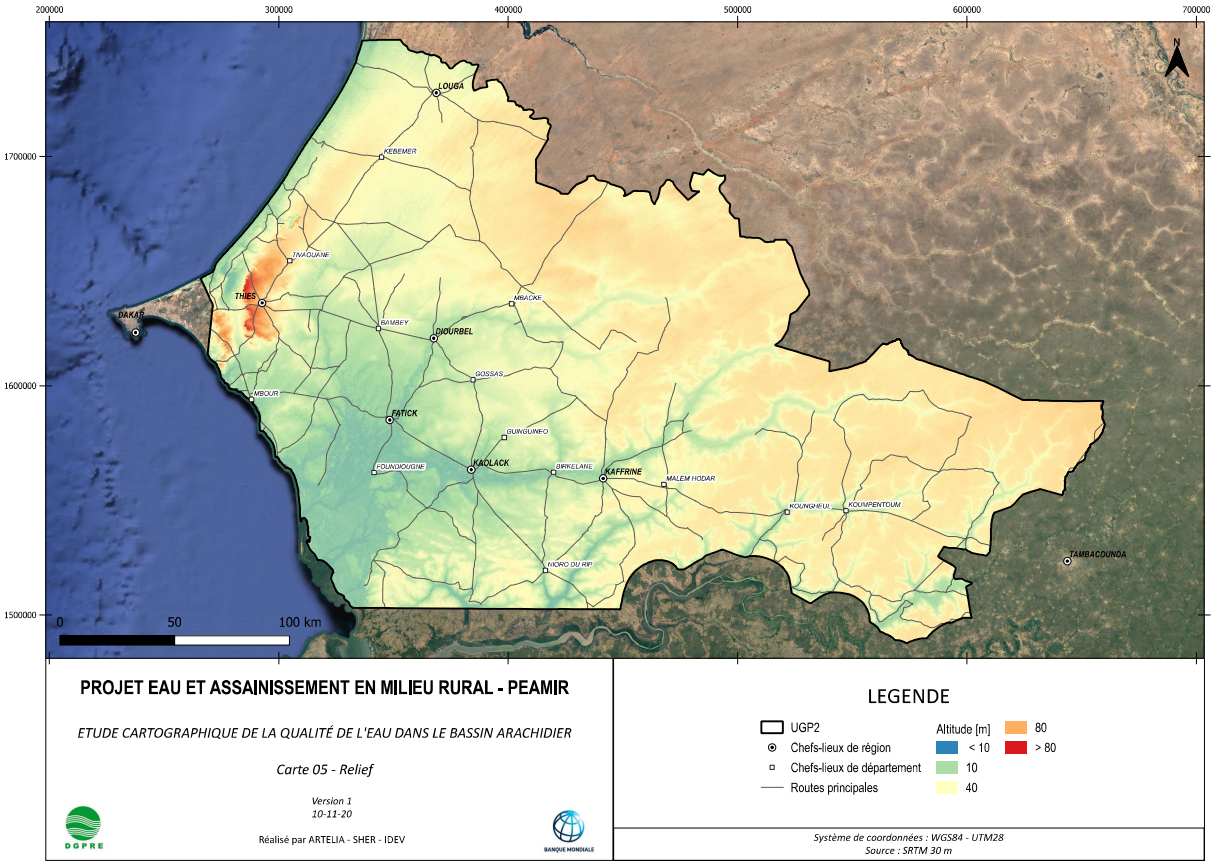


FIGURE 3 – Topographie de la zone d'intérêt avec résolution à 300 m (DGPRE,2020a)

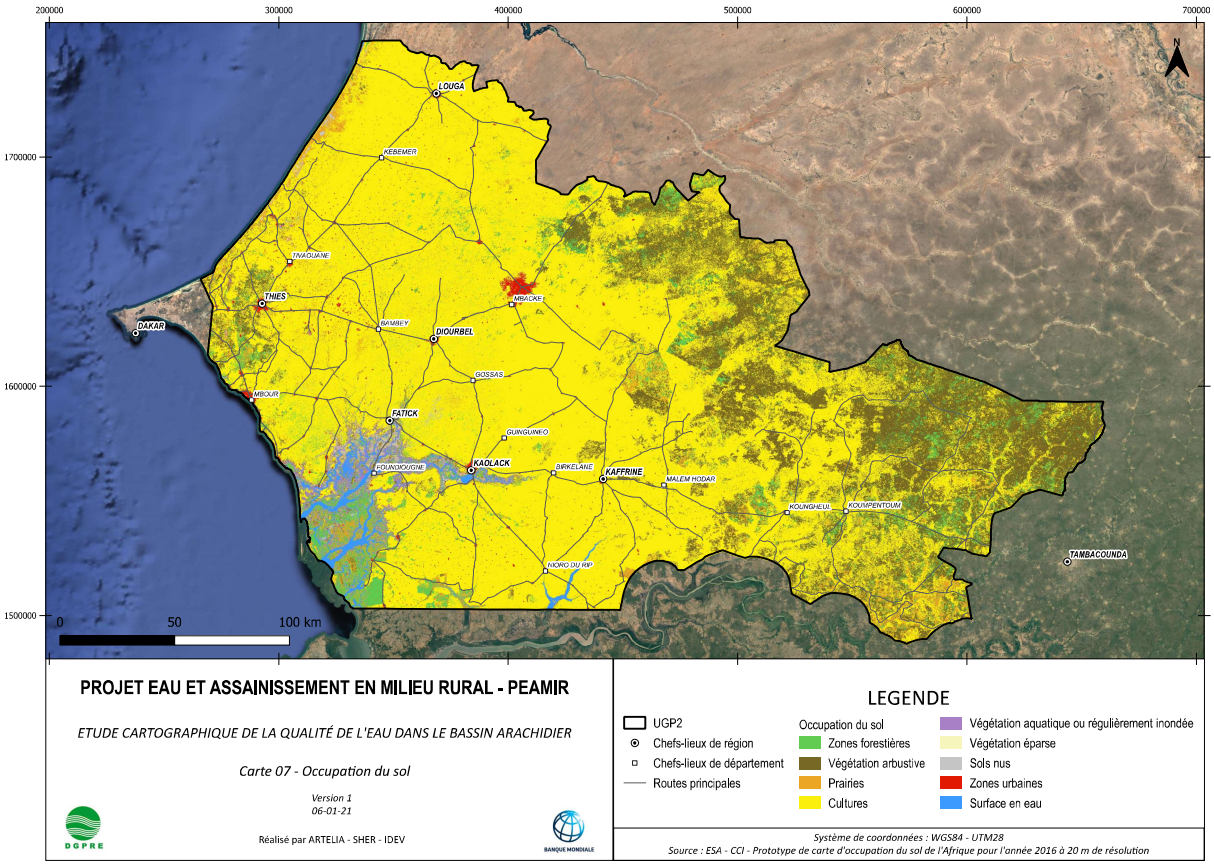


FIGURE 4 – Occupation des terres de la zone d'intérêt avec résolution à 20 m (DGPRE,2020a)

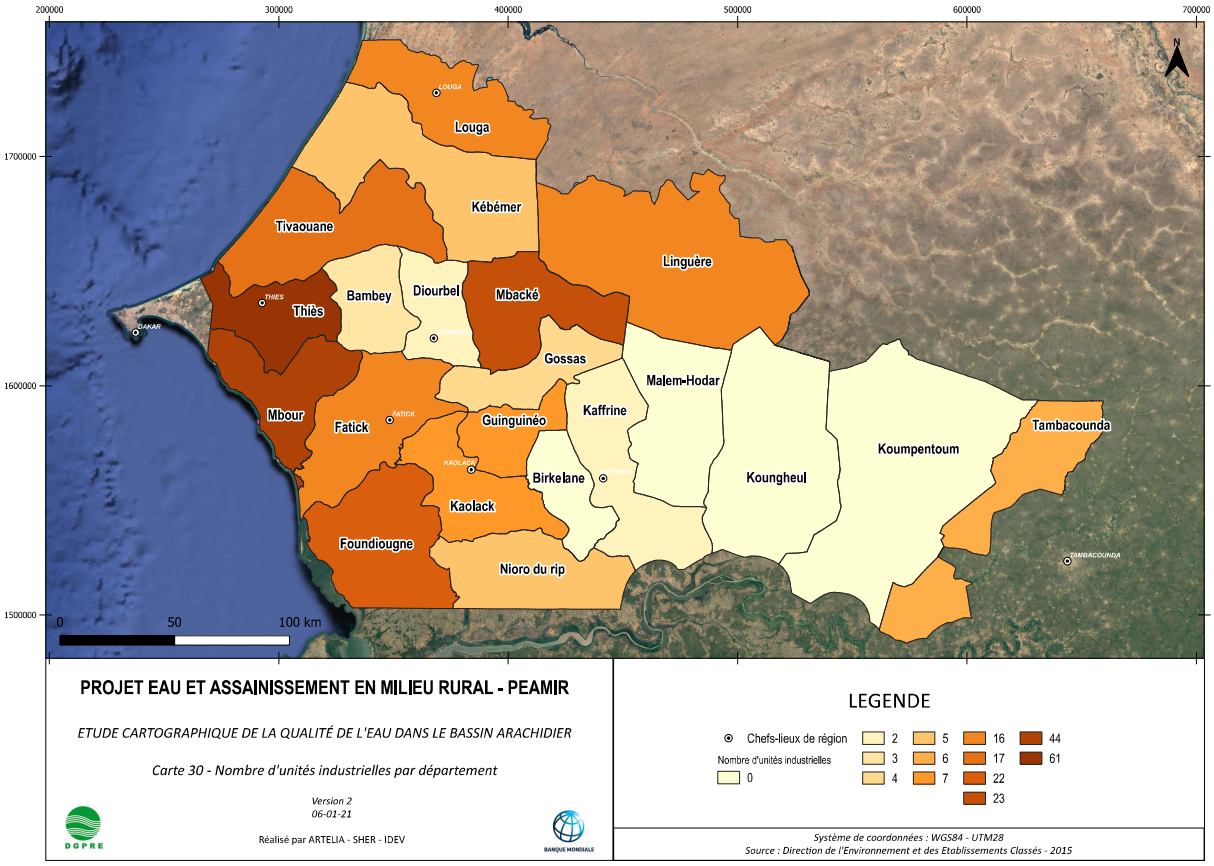


FIGURE 5 – Nombre d'unités industrielles par département (DGPRE, 2020a)

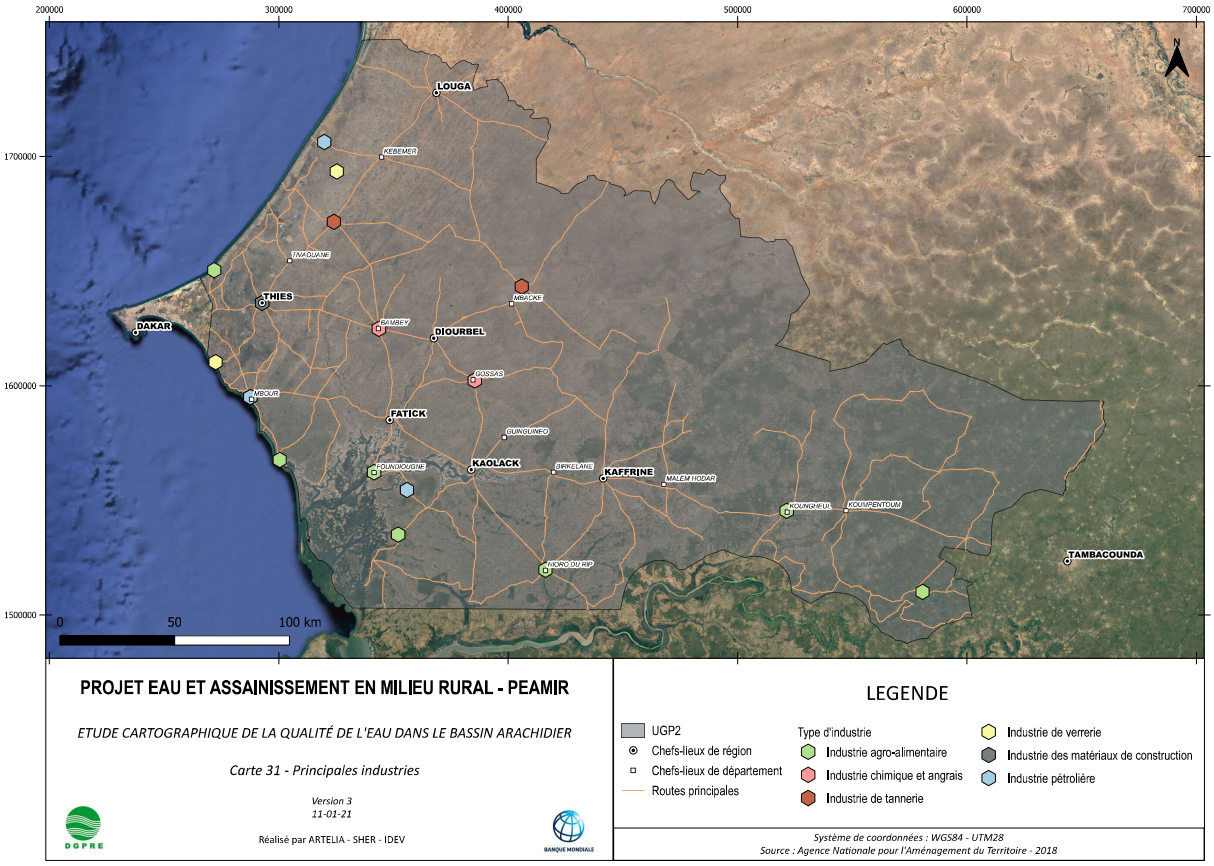


FIGURE 6 – Principales industries (DGPRE, 2020a)

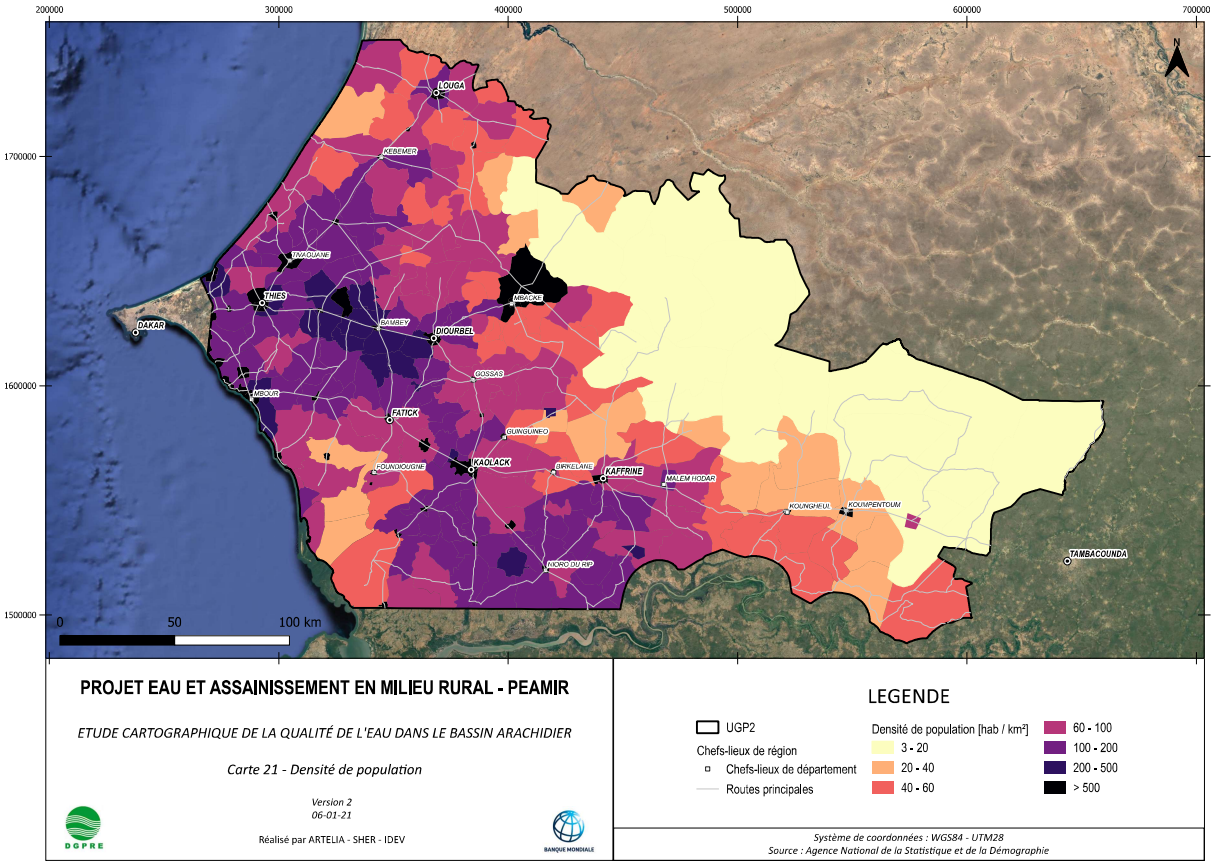


FIGURE 7 – Densité de population dans la zone d'intérêt (DGPRE,2020a)

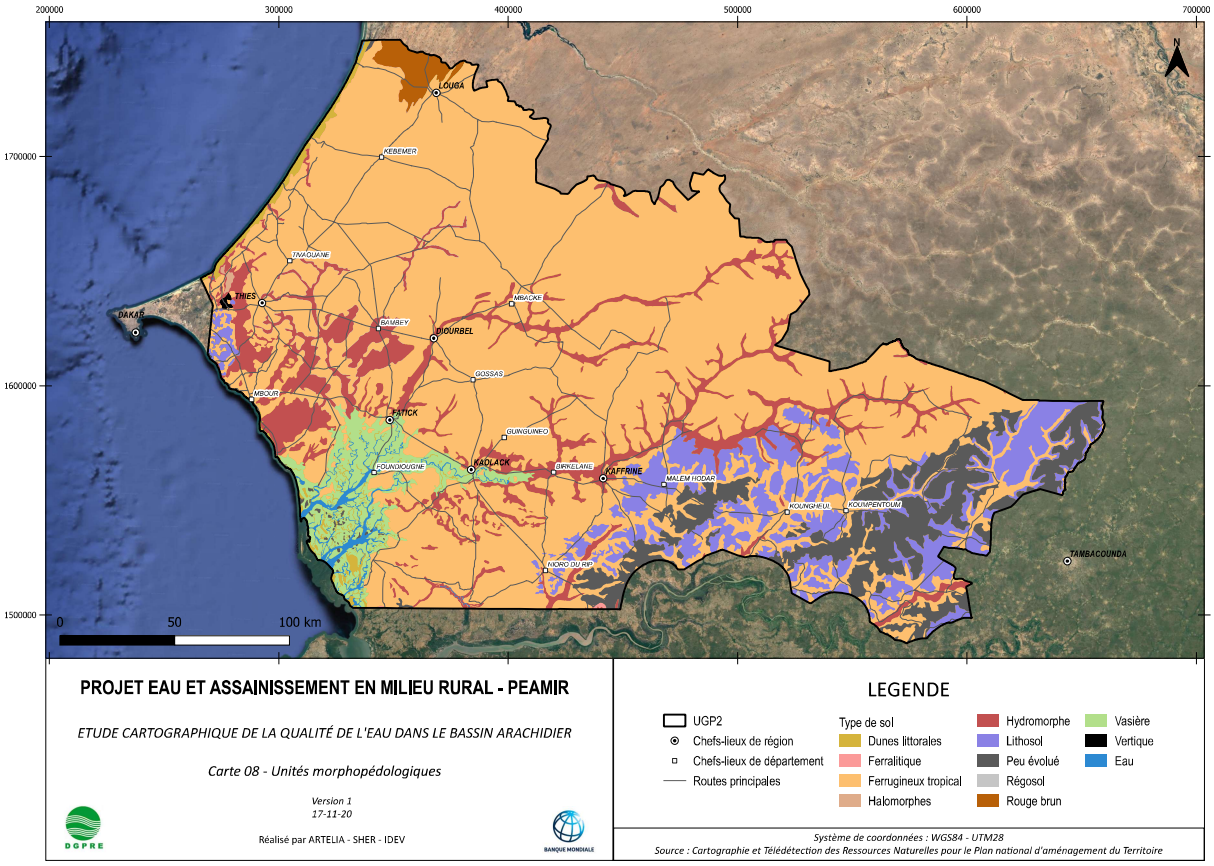


FIGURE 8 – Unités morphopédologiques présentes dans la zone d'intérêt (DGPRE,2020a)

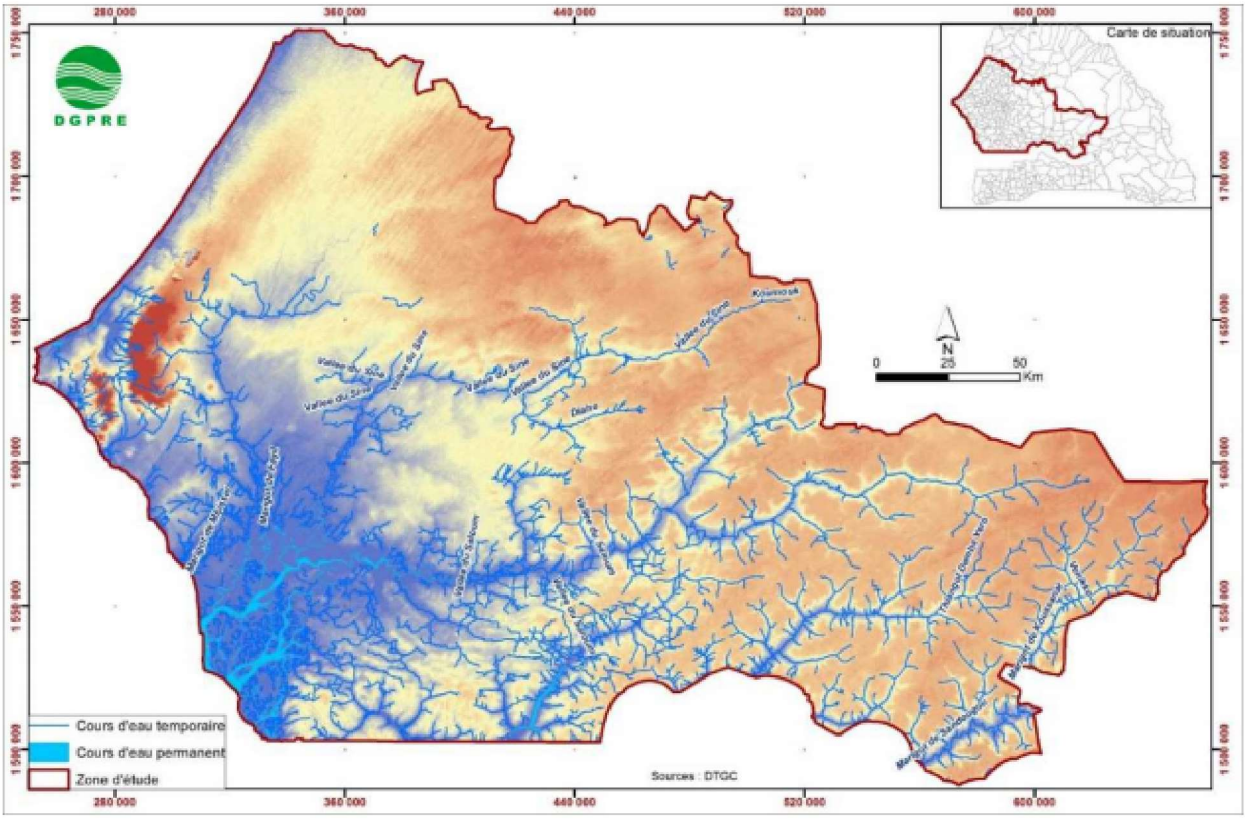


FIGURE 9 – Hydrographie de la zone d'intérêt (DGPRE,2020b)

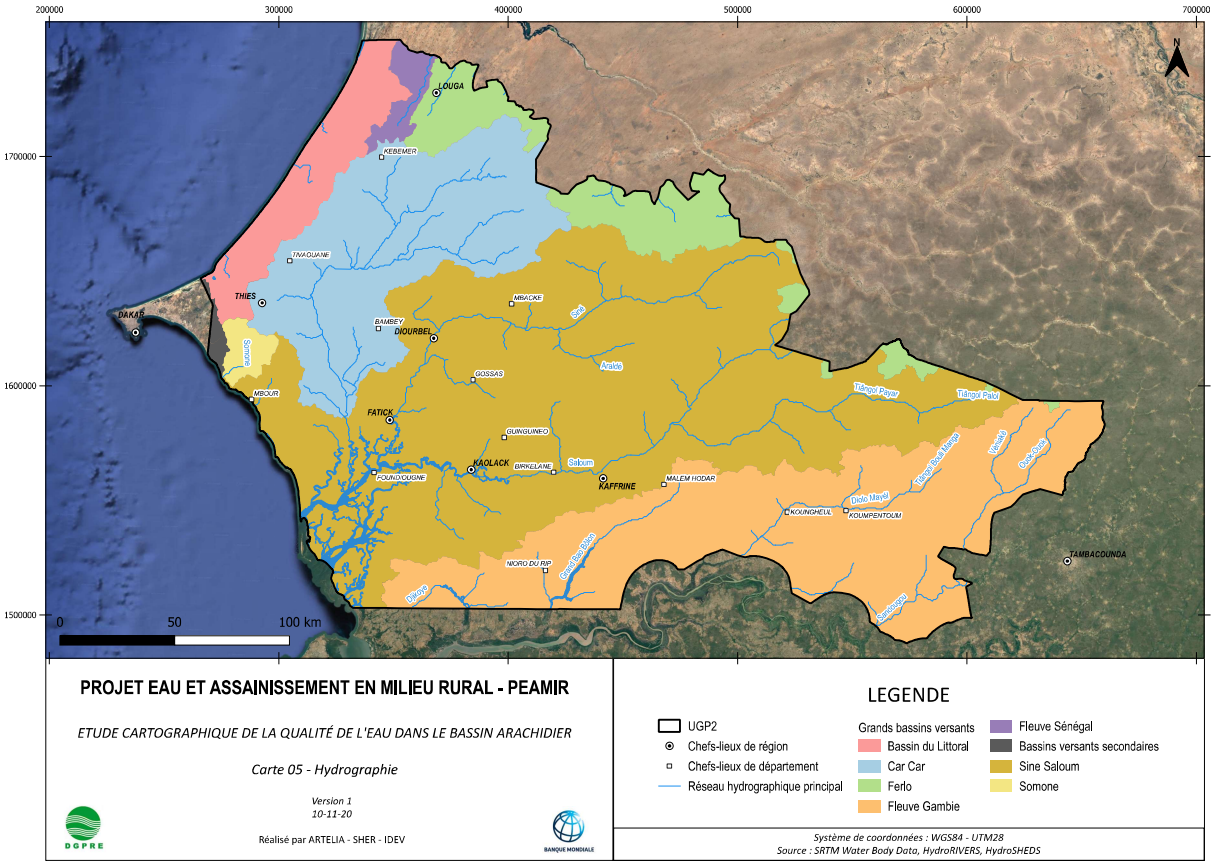


FIGURE 10 – Les différents bassins hydrographiques présents dans la zone d'intérêt (DGPRE, 2020a)

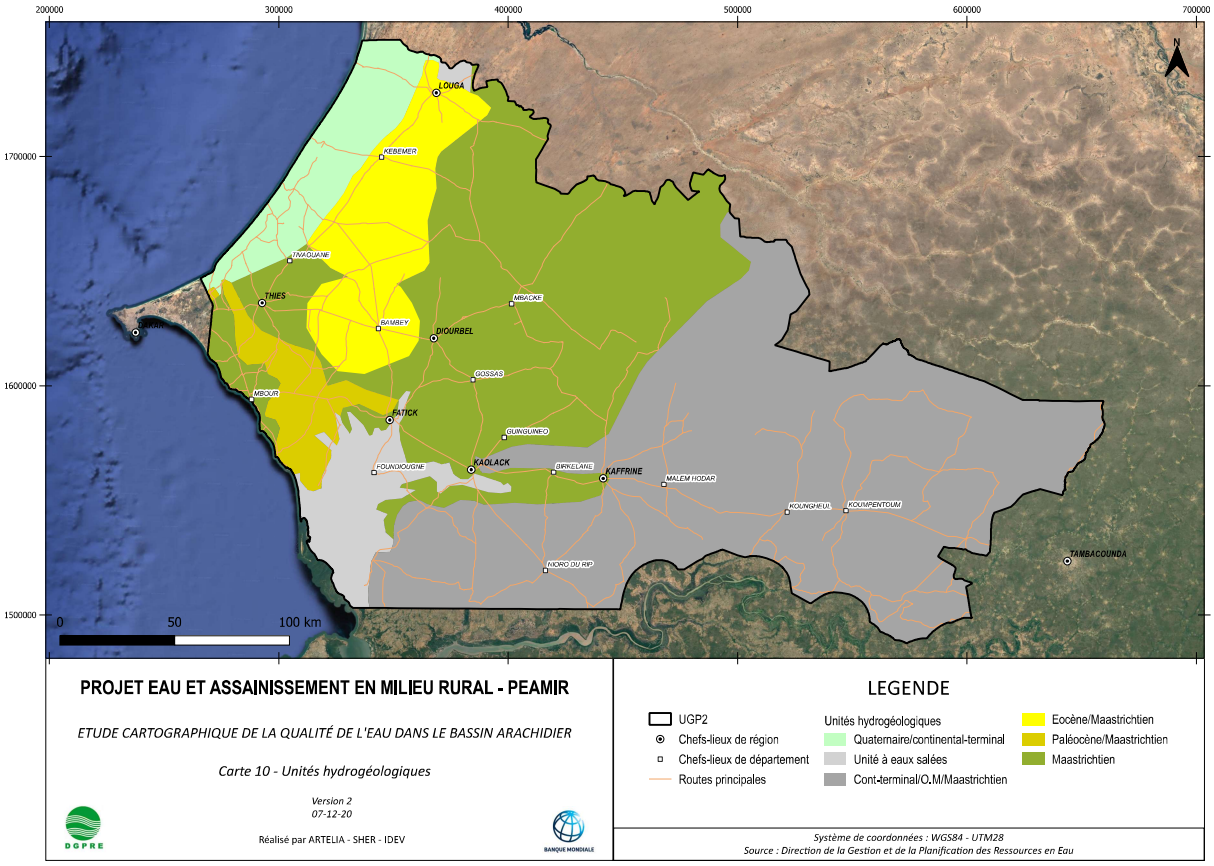


FIGURE 11 – Les différentes unités hydrogéologiques présentes dans la zone d'intérêt (DGPRE, 2020a)

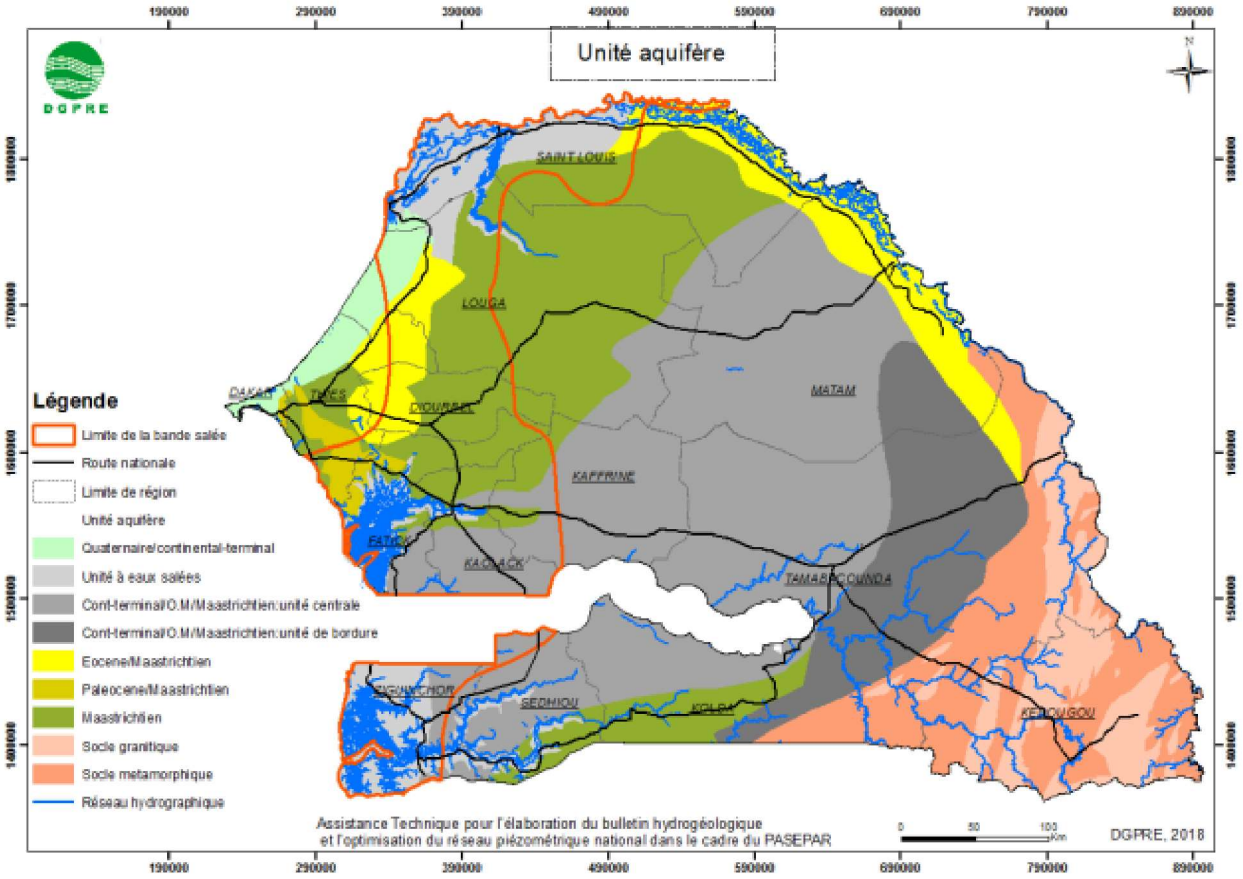


FIGURE 12 – Délimitation de la bande salée (DGPRE, 2018c)

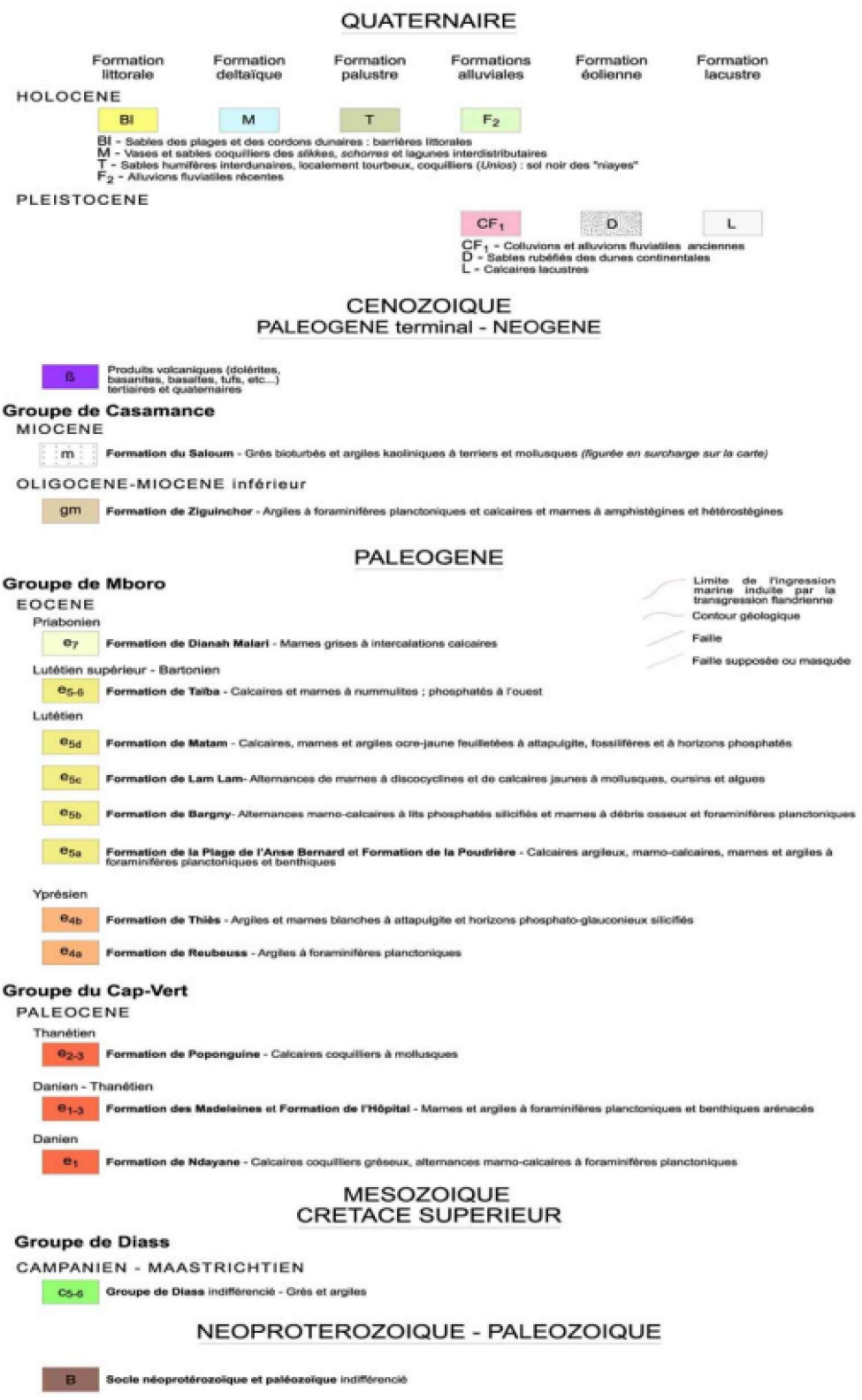


FIGURE 13 – Légende de la carte géologique (Roger et al., 2009b)

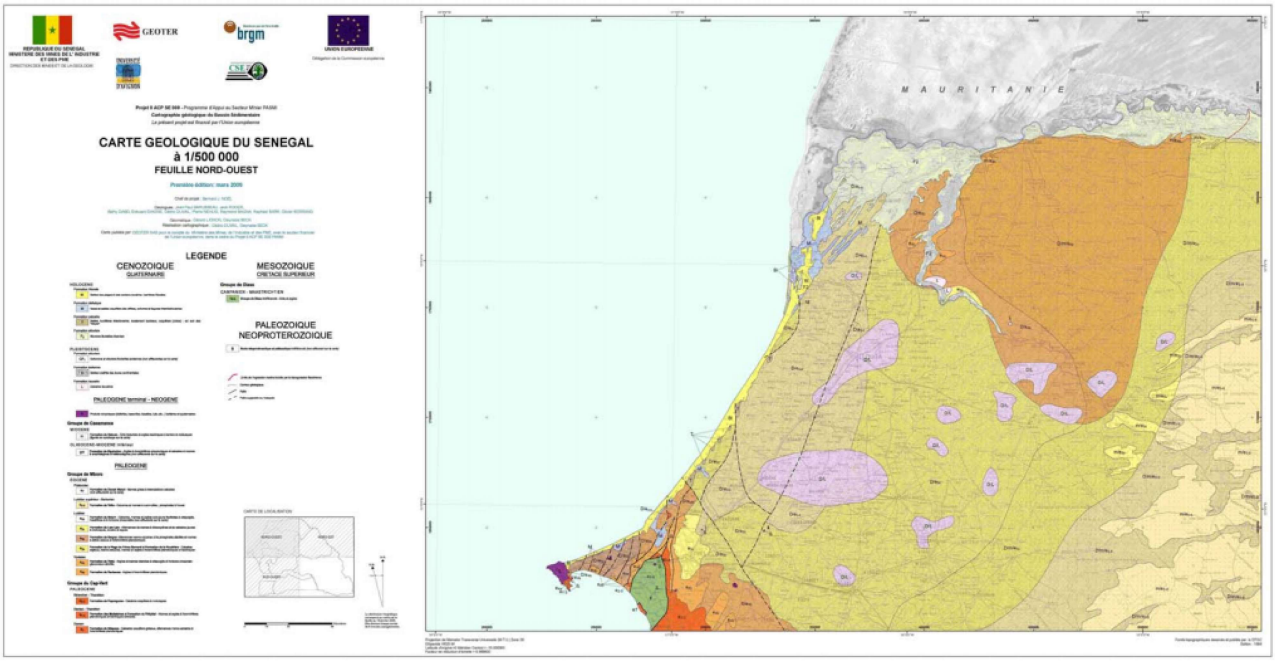


FIGURE 14 – Carte géologique du Sénégal à 1/500 000, représentation de la planche nord-ouest (Roger et al., 2009b)

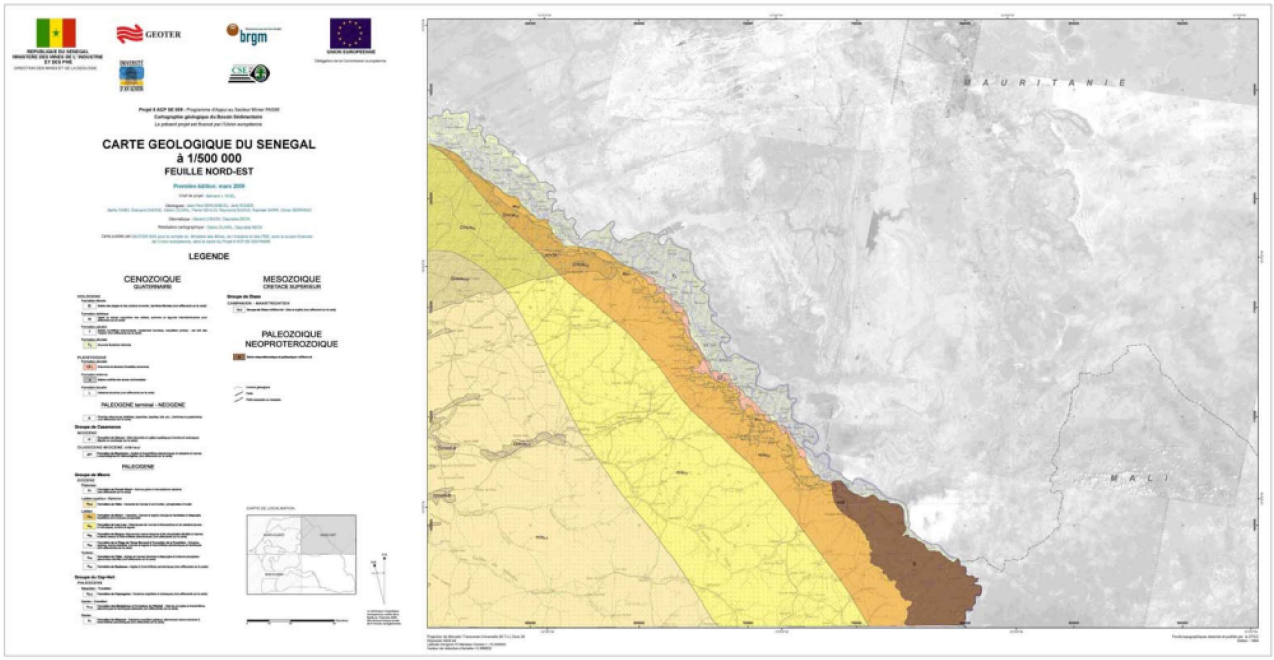


FIGURE 15 – Carte géologique du Sénégal à 1/500 000, représentation de la planche nord-est (Roger et al., 2009b)

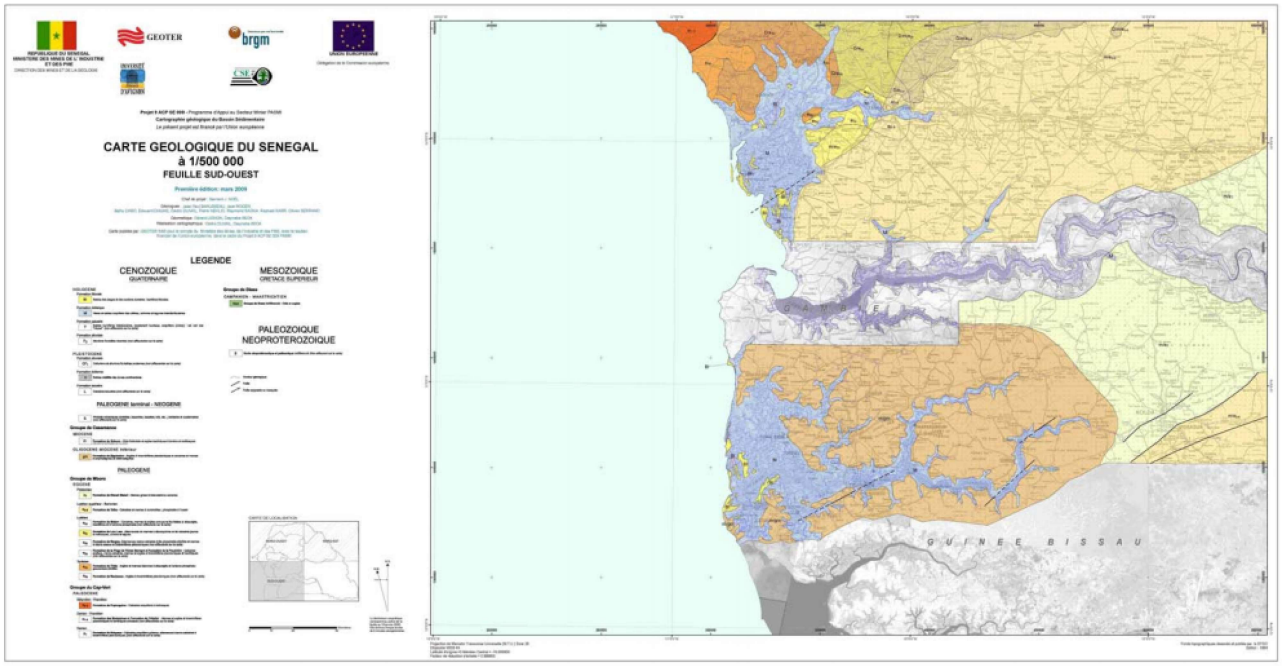


FIGURE 16 – Carte géologique du Sénégal à 1/500 000, représentation de la planche sud-ouest (Roger et al., 2009b)

Deuxième partie

Description de la base de données généralisée créée

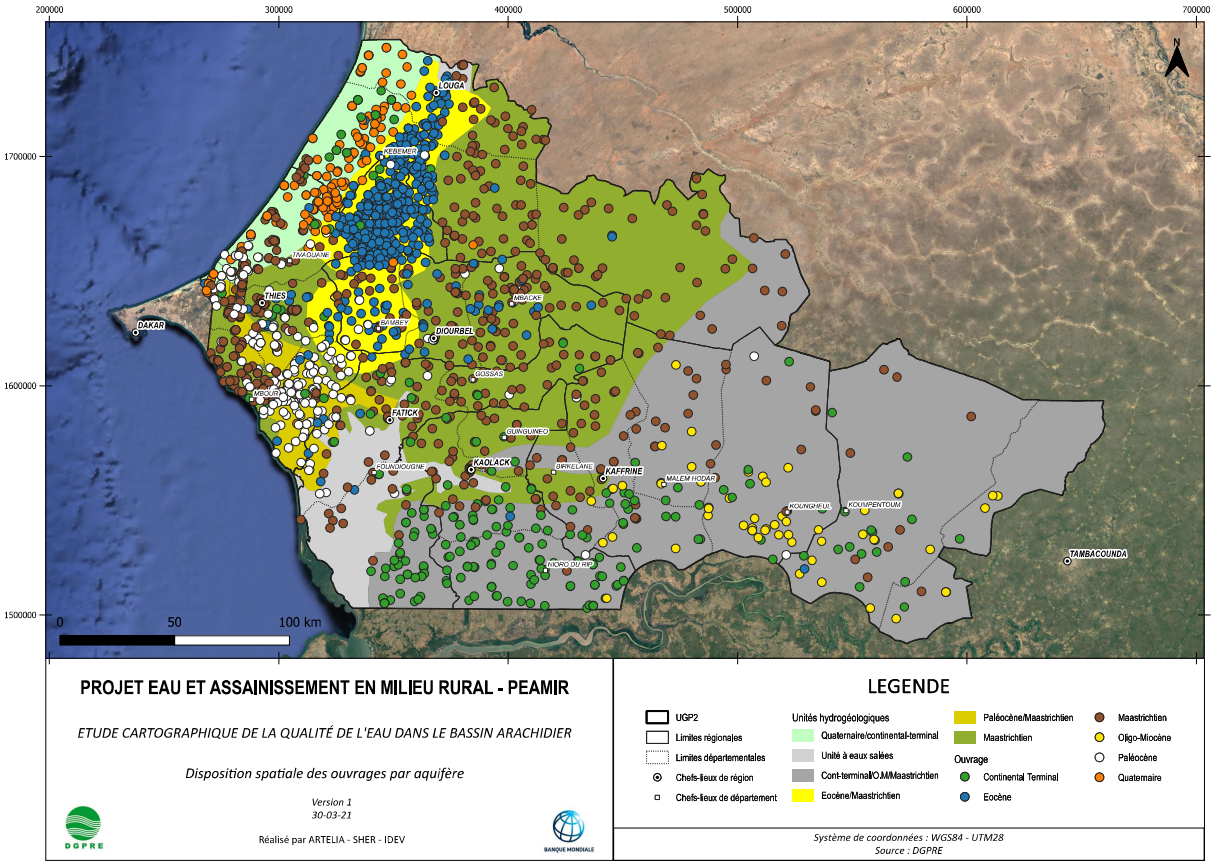


FIGURE 17 – Répartition de l'ensemble des données par aquifère

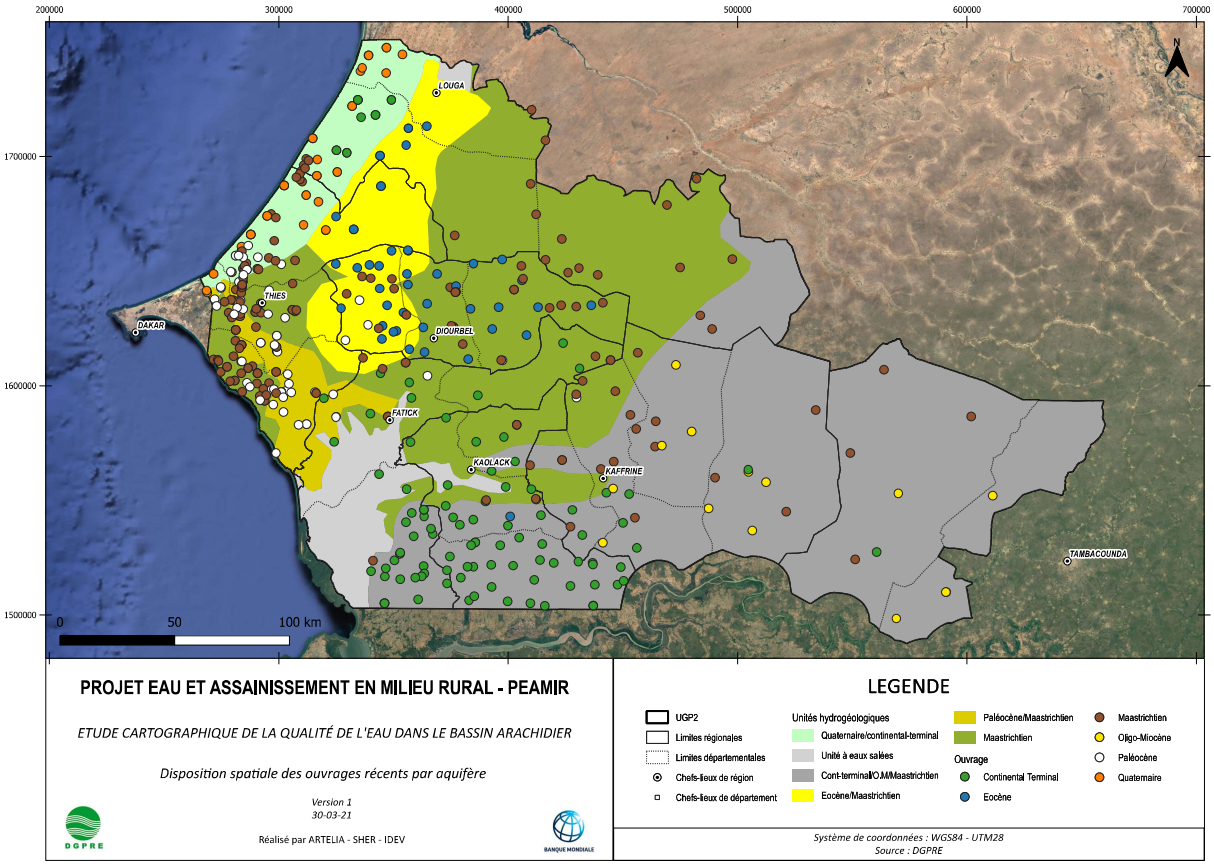


FIGURE 18 – Disposition spatiale de l'ensemble des données récentes, après 2010

Troisième partie

Étude statistique des eaux souterraines du Bassin Arachidier

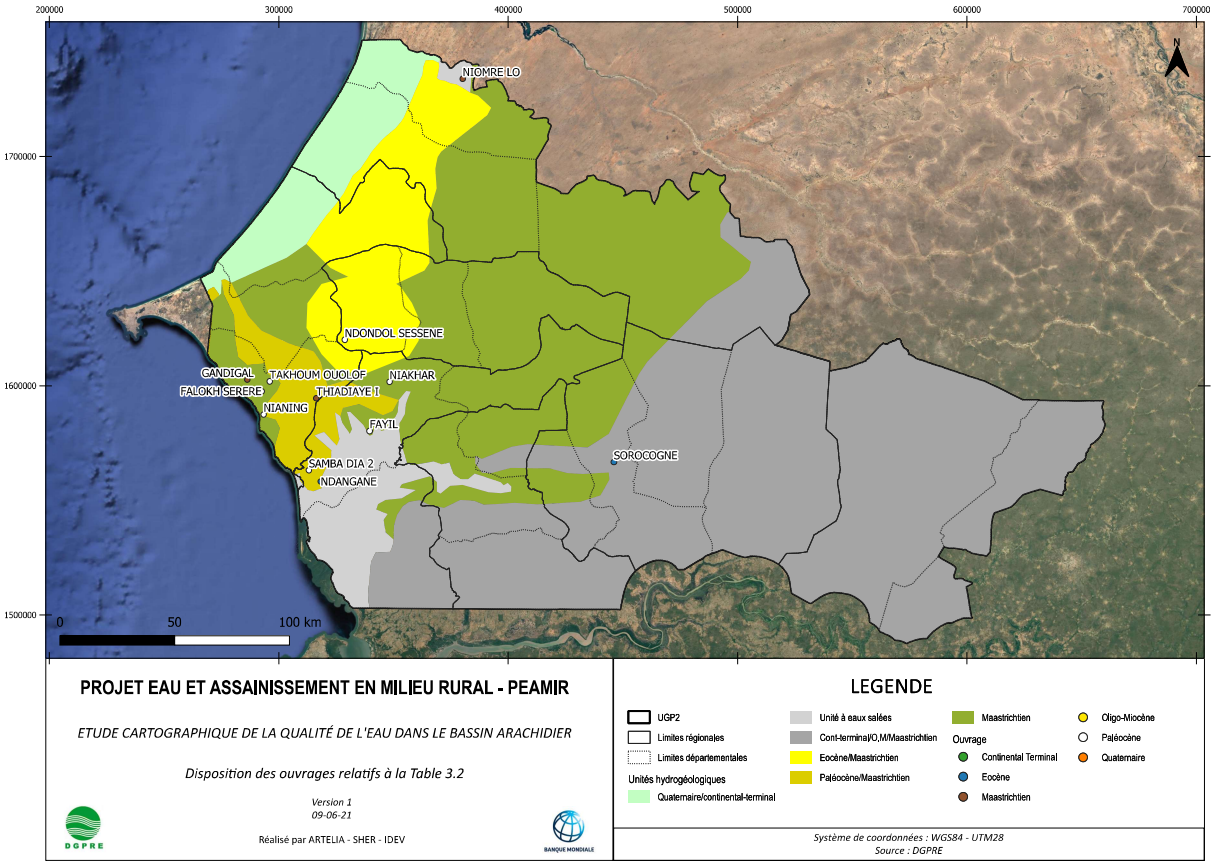


FIGURE 19 – Disposition spatiale des ouvrages relatifs à la Table 3.2

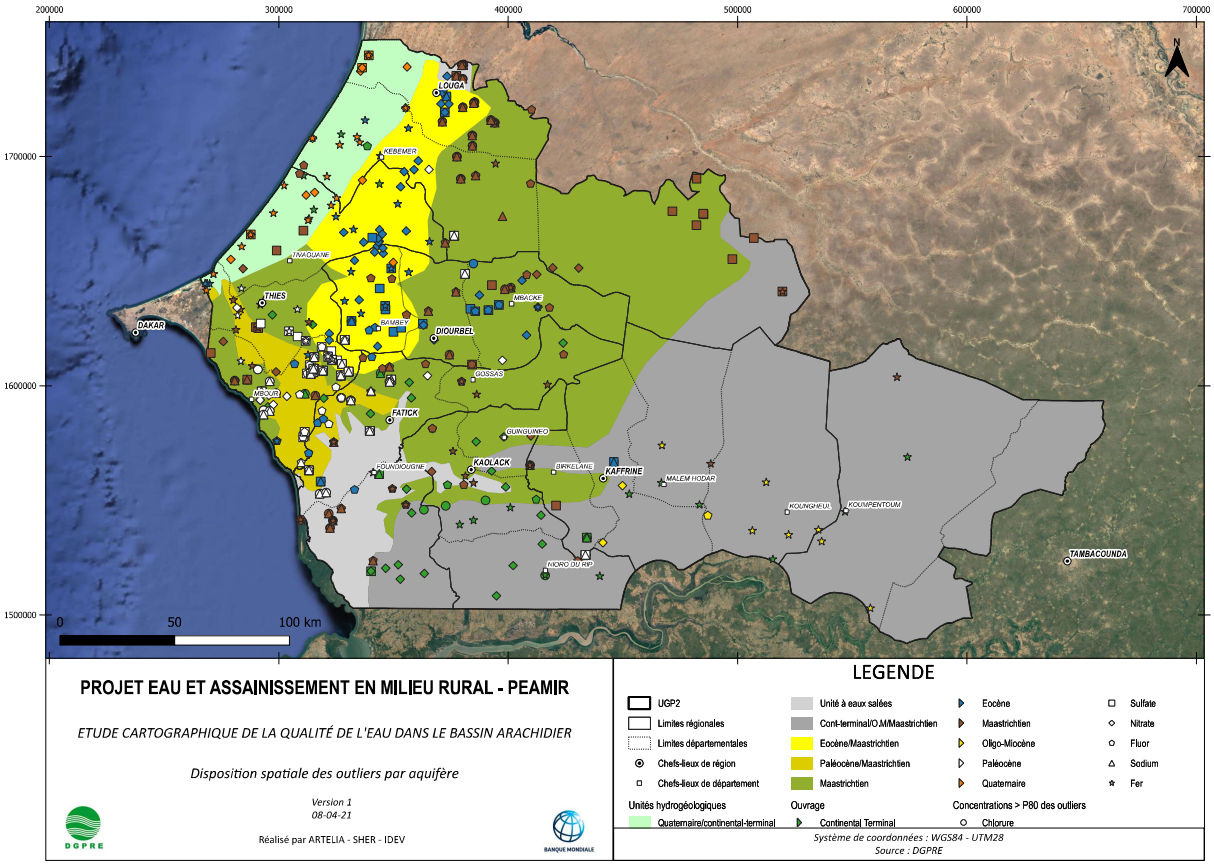


FIGURE 20 – Disposition spatiale des outliers

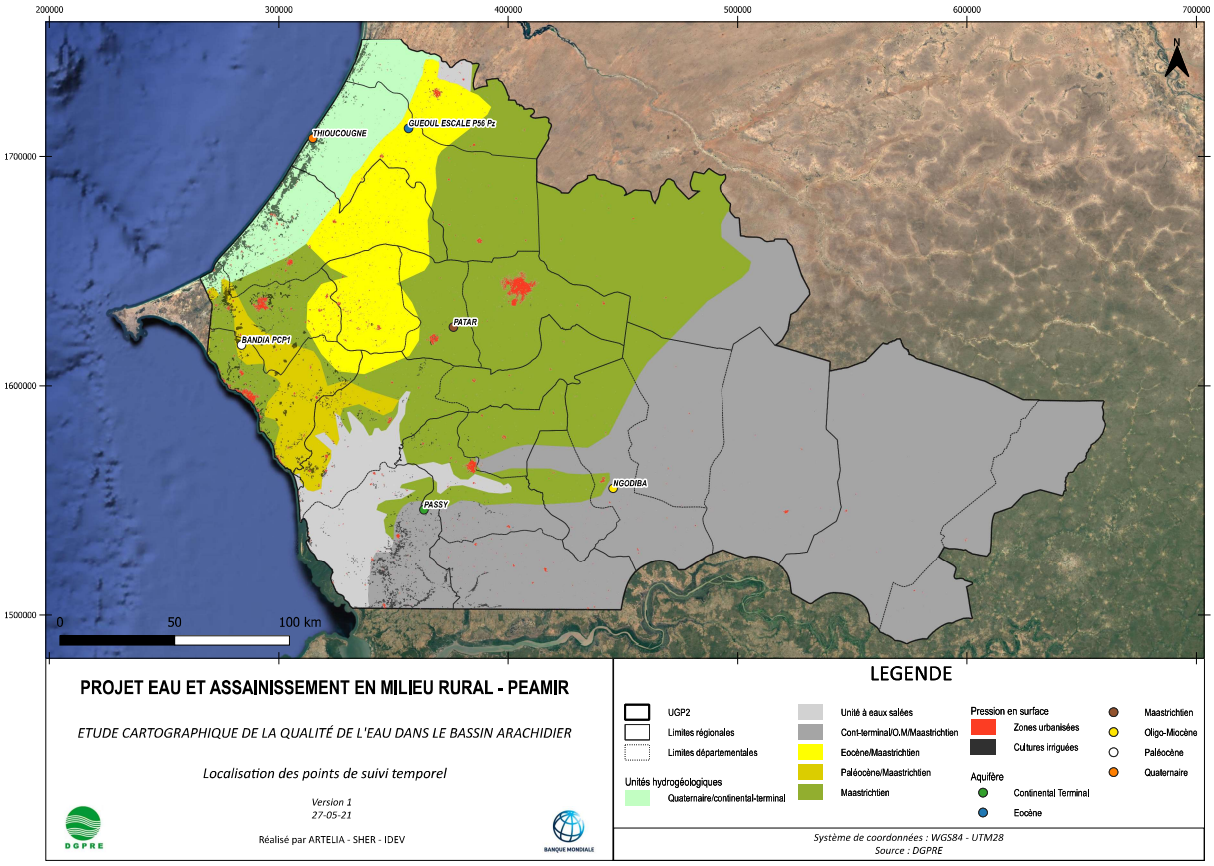


FIGURE 21 – Localisation des ouvrages du réseau de suivi temporel et lien avec les pressions en surface

Quatrième partie

Analyses spatiales des eaux souterraines du Bassin Arachidier

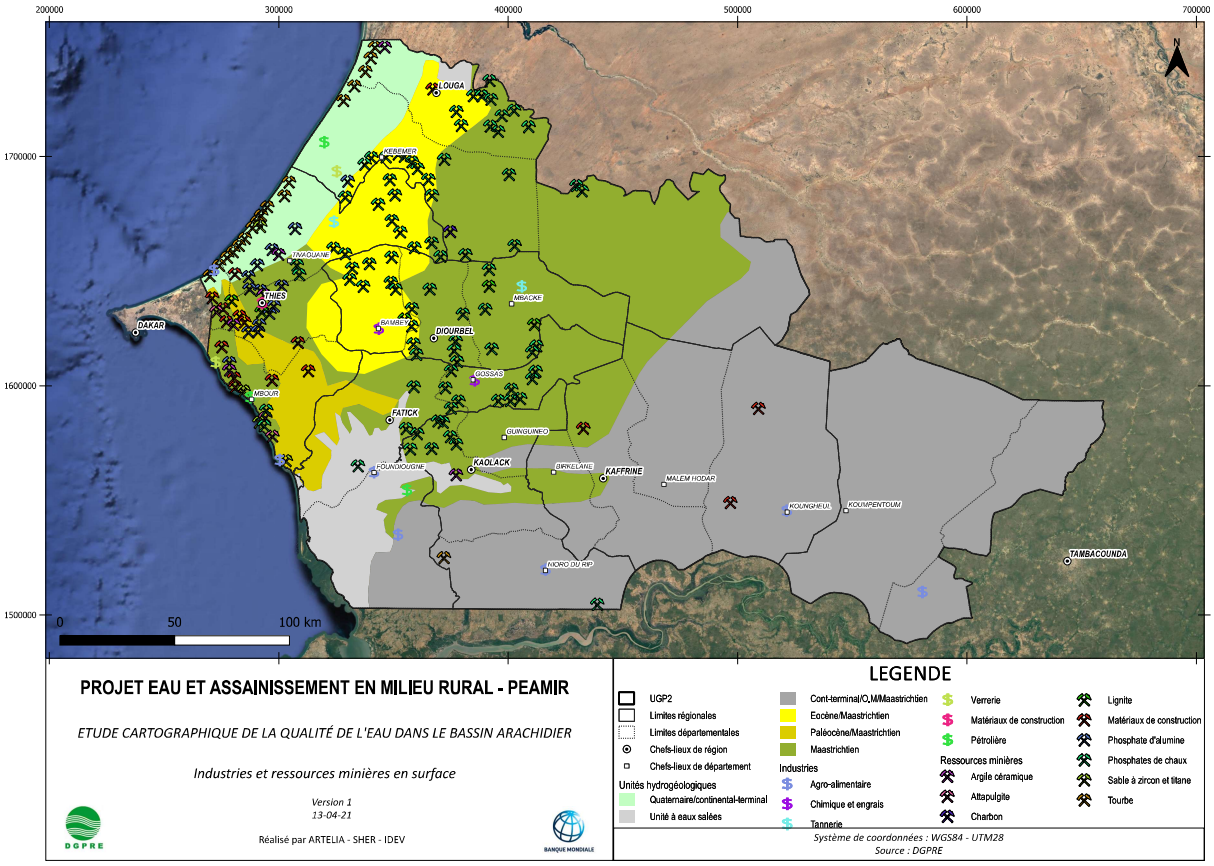


FIGURE 22 – Disposition spatiale des pressions en surface : industries et ressources minières

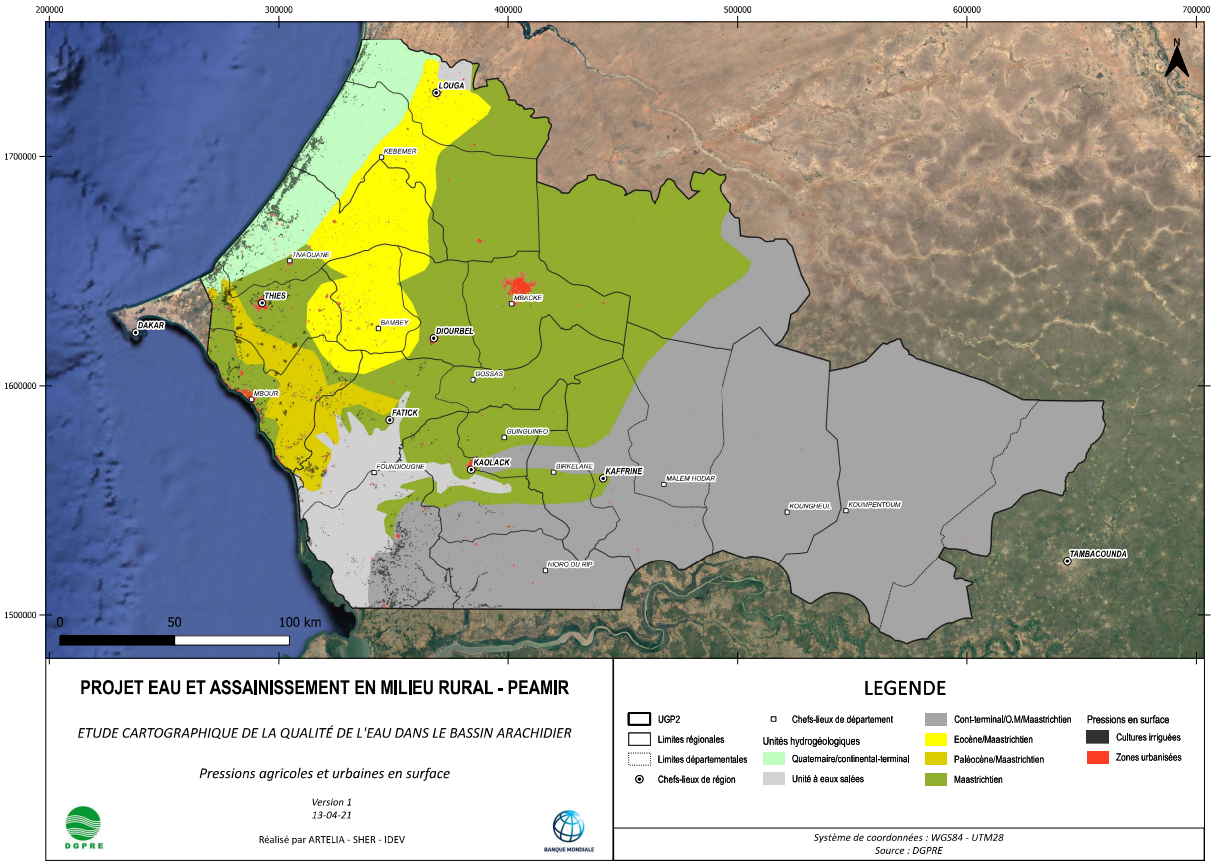


FIGURE 23 – Disposition spatiale des pressions agricoles et urbaines en surface

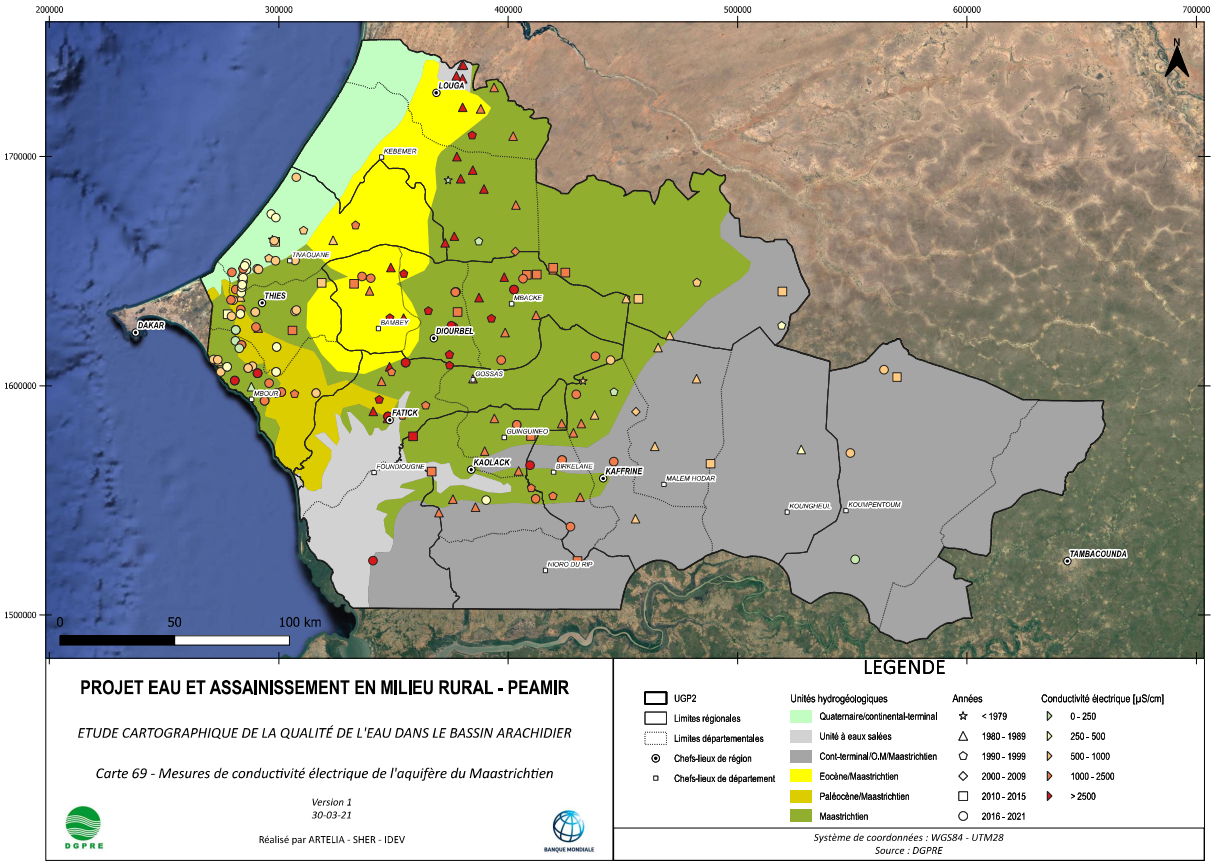


FIGURE 24 – Mesures de conductivité électrique de l'aquifère du Maastrichtien

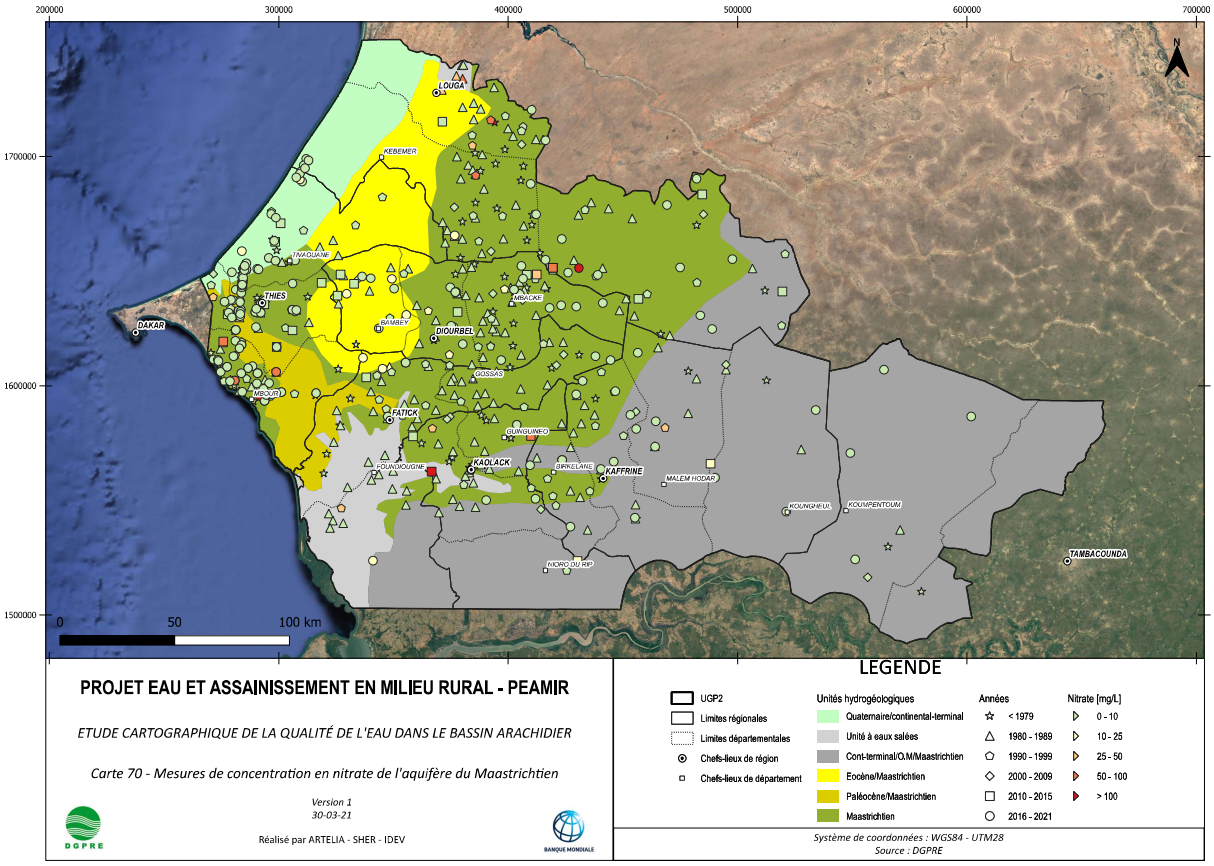


FIGURE 25 – Mesures de concentration en nitrate de l'aquifère du Maastrichtien

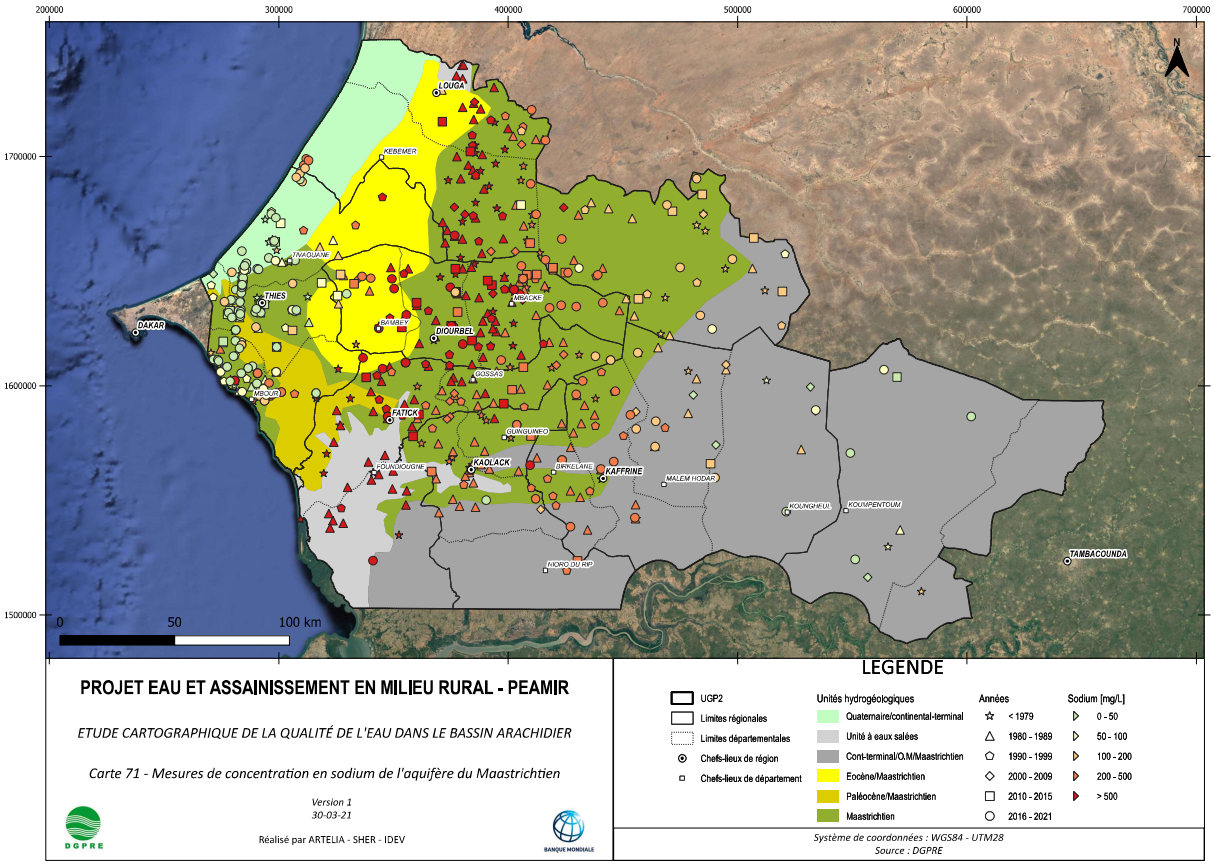


FIGURE 26 – Mesures de concentration en sodium de l'aquifère du Maastrichtien

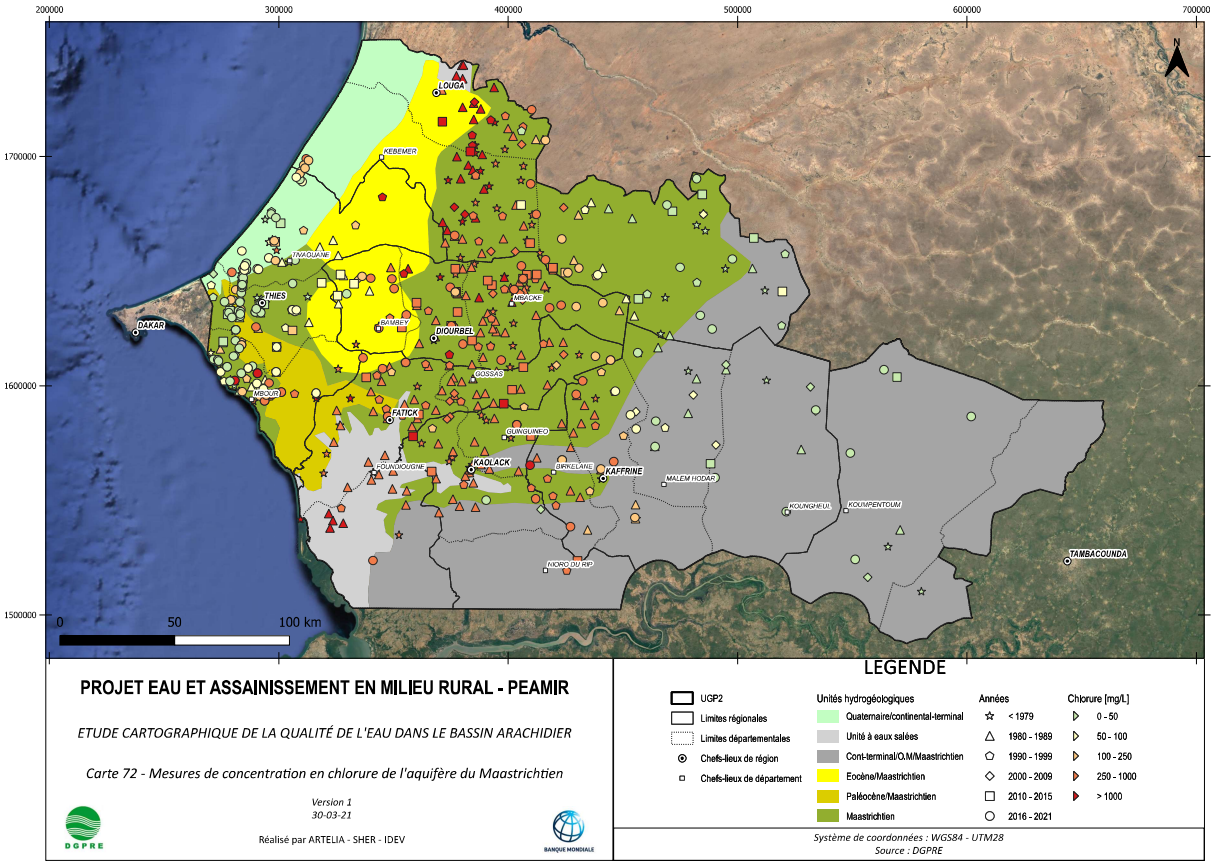


FIGURE 27 – Mesures de concentration en chlorure de l'aquifère du Maastrichtien

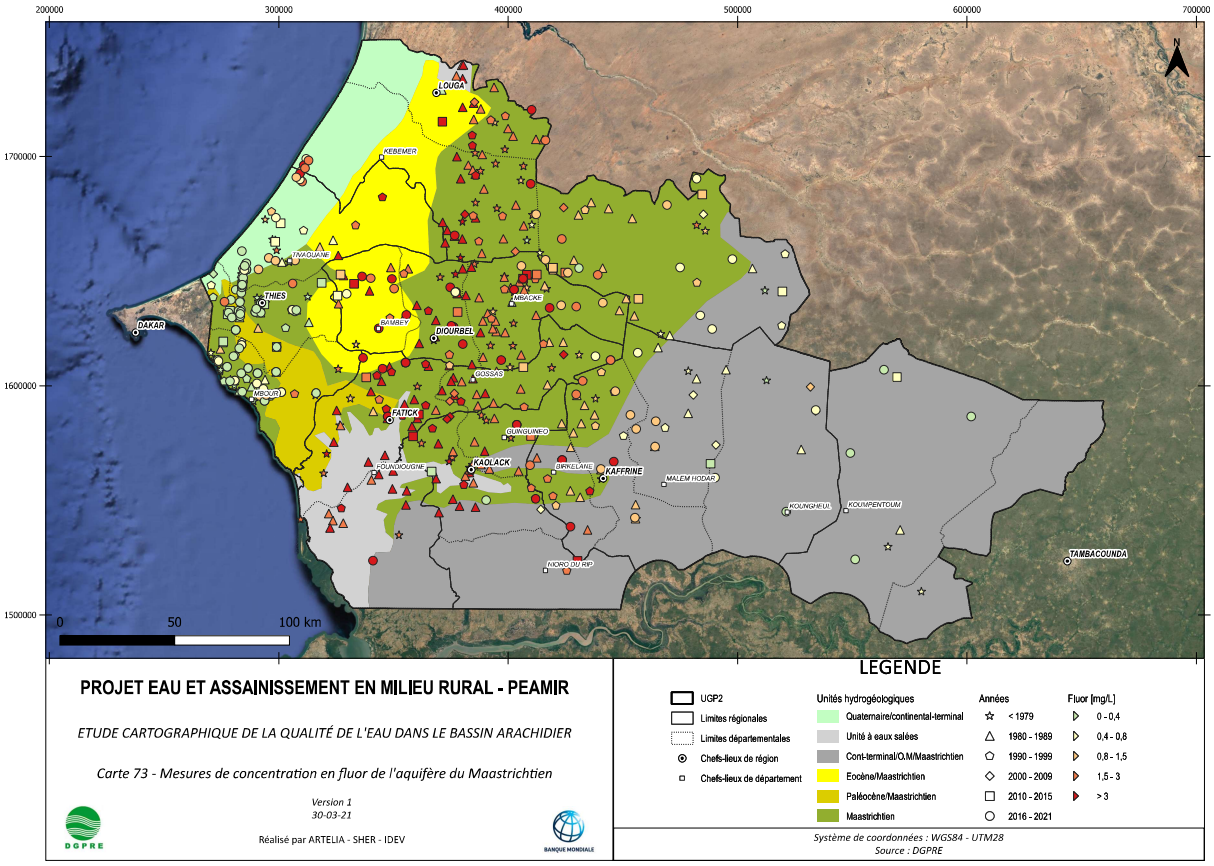


FIGURE 28 – Mesures de concentration en fluorure de l'aquifère du Maastrichtien

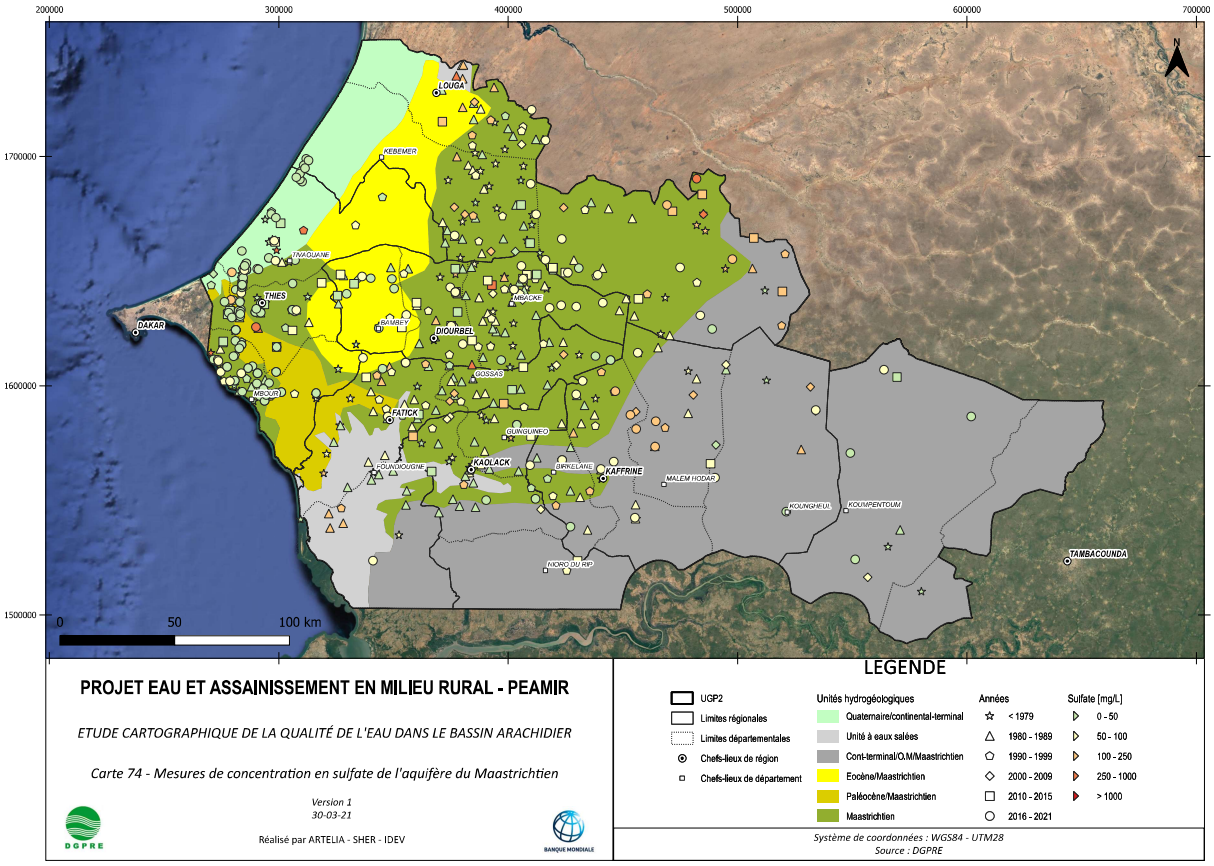


FIGURE 29 – Mesures de concentration en sulfate de l'aquifère du Maastrichtien

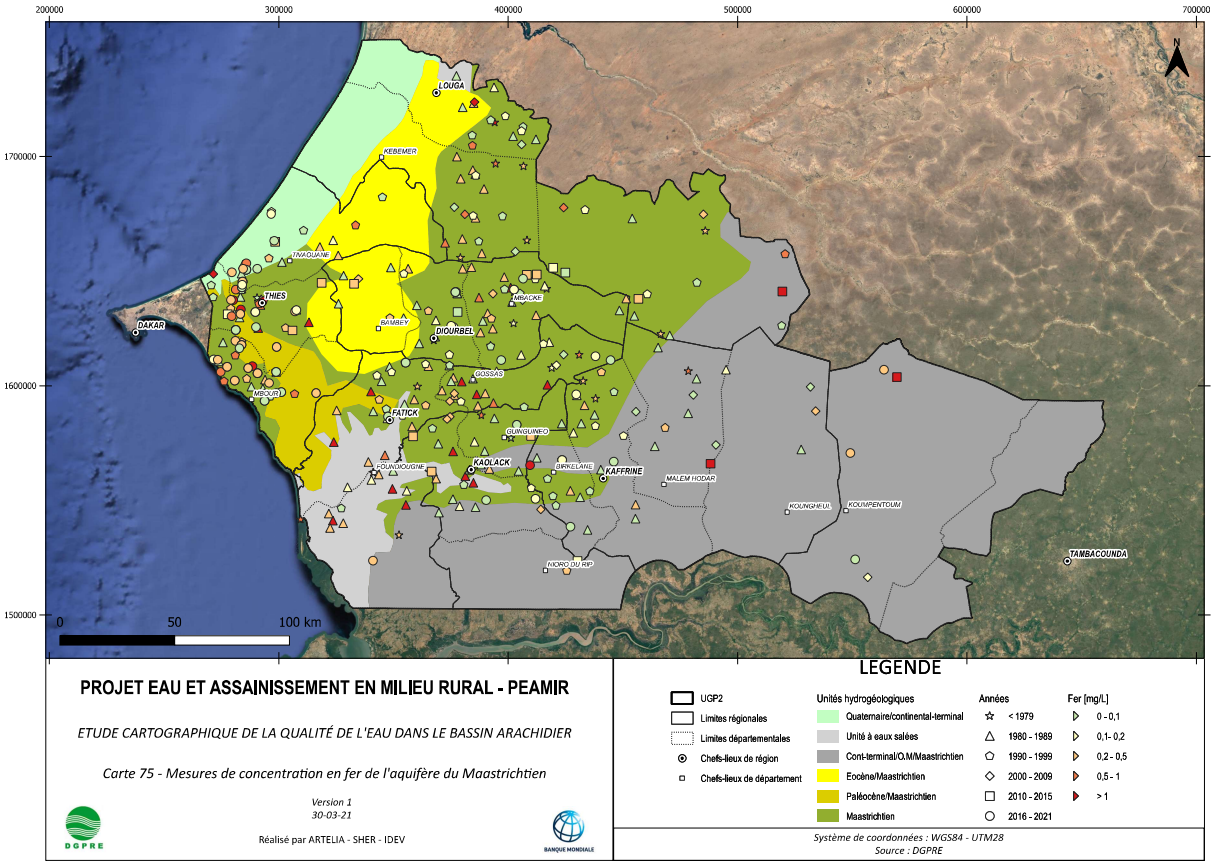


FIGURE 30 – Mesures de concentration en fer de l'aquifère du Maastrichtien

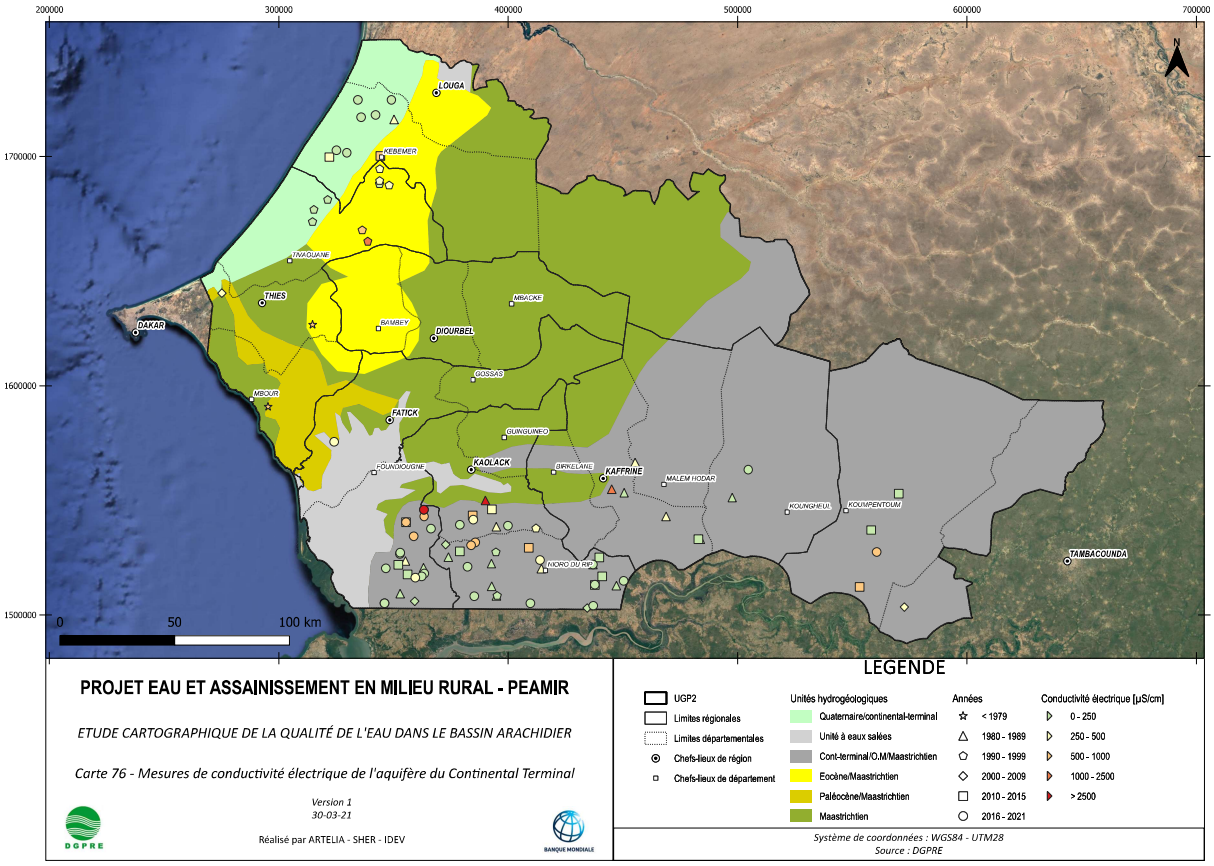


FIGURE 31 – Mesures de conductivité électrique de l'aquifère du Continental Terminal

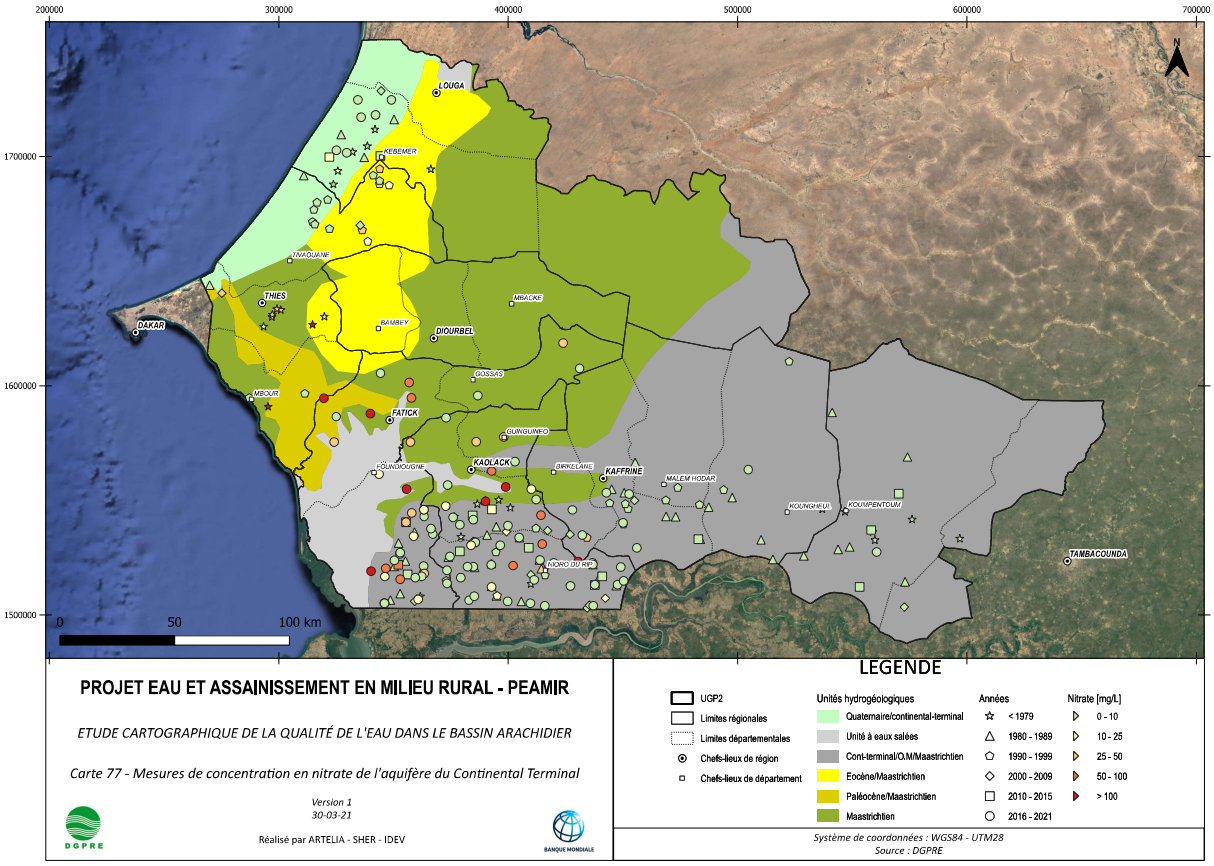


FIGURE 32 – Mesures de concentration en nitrate de l'aquifère du Continental Terminal

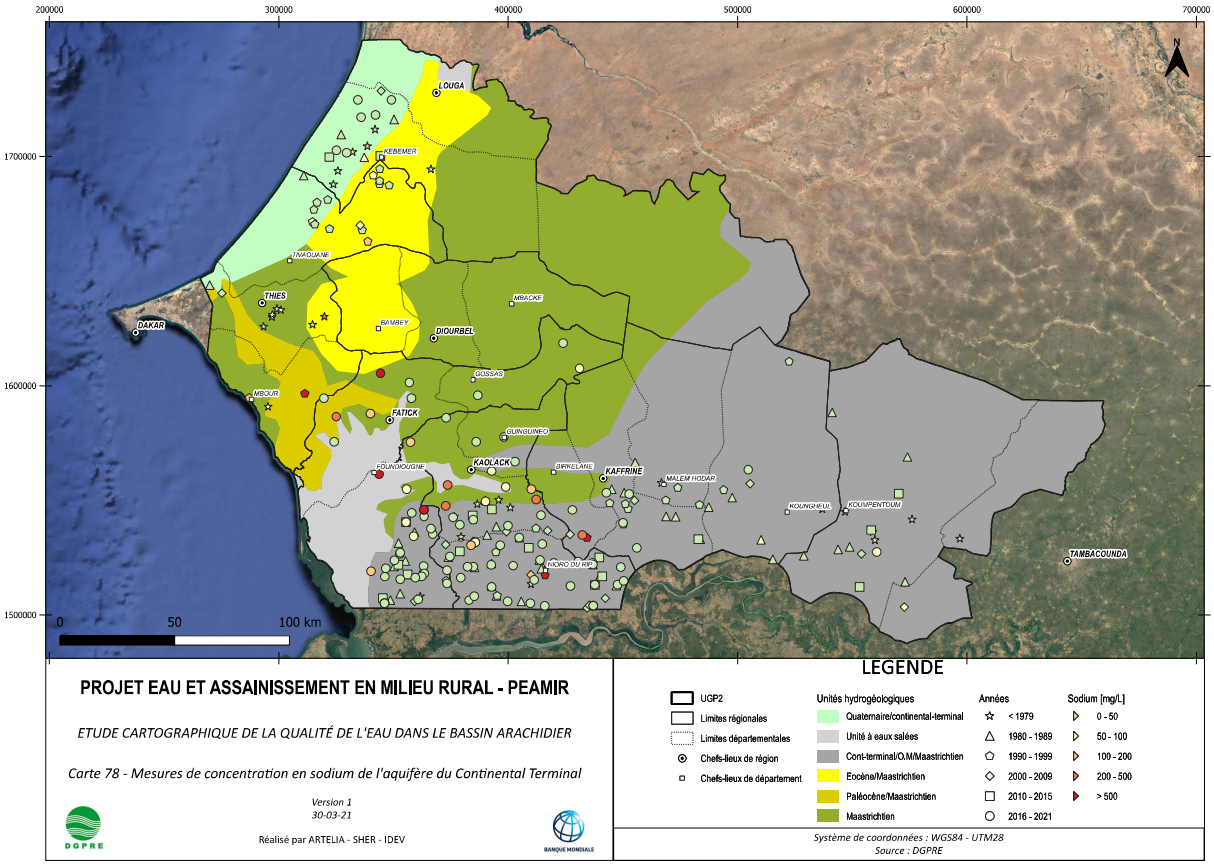


FIGURE 33 – Mesures de concentration en sodium de l'aquifère du Continental Terminal

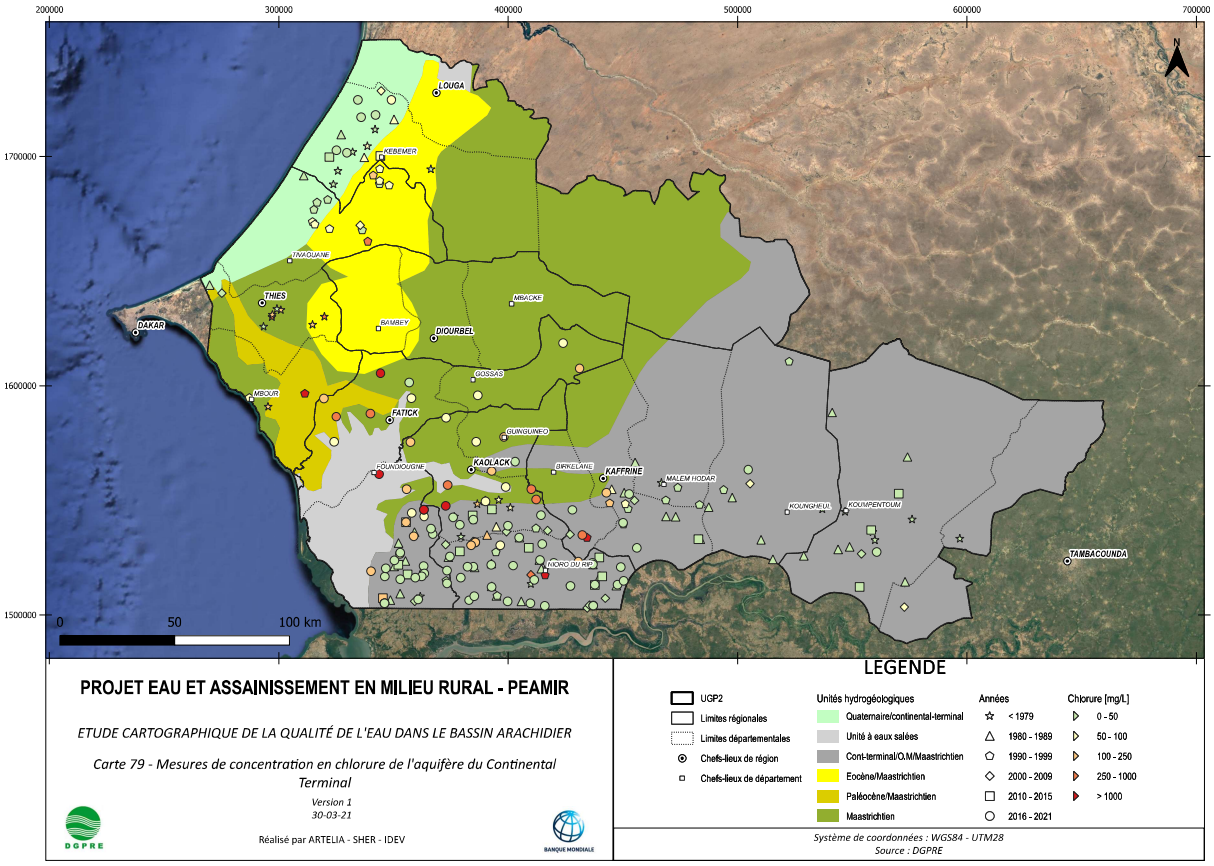


FIGURE 34 – Mesures de concentration en chlorure de l'aquifère du Continental Terminal

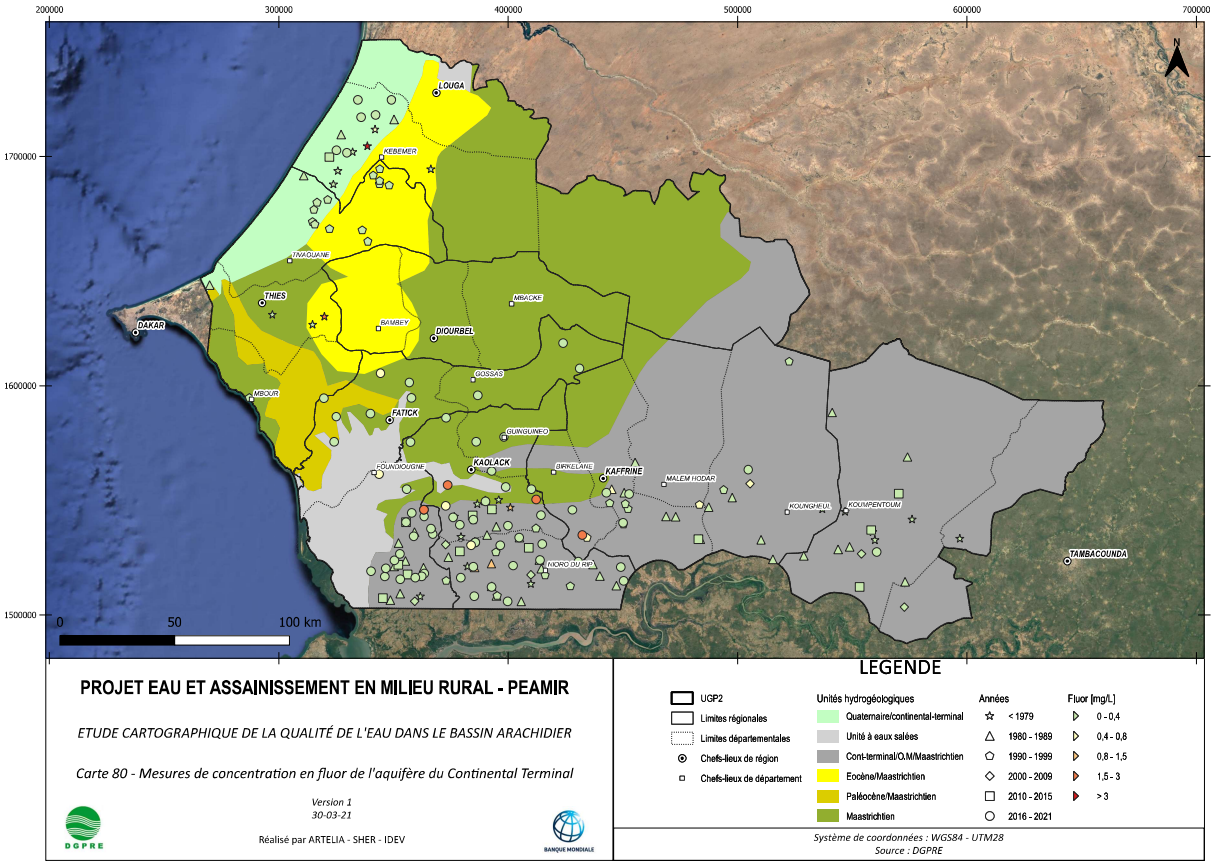


FIGURE 35 – Mesures de concentration en fluorure de l'aquifère du Continental Terminal

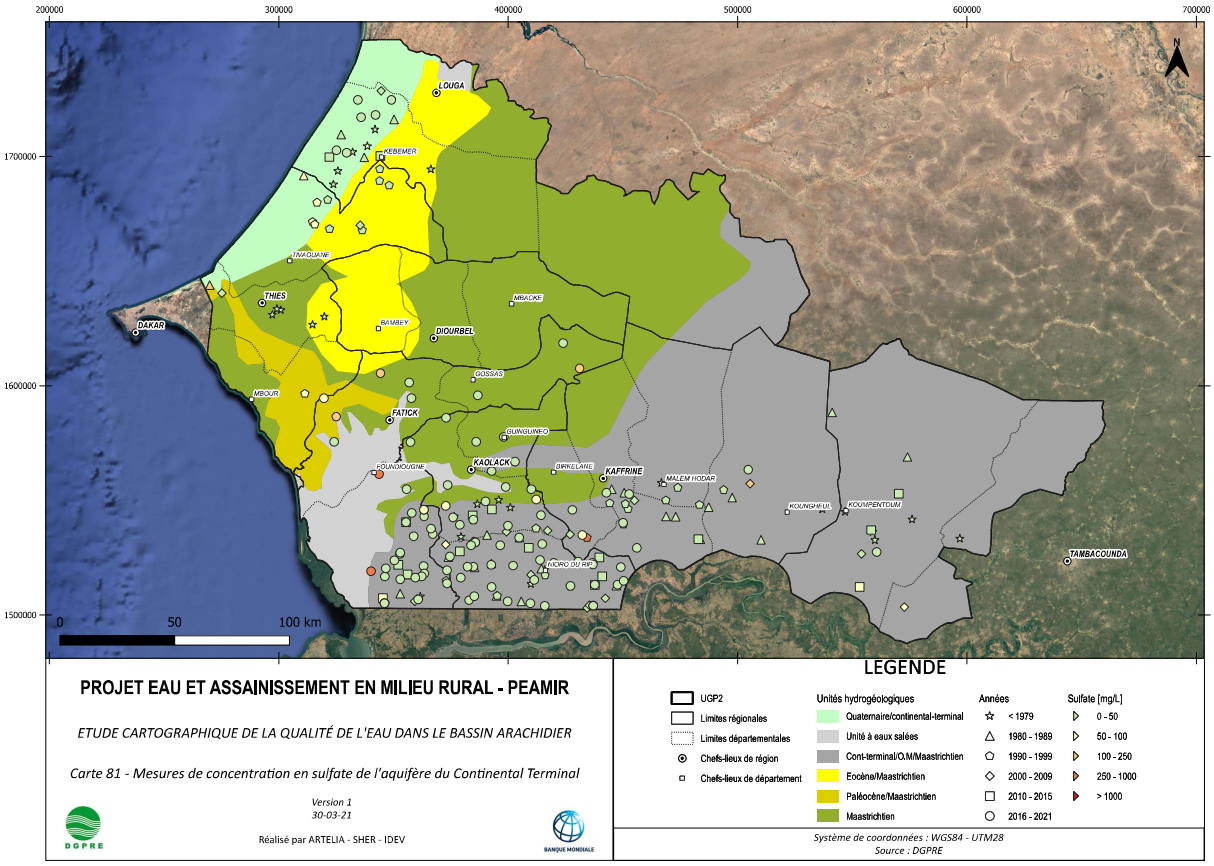


FIGURE 36 – Mesures de concentration en sulfate de l'aquifère du Continental Terminal

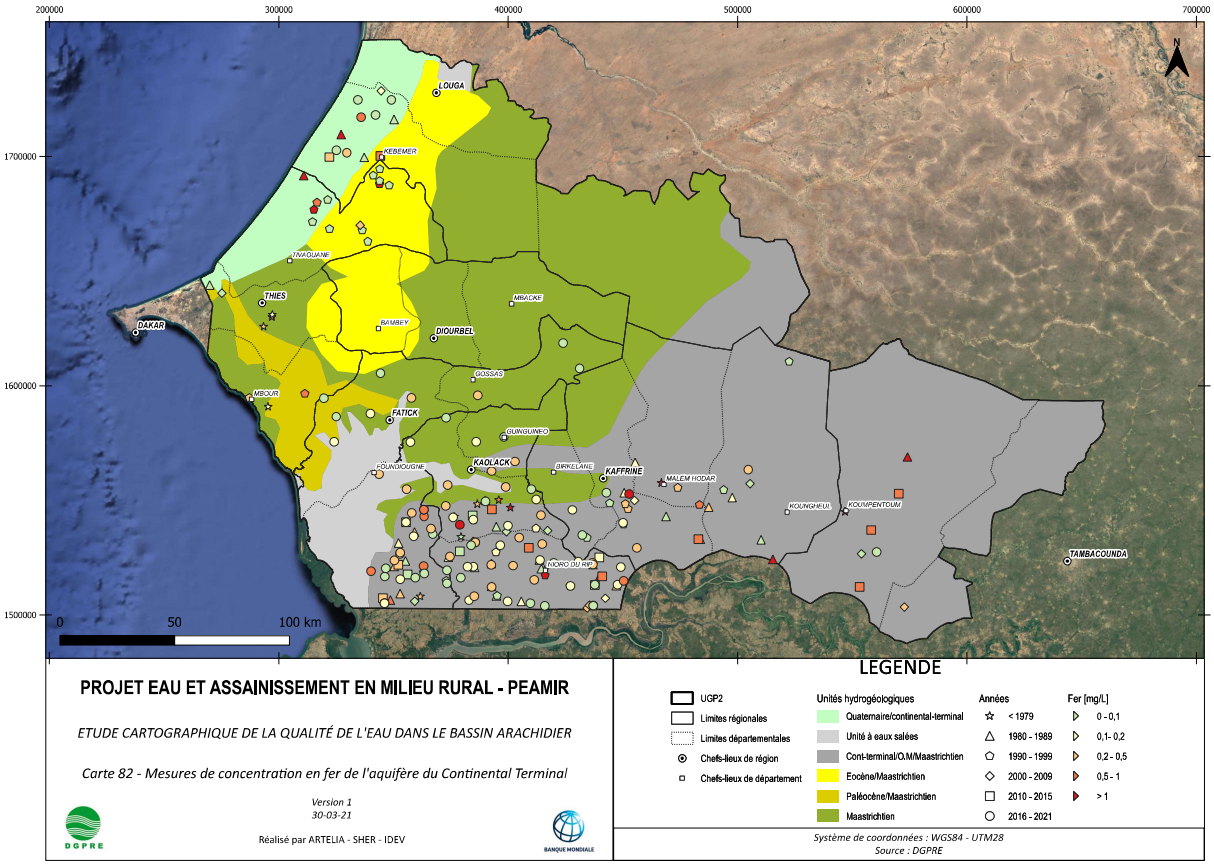


FIGURE 37 – Mesures de concentration en fer de l'aquifère du Continental Terminal

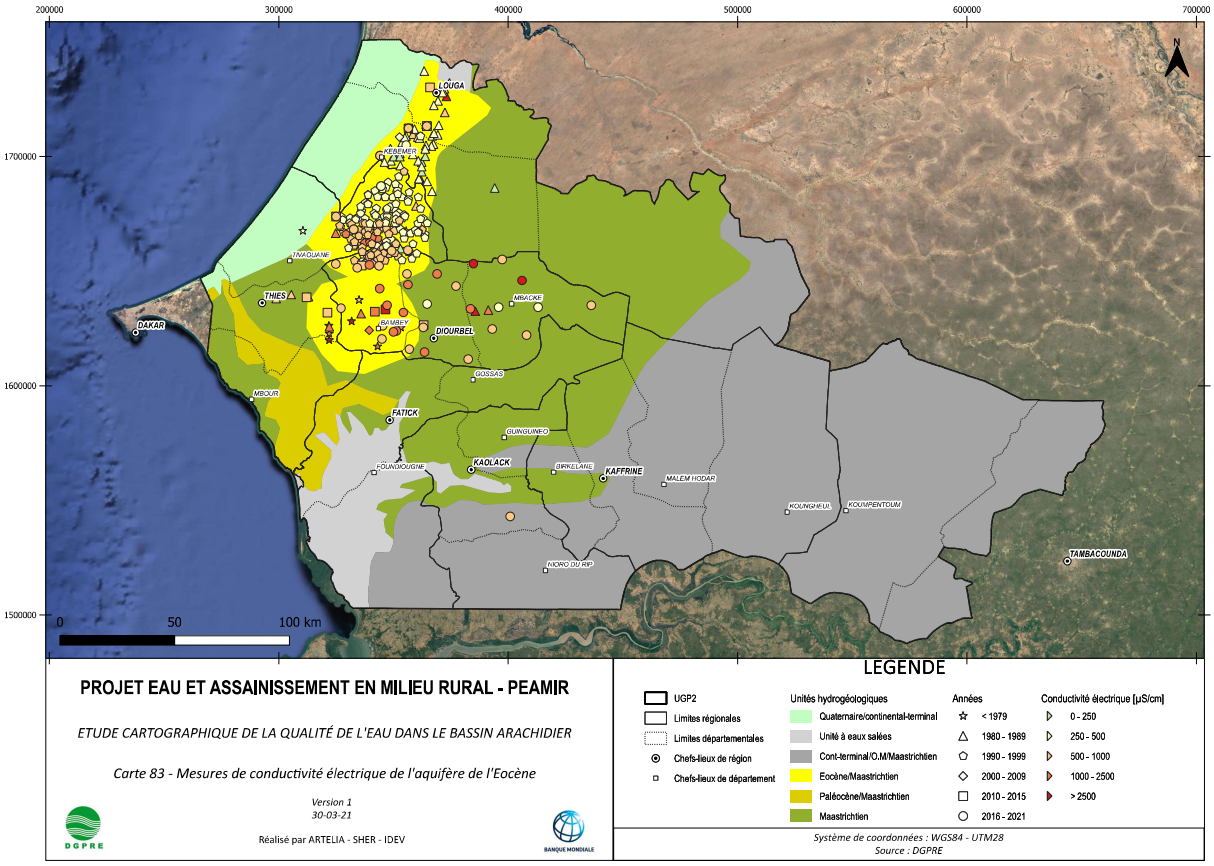


FIGURE 38 – Mesures de conductivité électrique de l'aquifère de l'Éocène

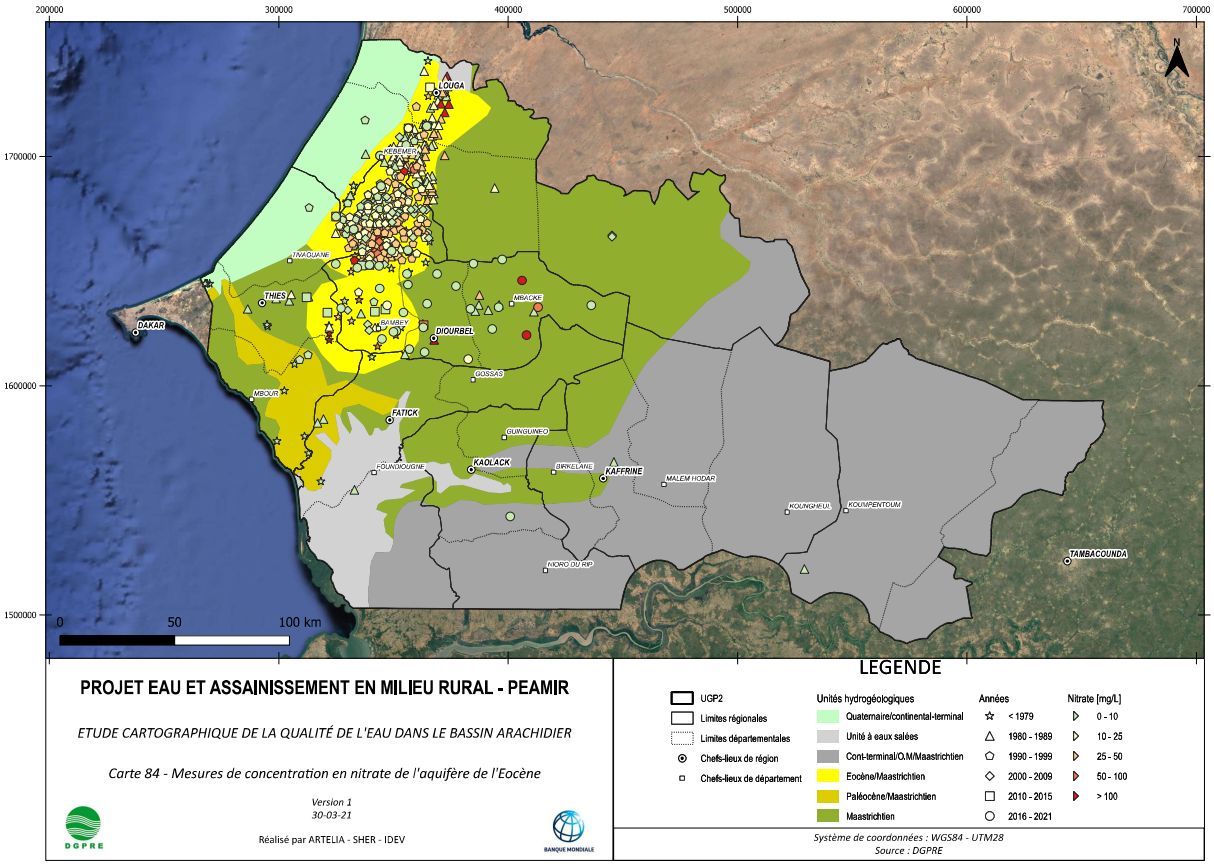


FIGURE 39 – Mesures de concentration en nitrate de l'aquifère de l'Éocène

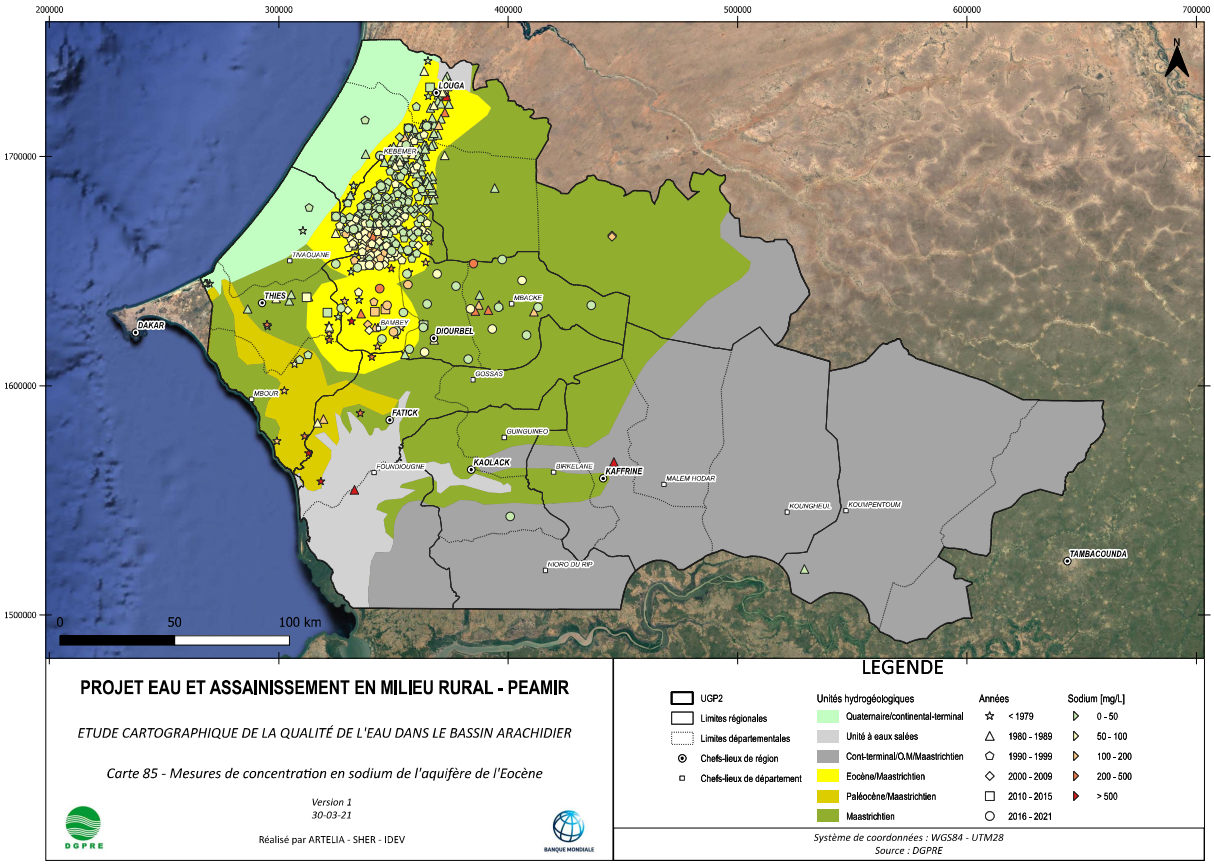


FIGURE 40 – Mesures de concentration en sodium de l'aquifère de l'Éocène

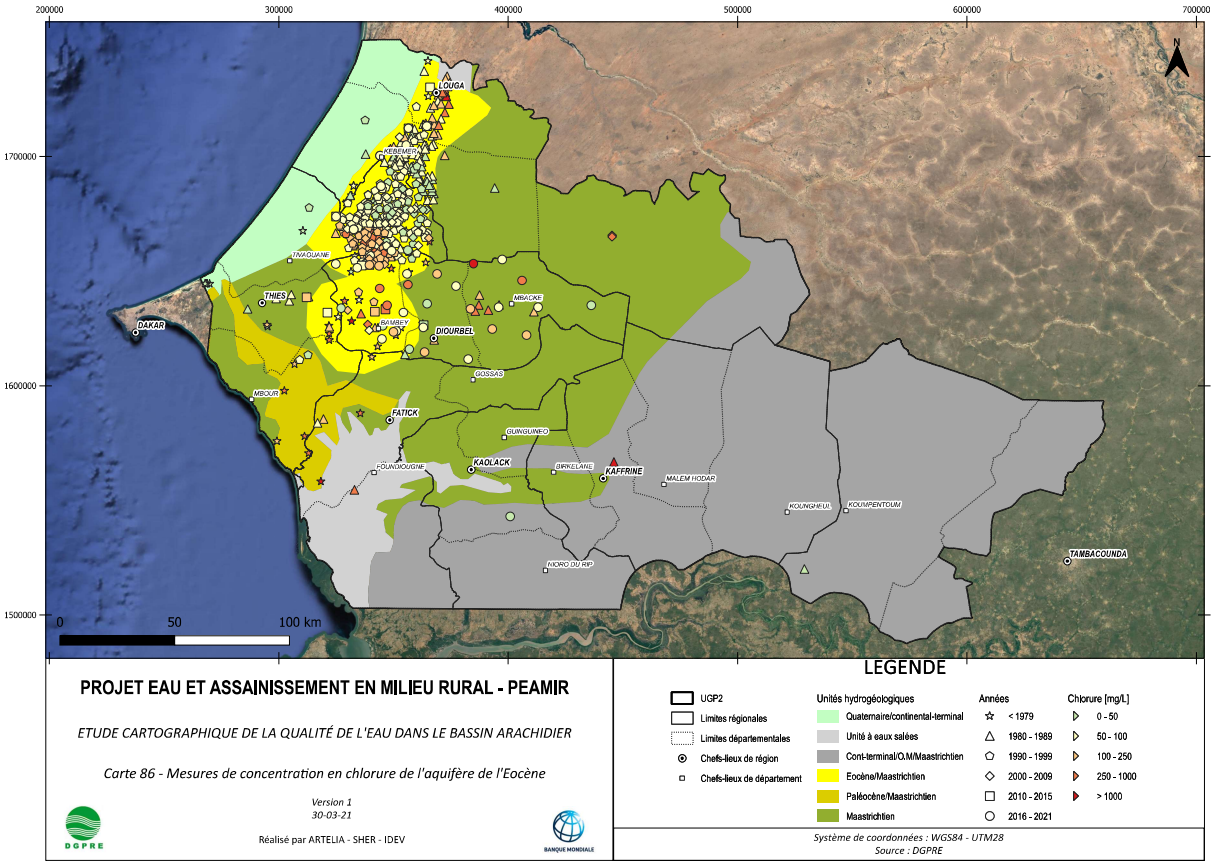


FIGURE 41 – Mesures de concentration en chlorure de l'aquifère de l'Éocène

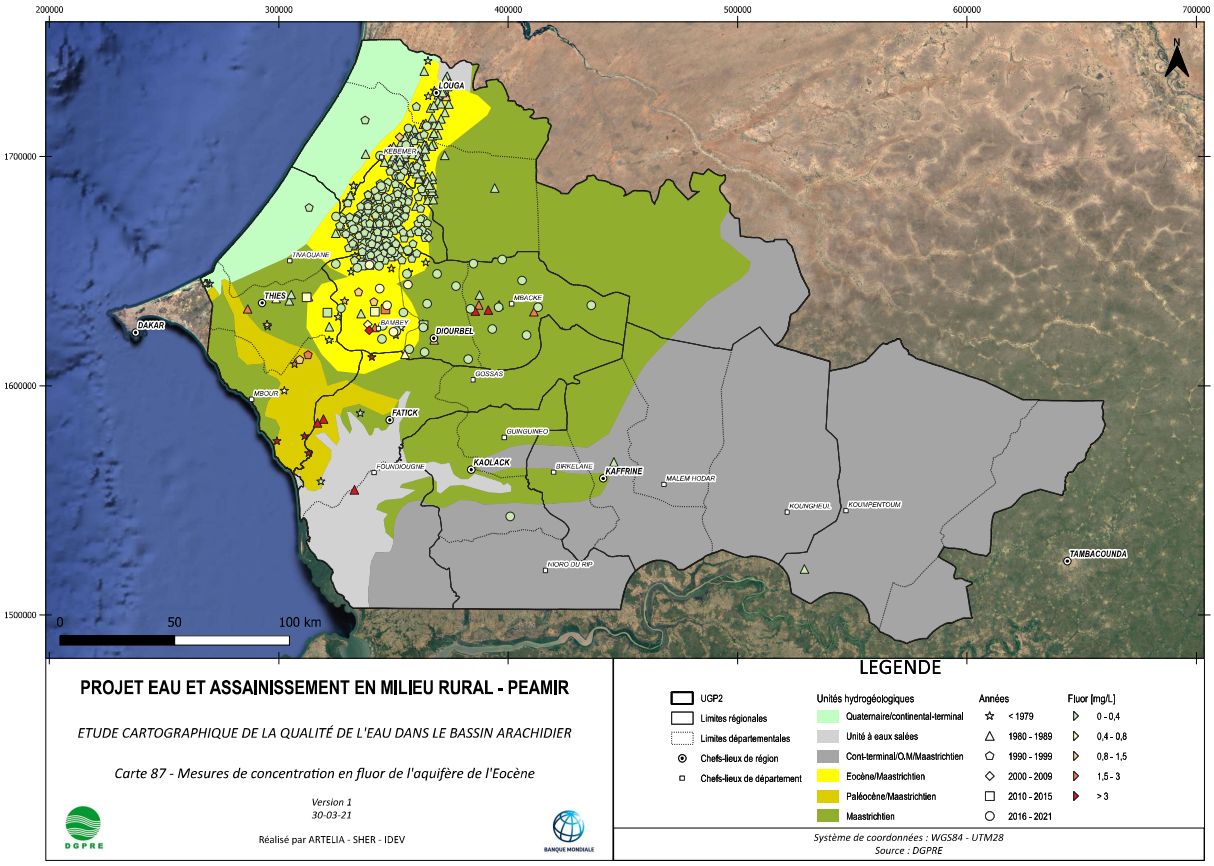


FIGURE 42 – Mesures de concentration en fluorure de l'aquifère de l'Éocène

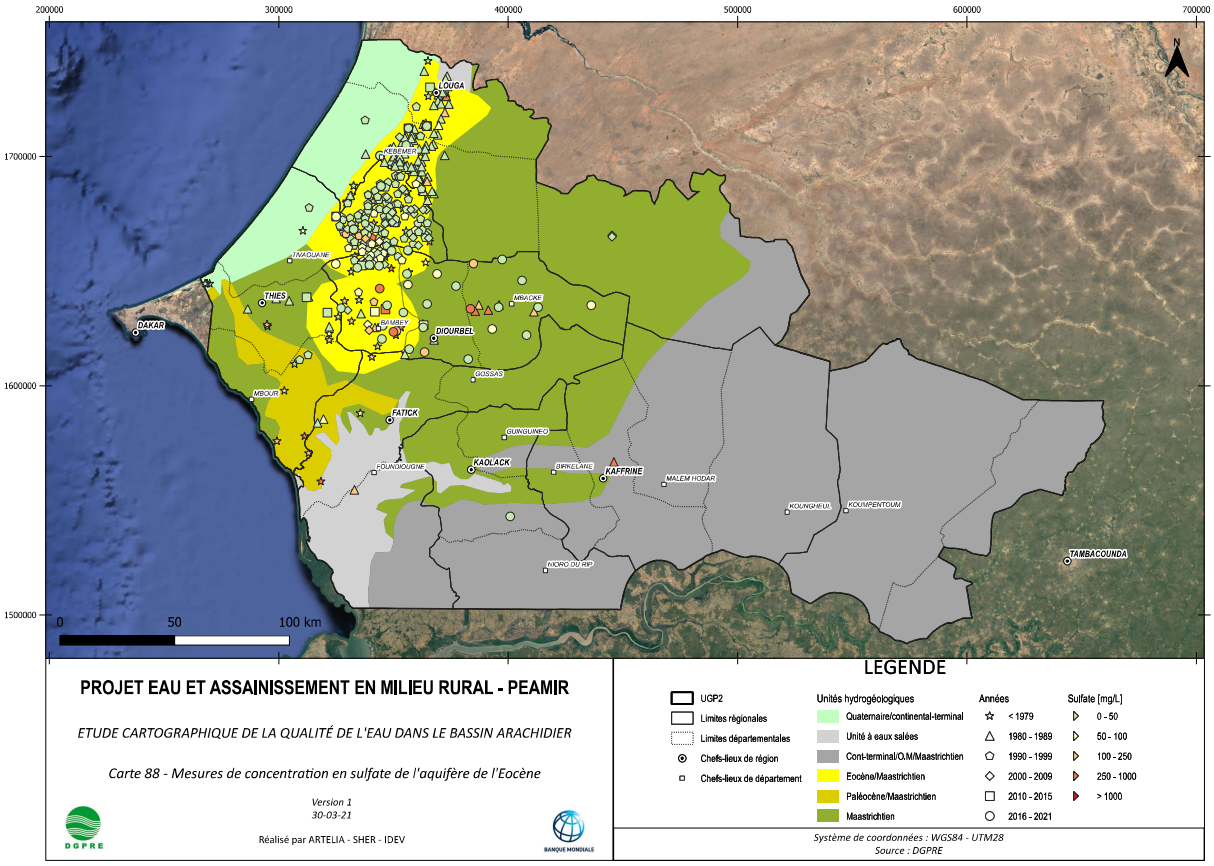


FIGURE 43 – Mesures de concentration en sulfate de l'aquifère de l'Éocène

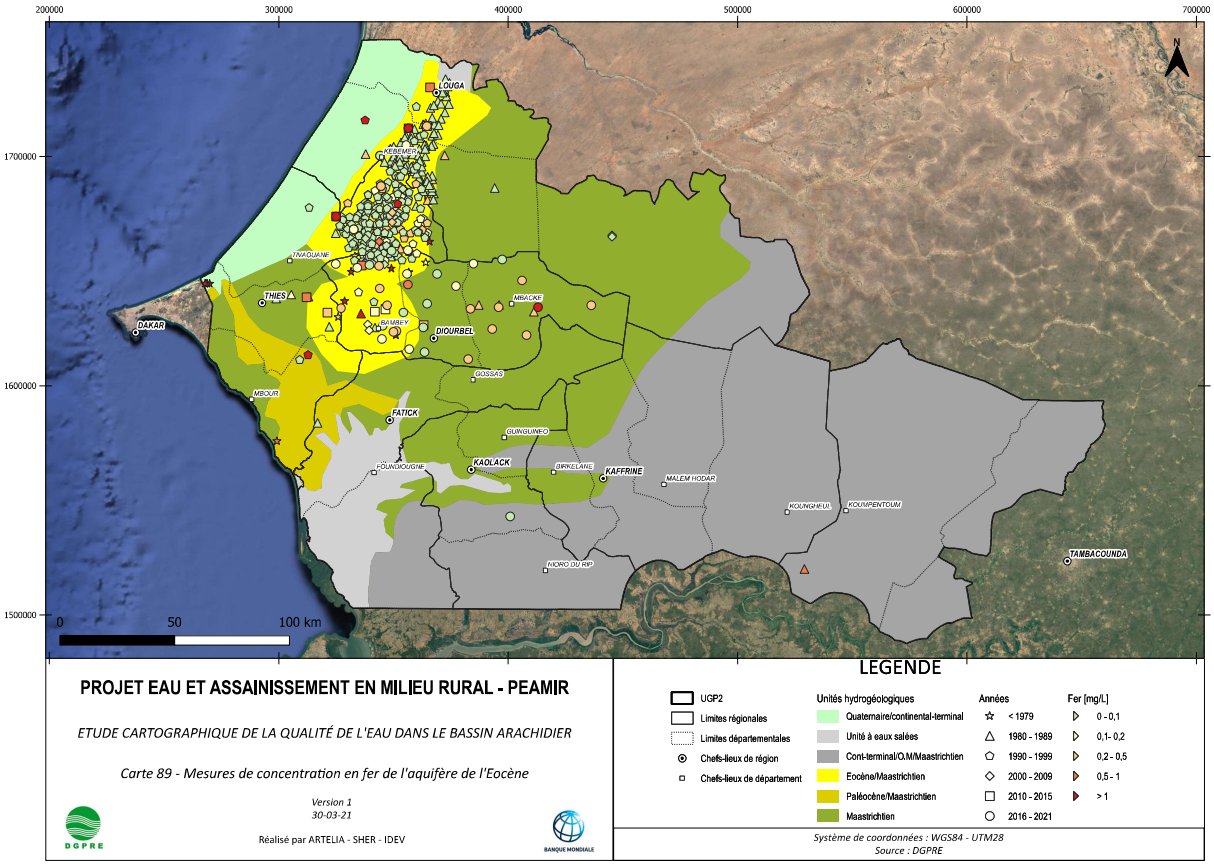


FIGURE 44 – Mesures de concentration en fer de l'aquifère de l'Éocène

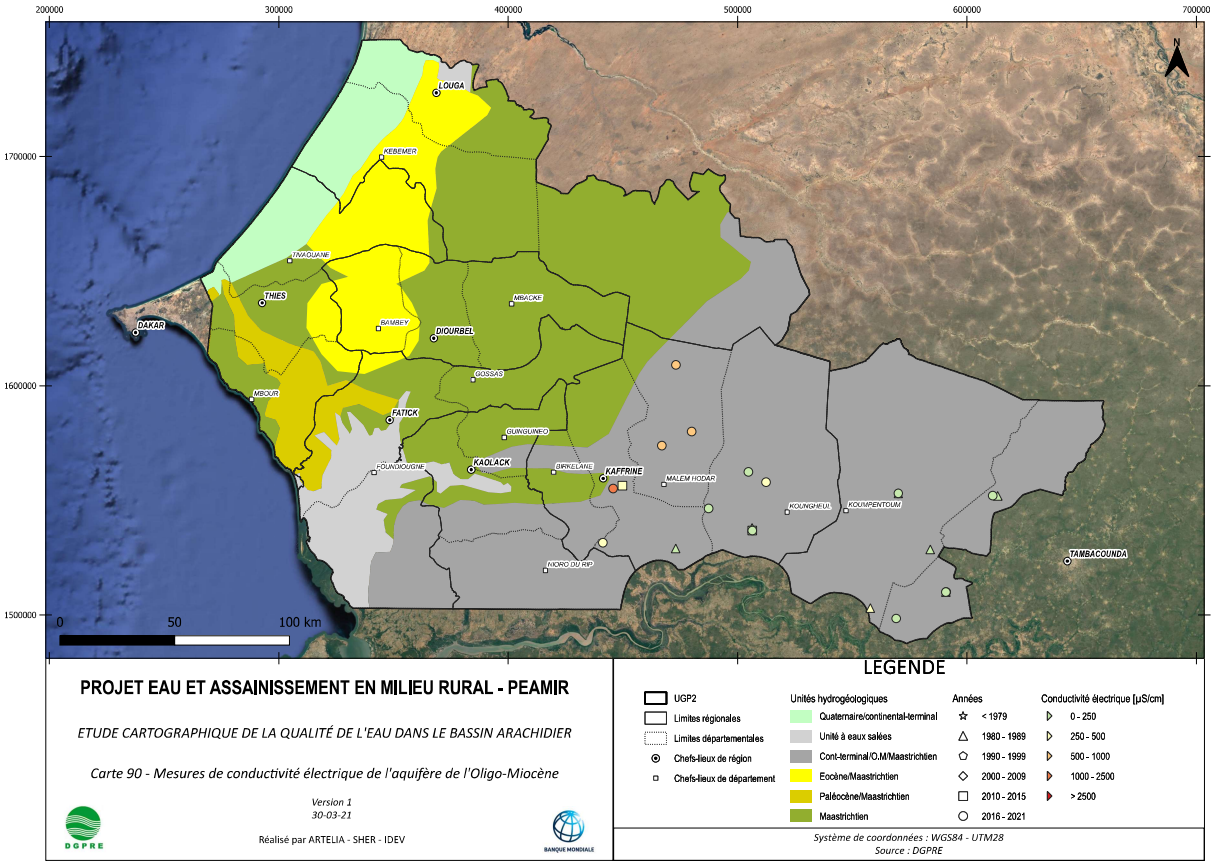


FIGURE 45 – Mesures de conductivité électrique de l'aquifère de l'Oligo-Miocène

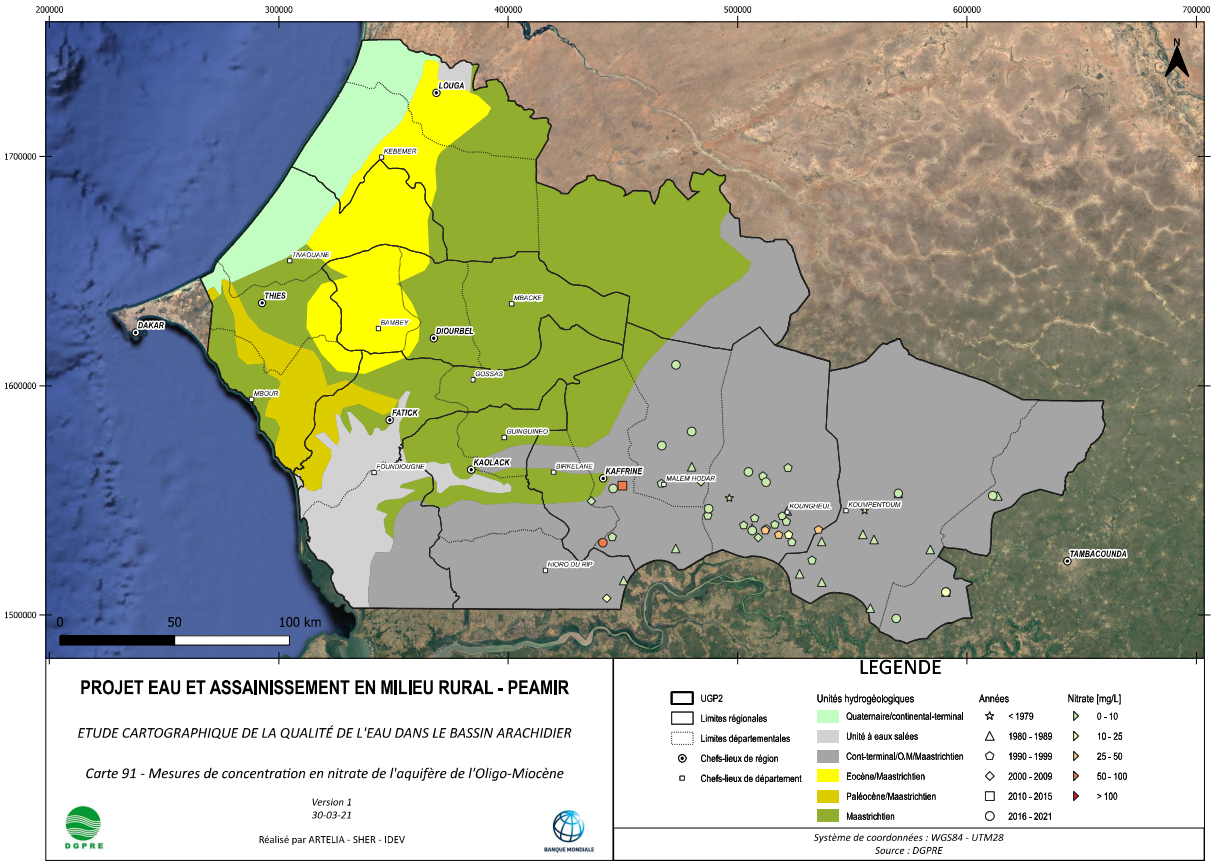


FIGURE 46 – Mesures de concentration en nitrate de l'aquifère de l'Oligo-Miocène

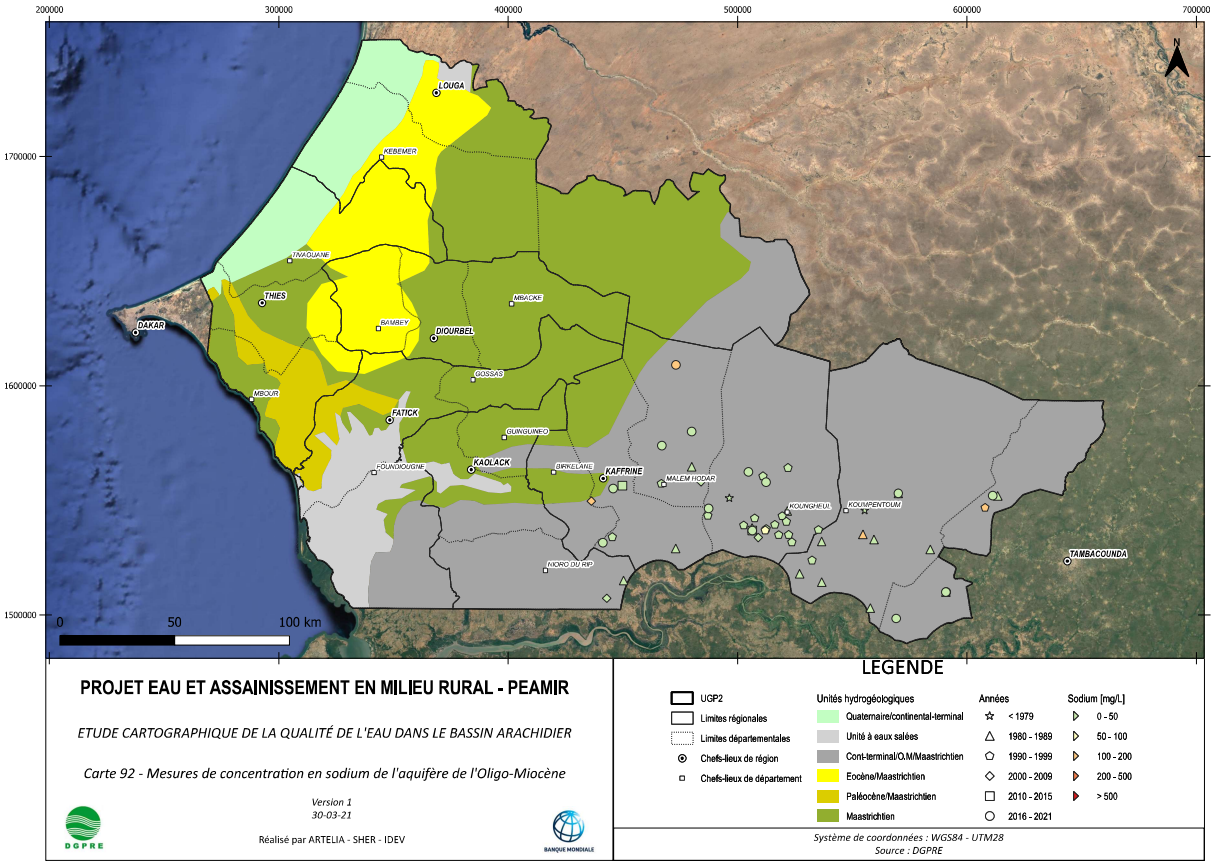


FIGURE 47 – Mesures de concentration en sodium de l'aquifère de l'Oligo-Miocène

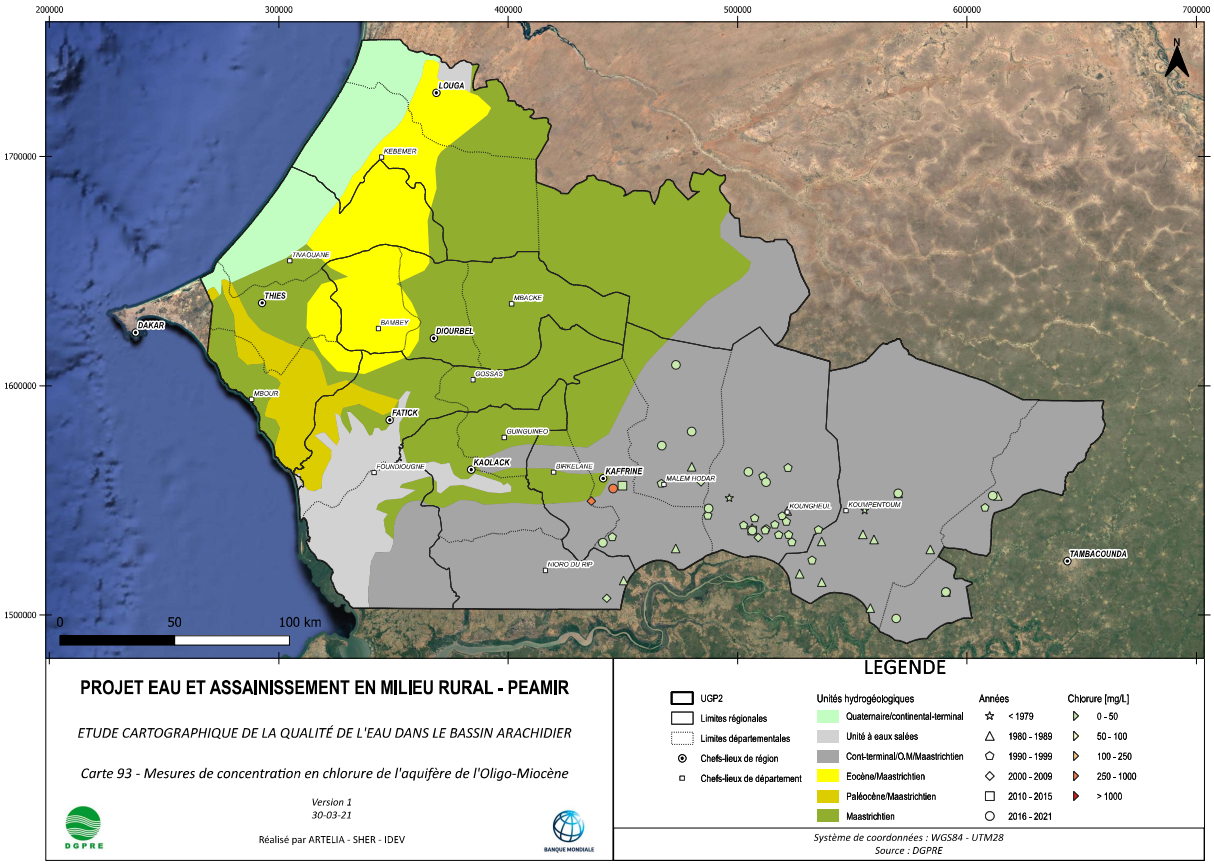


FIGURE 48 – Mesures de concentration en chlorure de l'aquifère de l'Oligo-Miocène

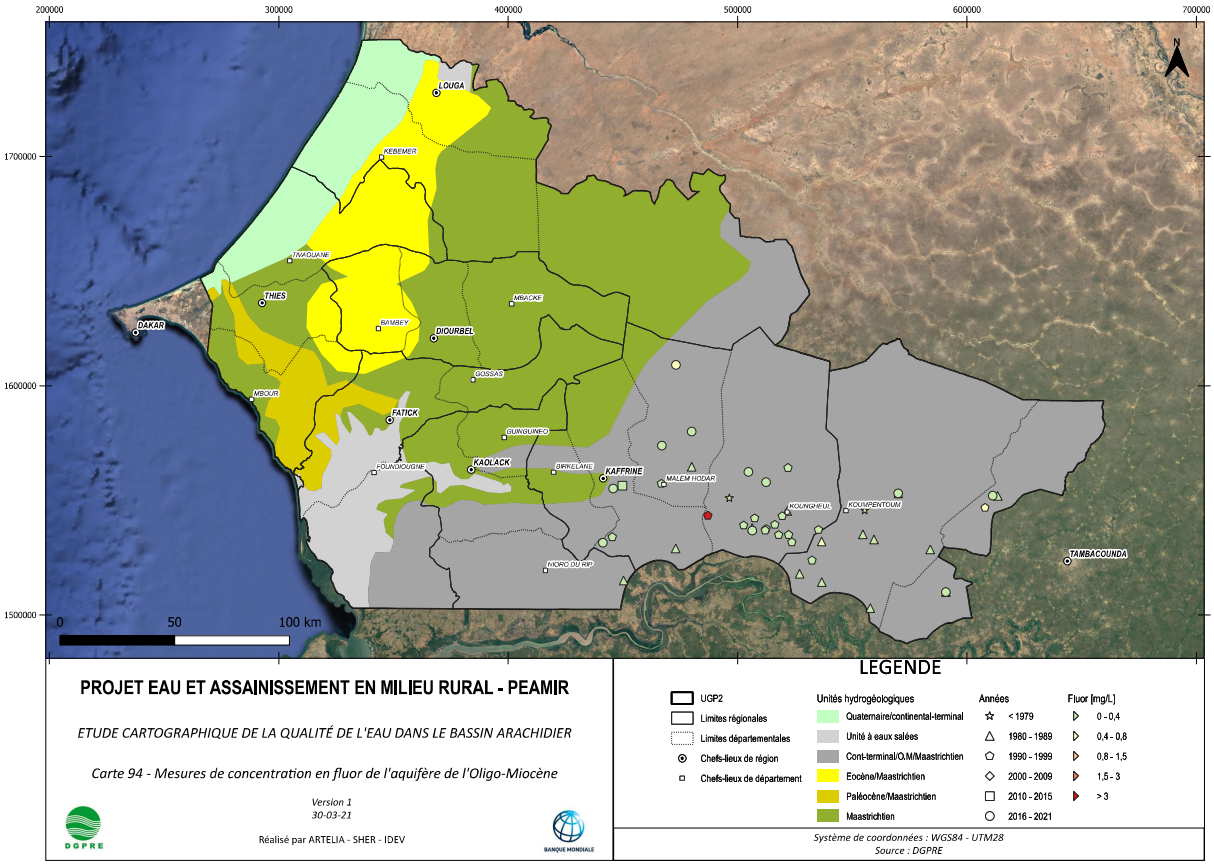


FIGURE 49 – Mesures de concentration en fluorure de l'aquifère de l'Oligo-Miocène

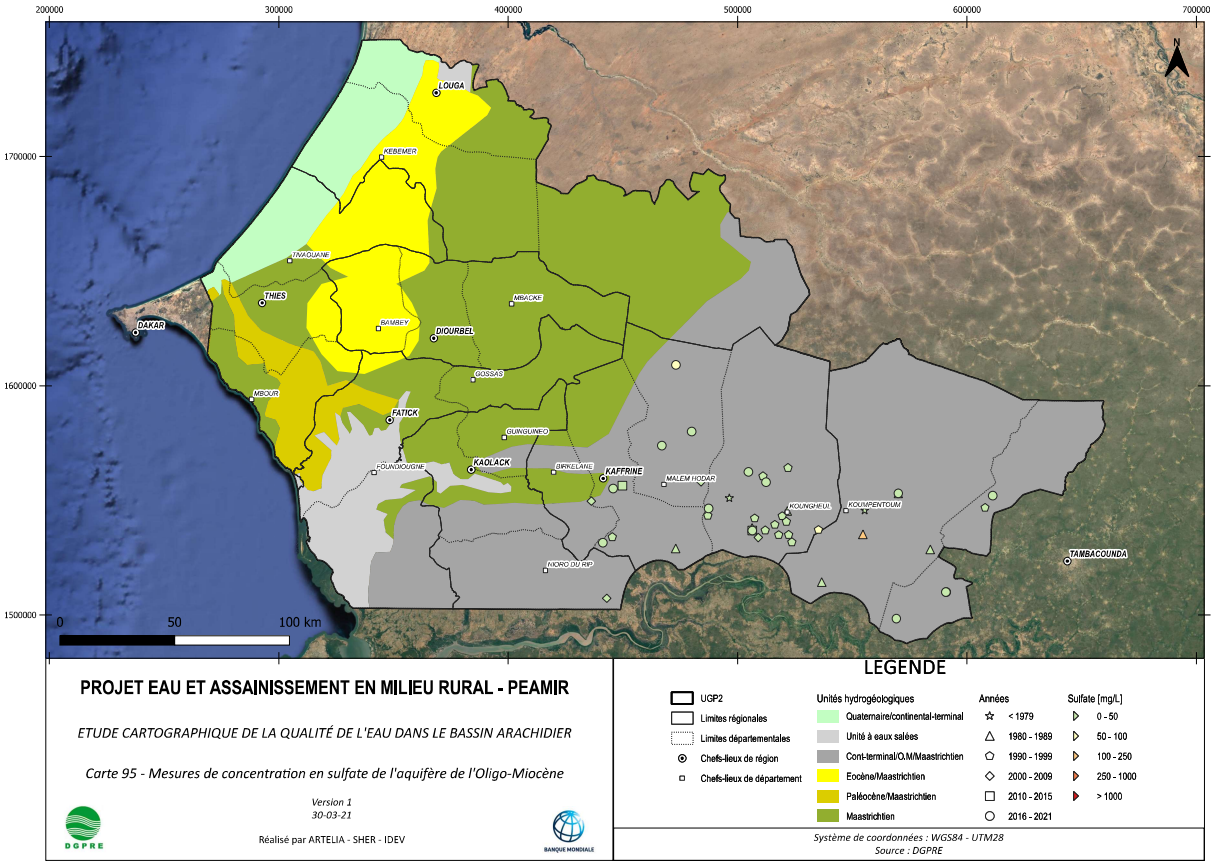


FIGURE 50 – Mesures de concentration en sulfate de l'aquifère de l'Oligo-Miocène

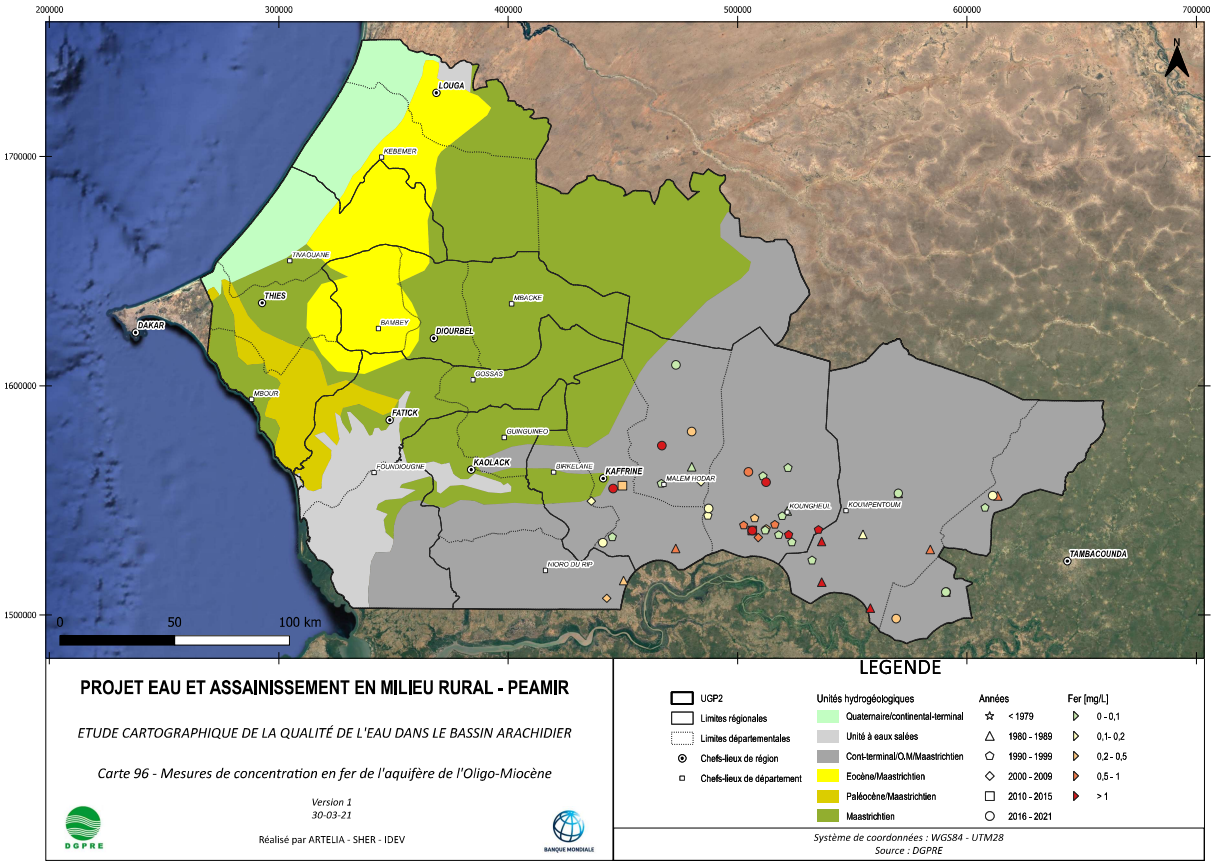


FIGURE 51 – Mesures de concentration en fer de l'aquifère de l'Oligo-Miocène

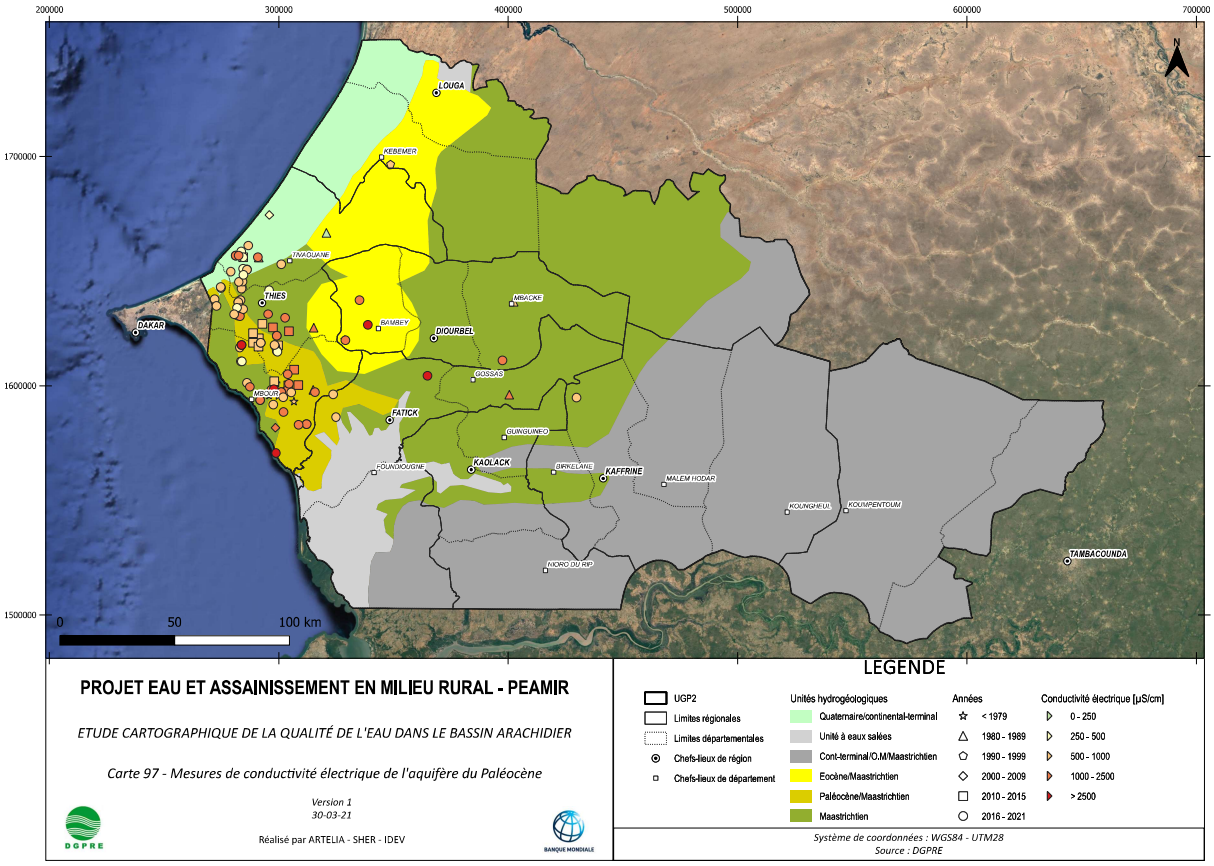


FIGURE 52 – Mesures de conductivité électrique de l'aquifère du Paléocène

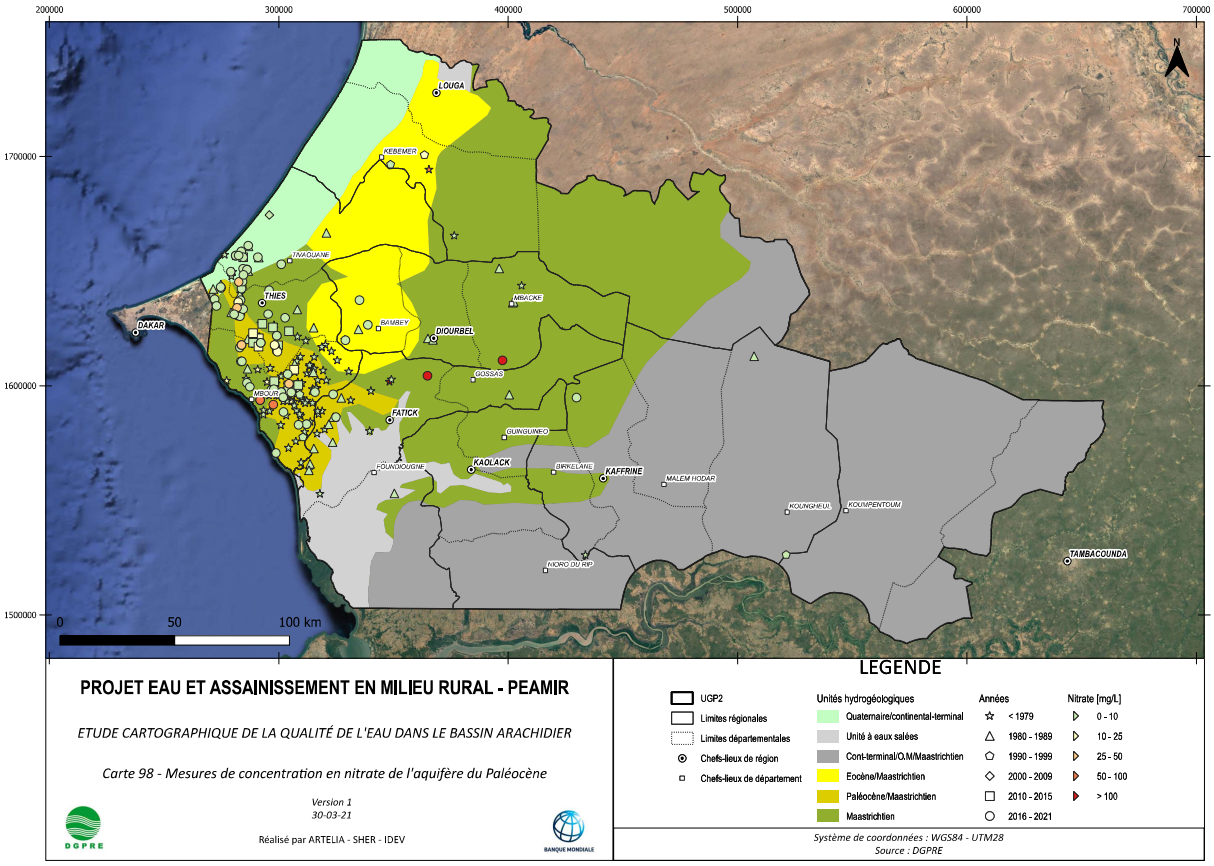


FIGURE 53 – Mesures de concentration en nitrate de l'aquifère du Paléocène

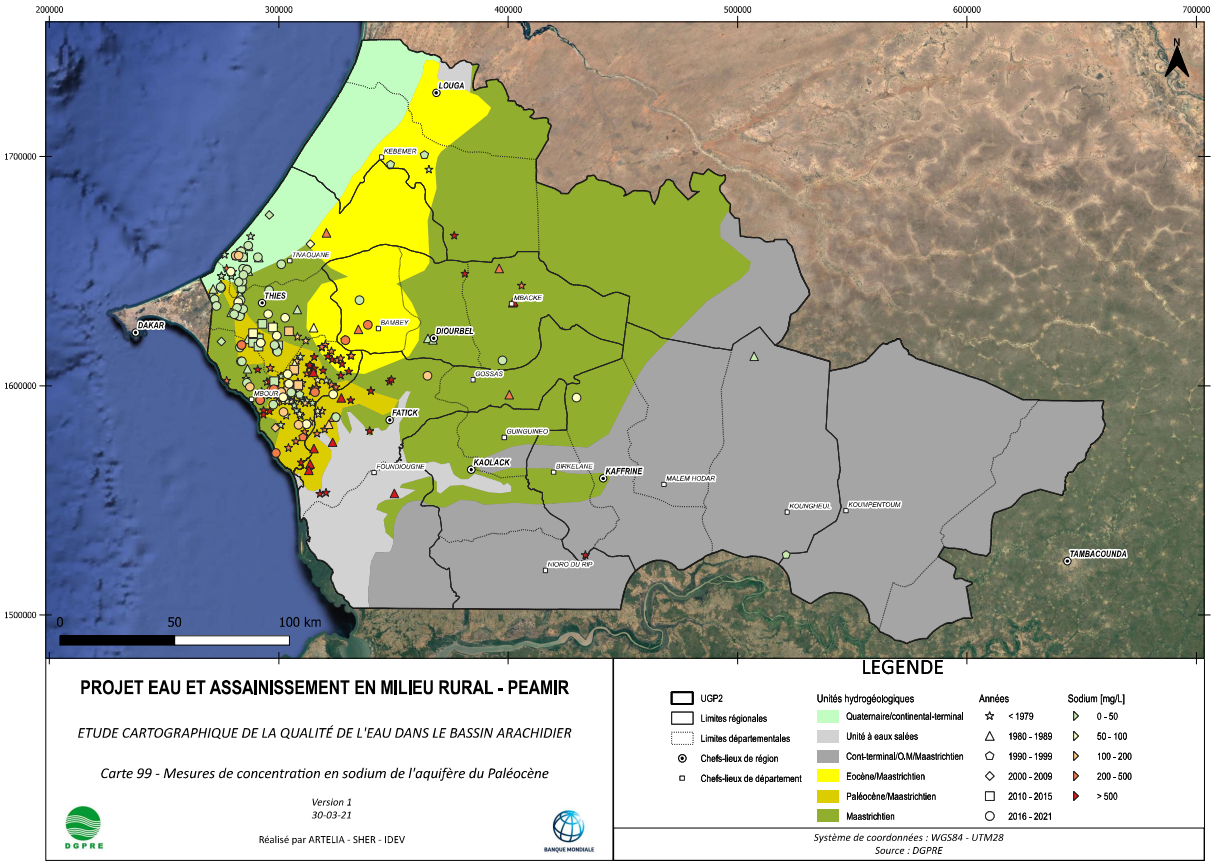


FIGURE 54 – Mesures de concentration en sodium de l'aquifère du Paléocène

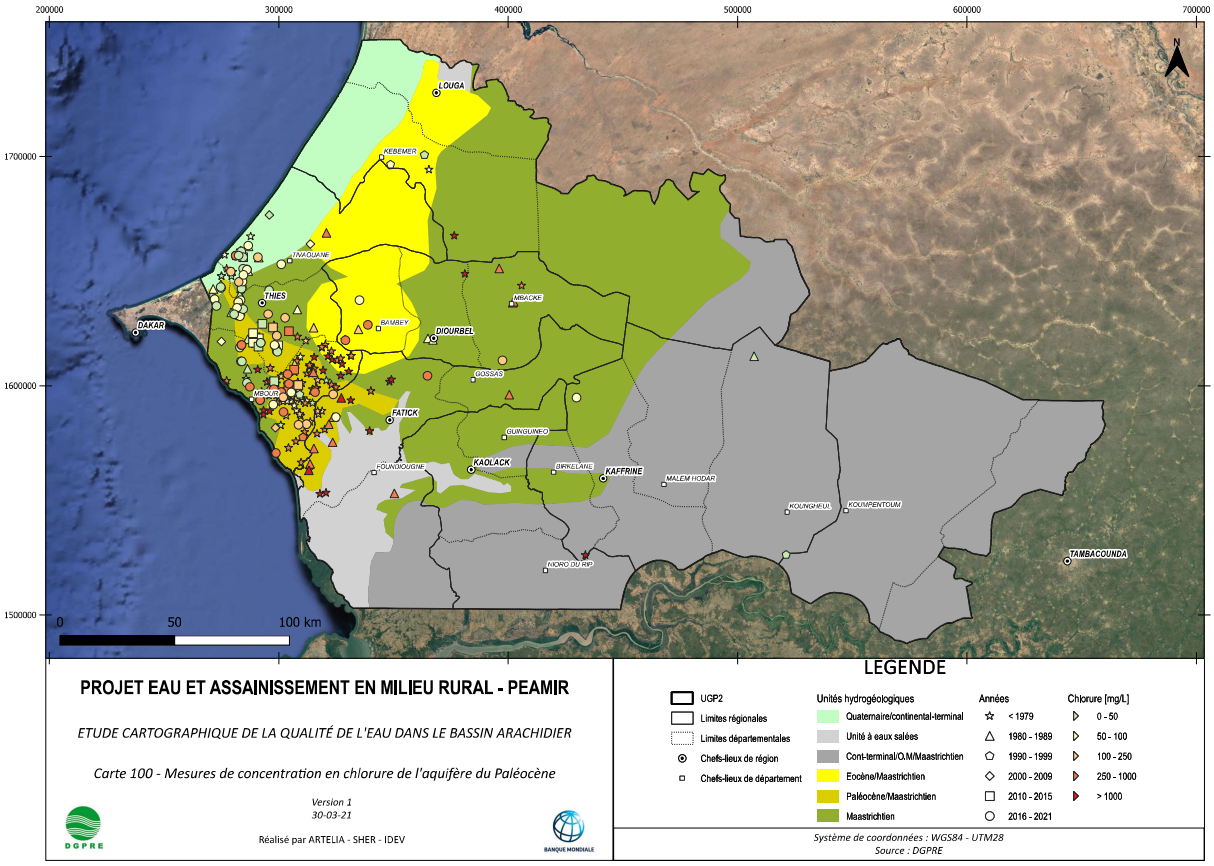


FIGURE 55 – Mesures de concentration en chlorure de l'aquifère du Paléocène

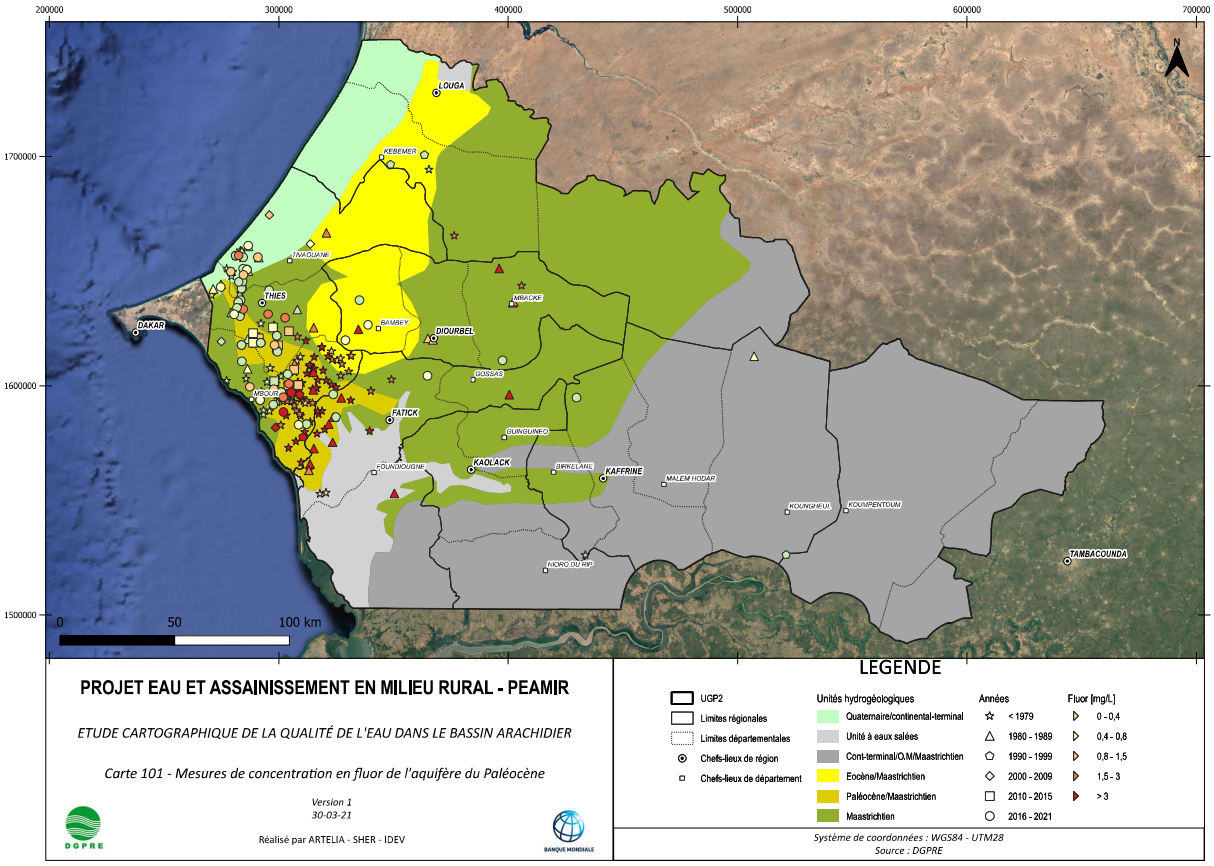


FIGURE 56 – Mesures de concentration en fluorure de l'aquifère du Paléocène

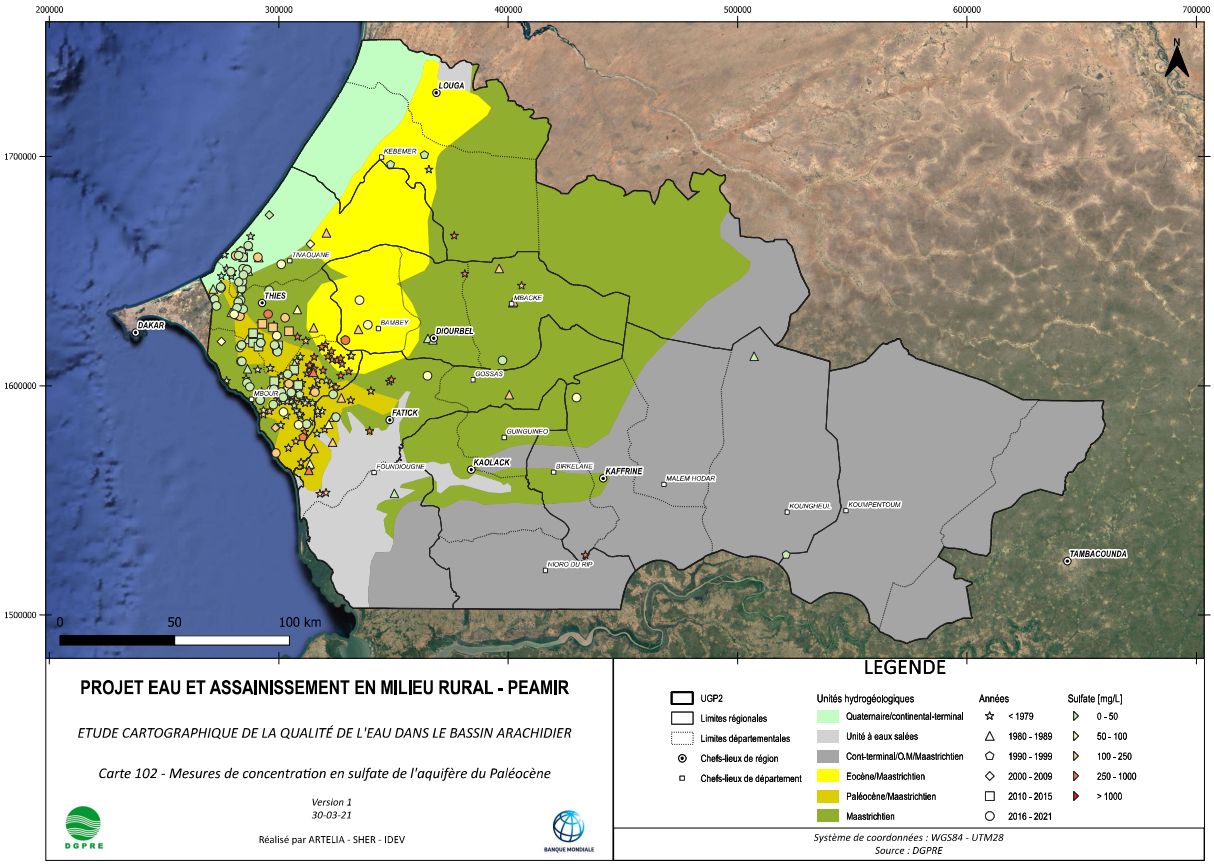


FIGURE 57 – Mesures de concentration en sulfate de l'aquifère du Paléocène

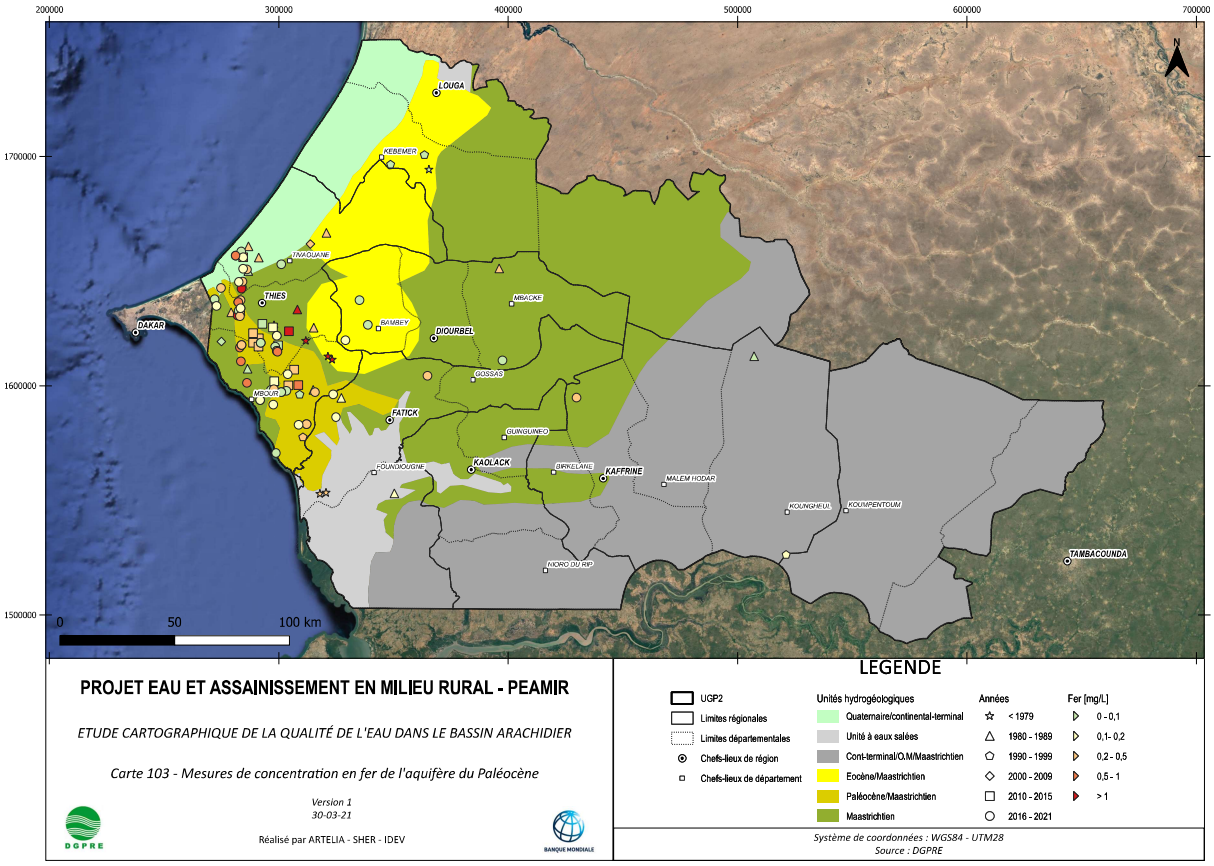


FIGURE 58 – Mesures de concentration en fer de l'aquifère du Paléocène

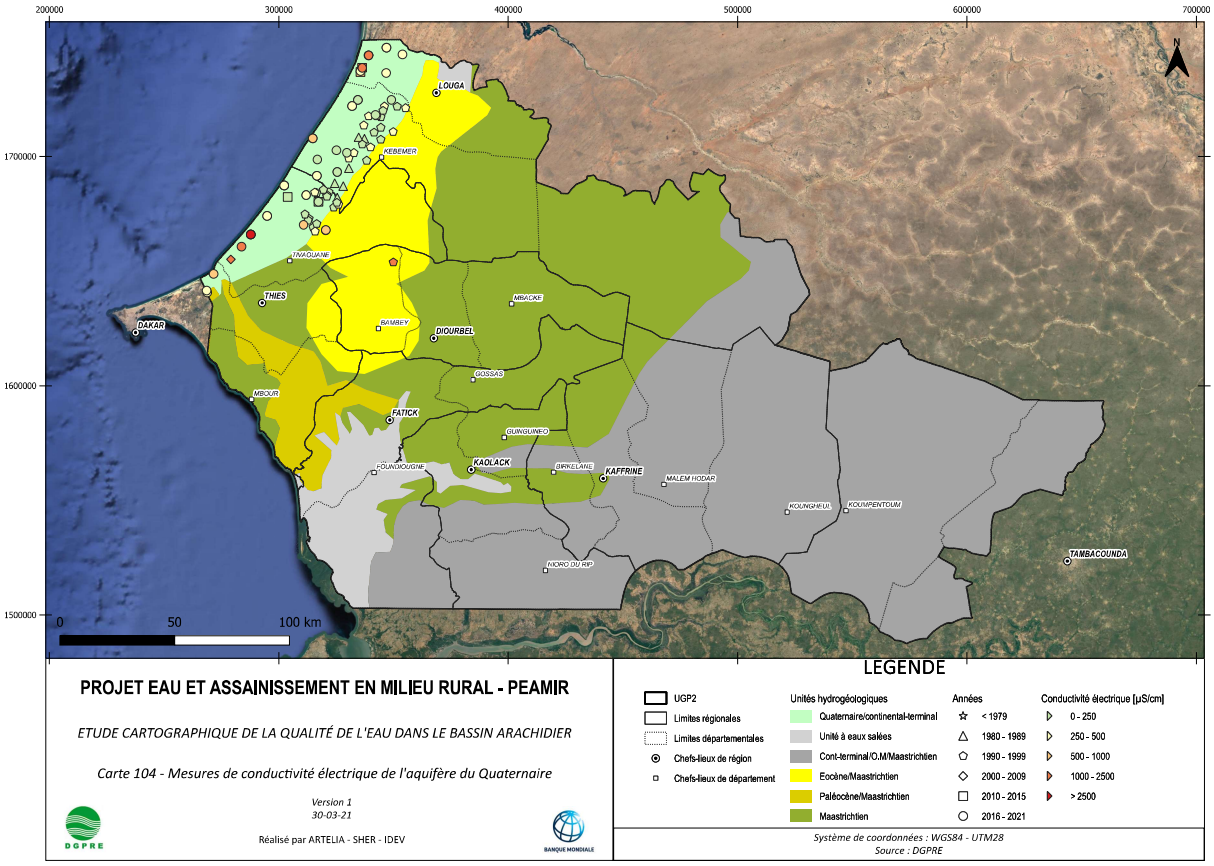


FIGURE 59 – Mesures de conductivité électrique de l'aquifère du Quaternaire

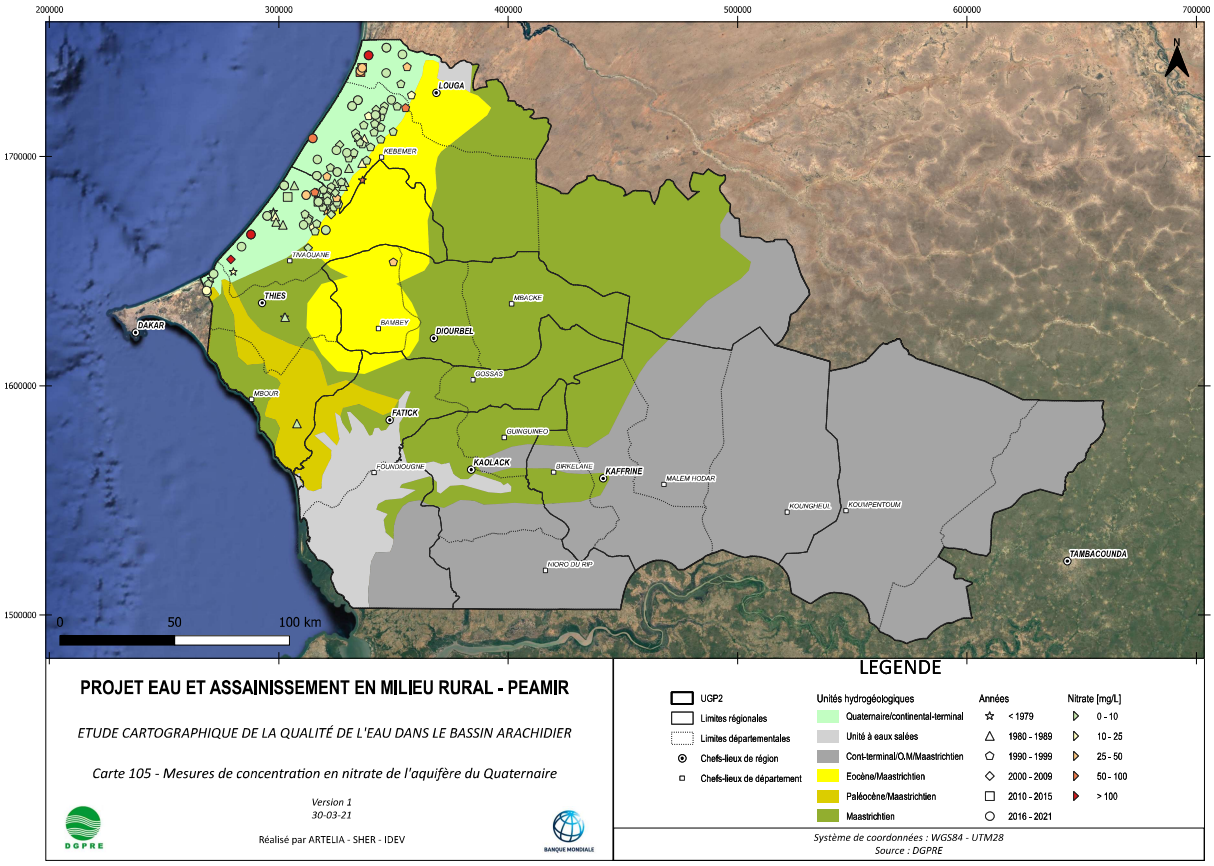


FIGURE 60 – Mesures de concentration en nitrate de l'aquifère du Quaternaire

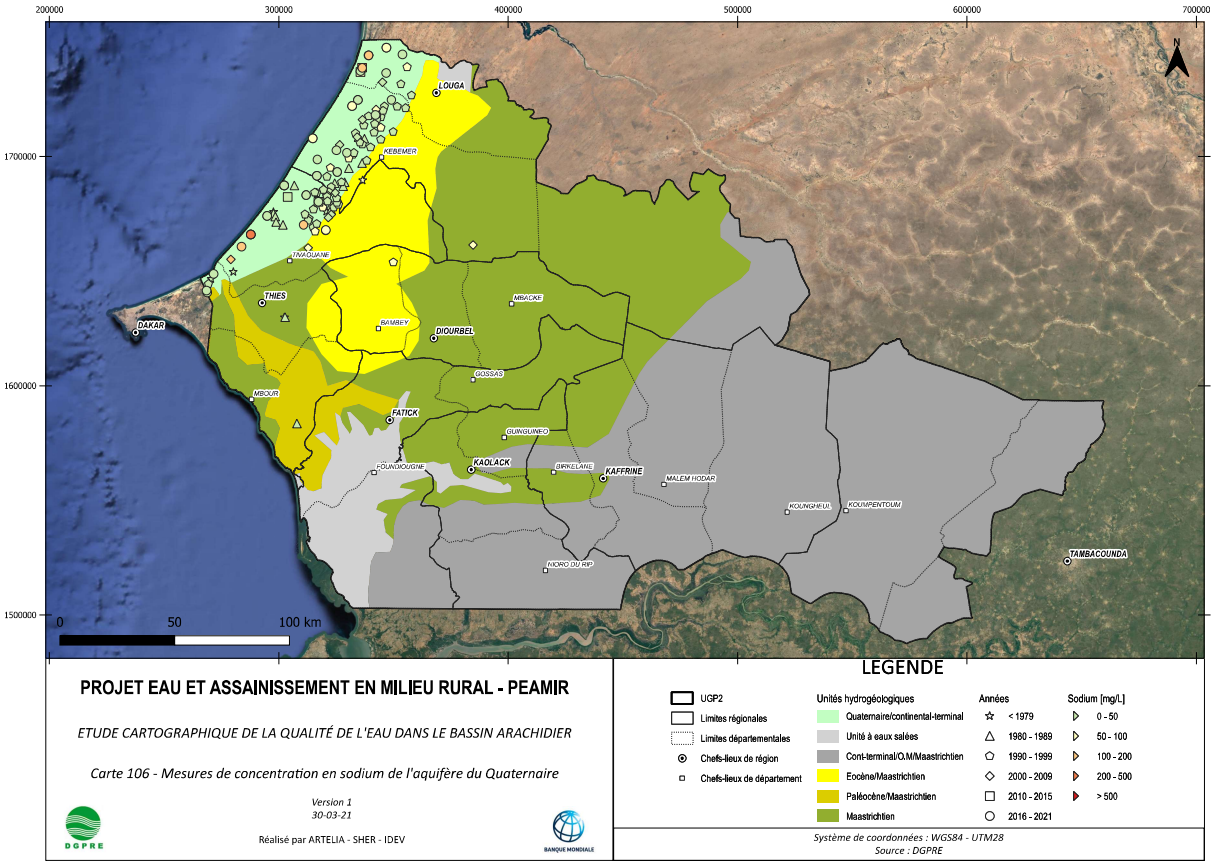


FIGURE 61 – Mesures de concentration en sodium de l'aquifère du Quaternaire

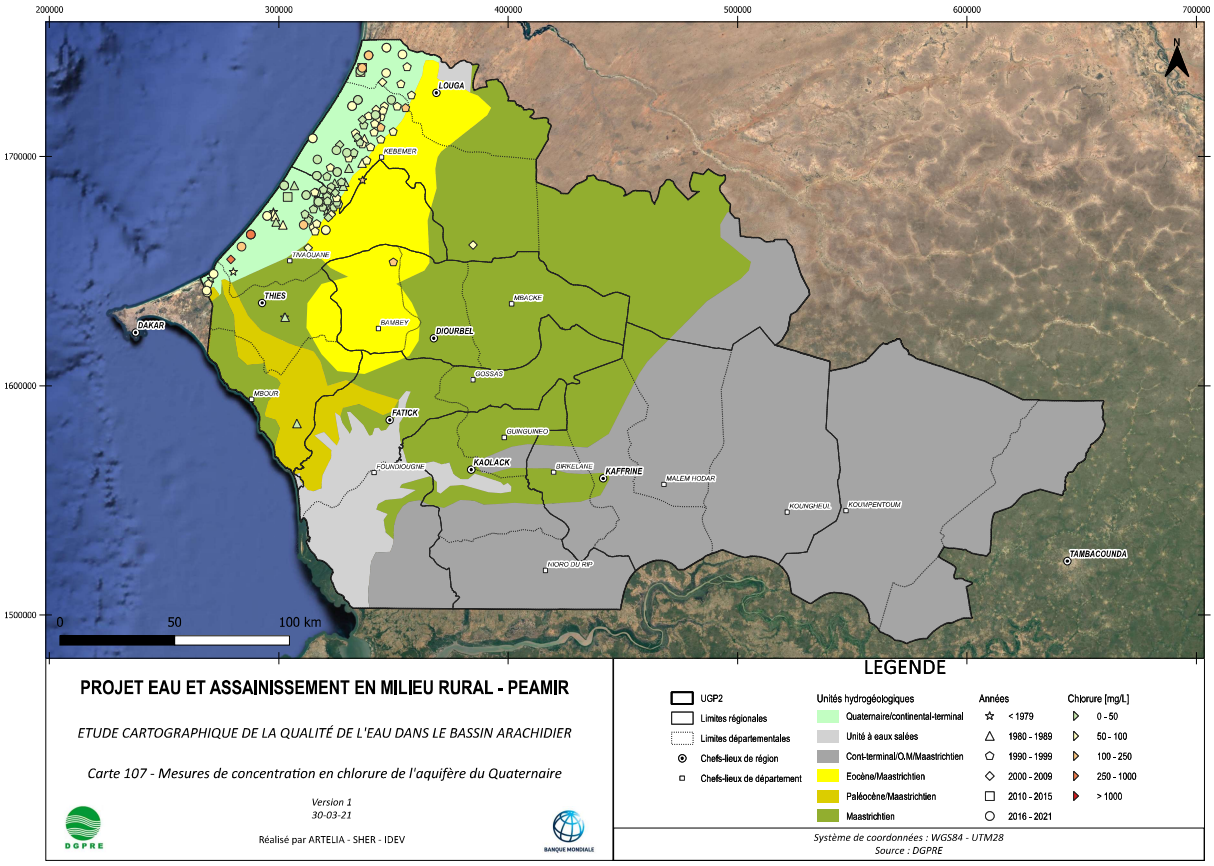


FIGURE 62 – Mesures de concentration en chlorure de l'aquifère du Quaternaire

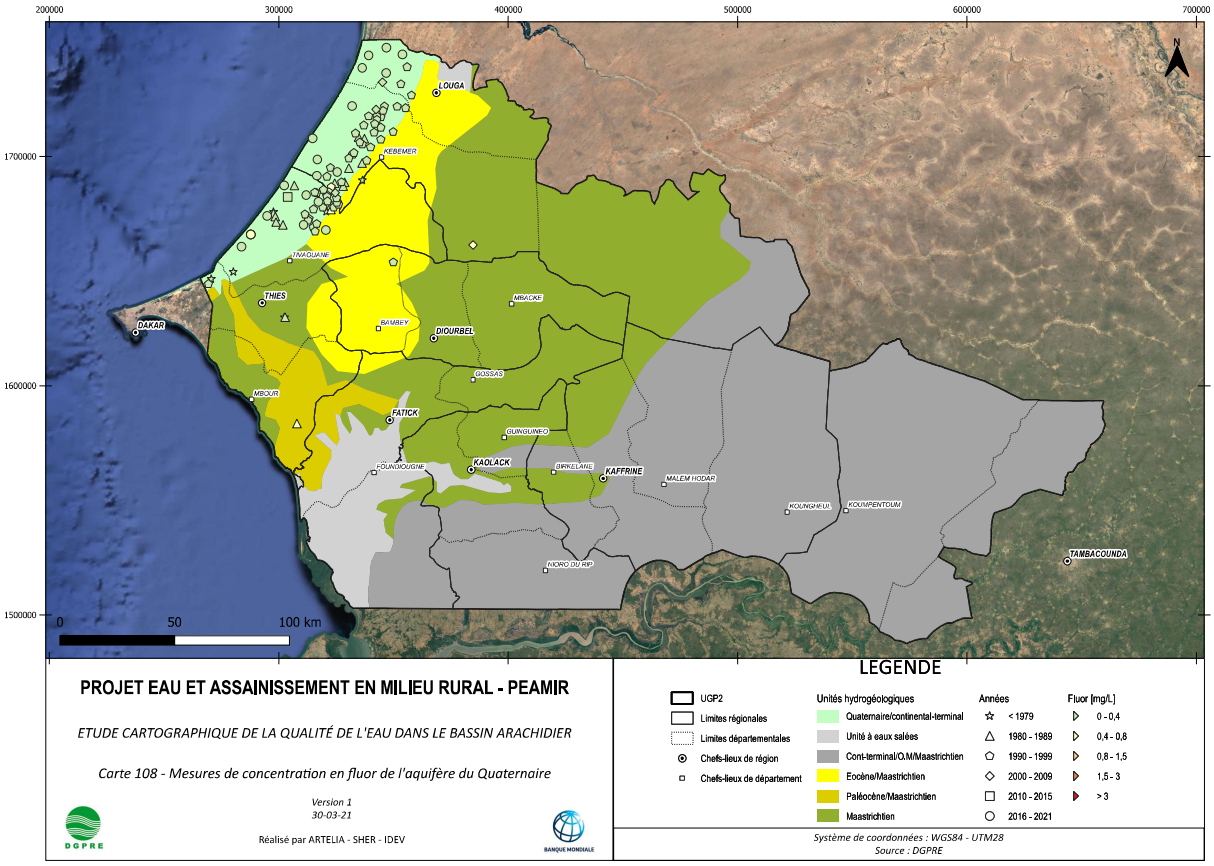


FIGURE 63 – Mesures de concentration en fluorure de l'aquifère du Quaternaire

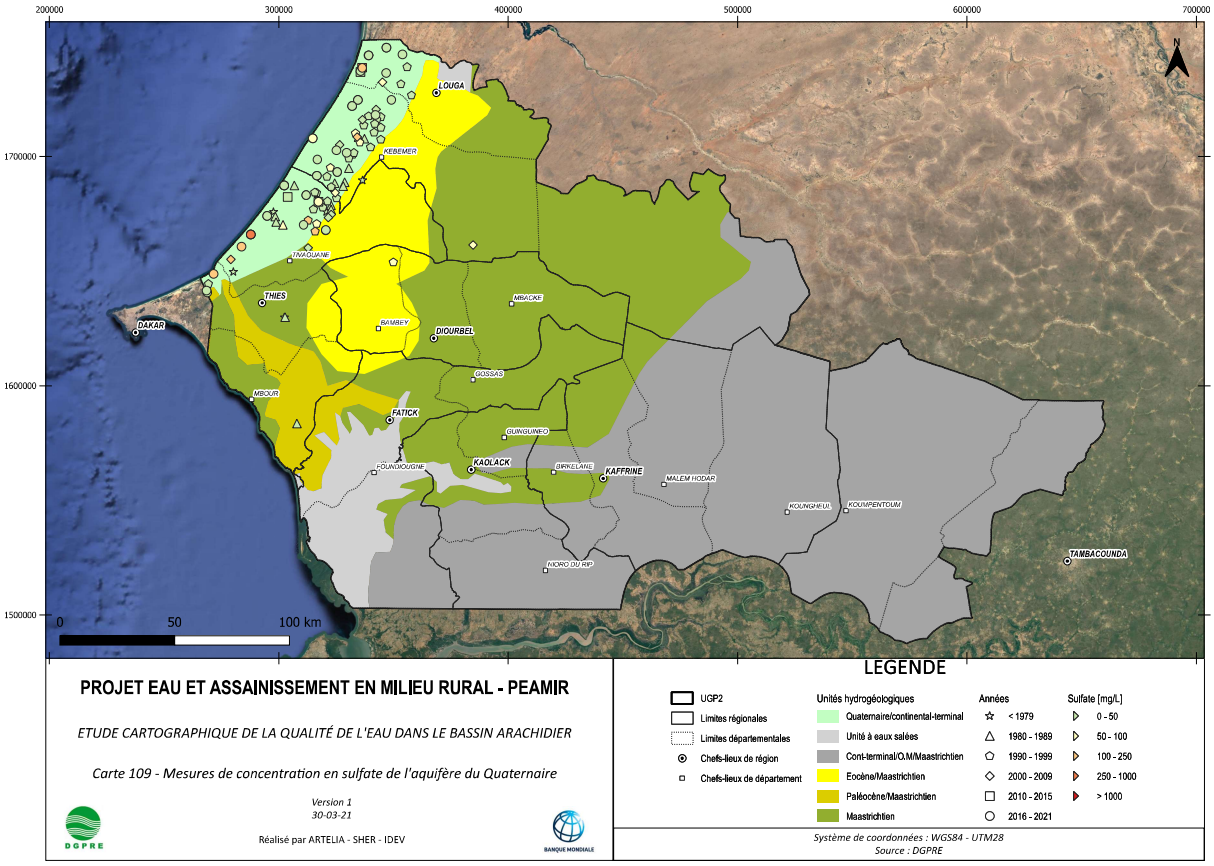


FIGURE 64 – Mesures de concentration en sulfate de l'aquifère du Quaternaire

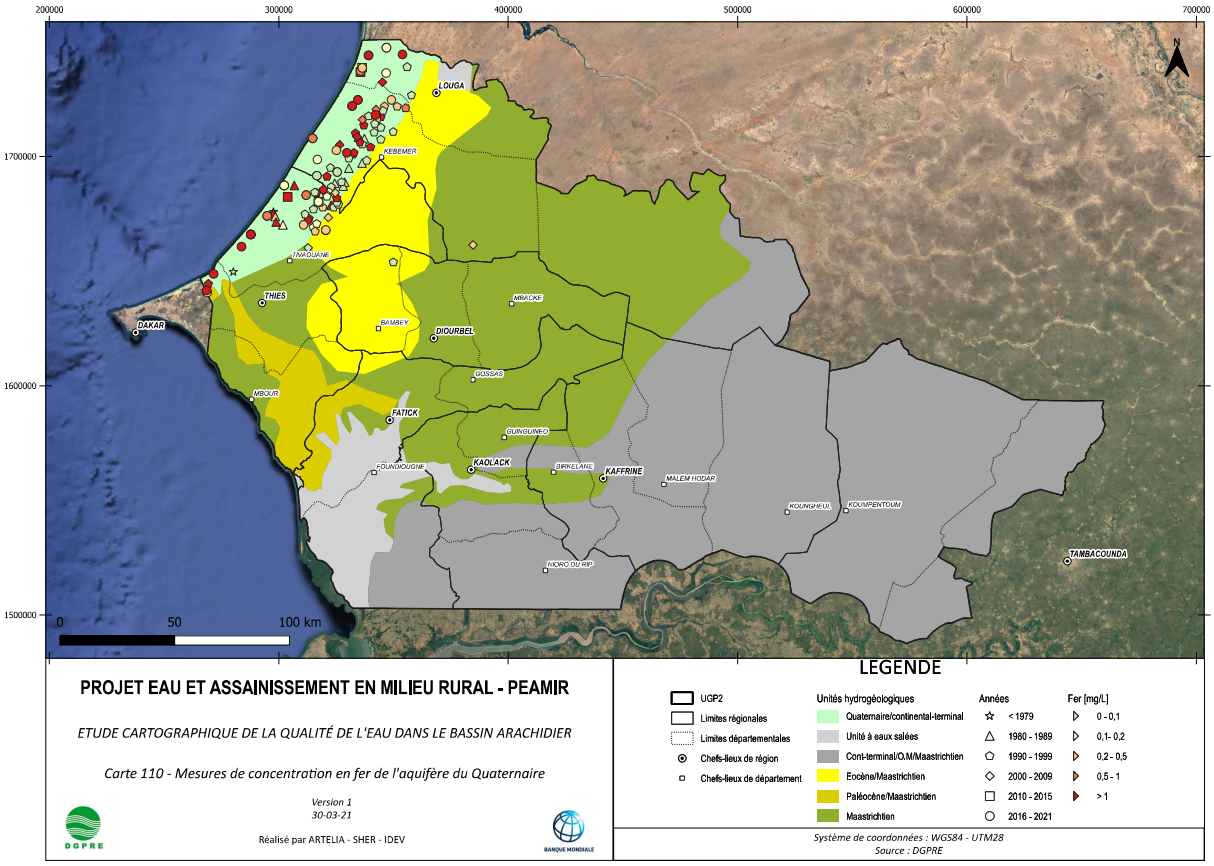


FIGURE 65 – Mesures de concentration en fer de l'aquifère du Quaternaire

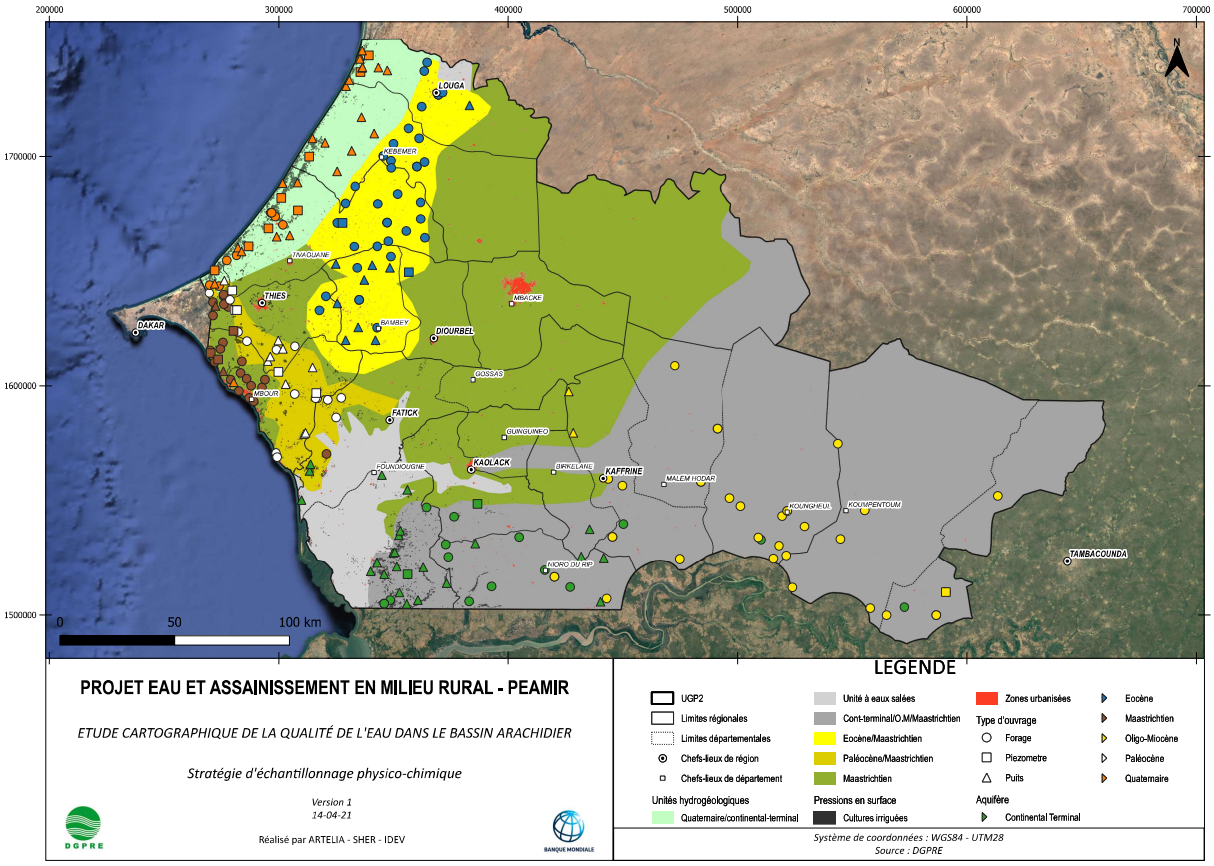


FIGURE 66 – Stratégie d'échantillonnage physico-chimique

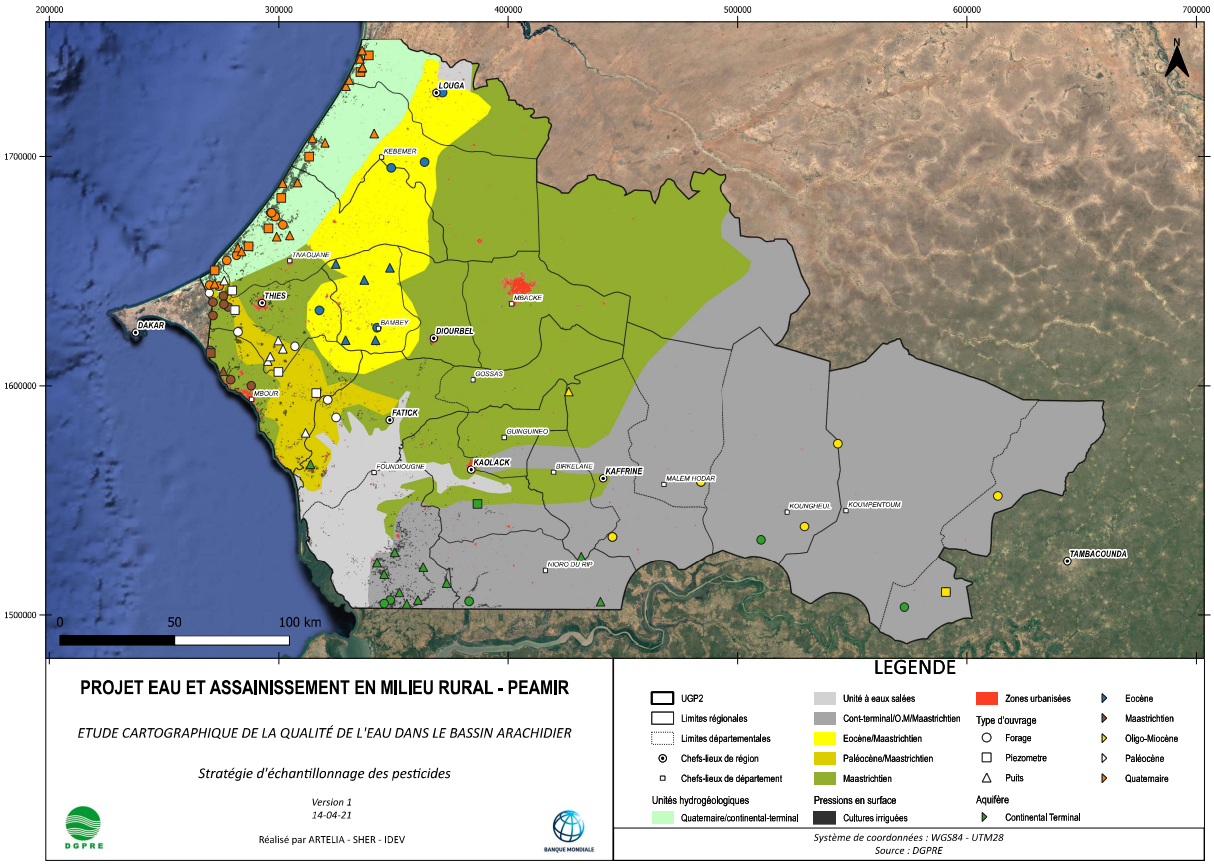


FIGURE 67 – Stratégie d'échantillonnage des pesticides

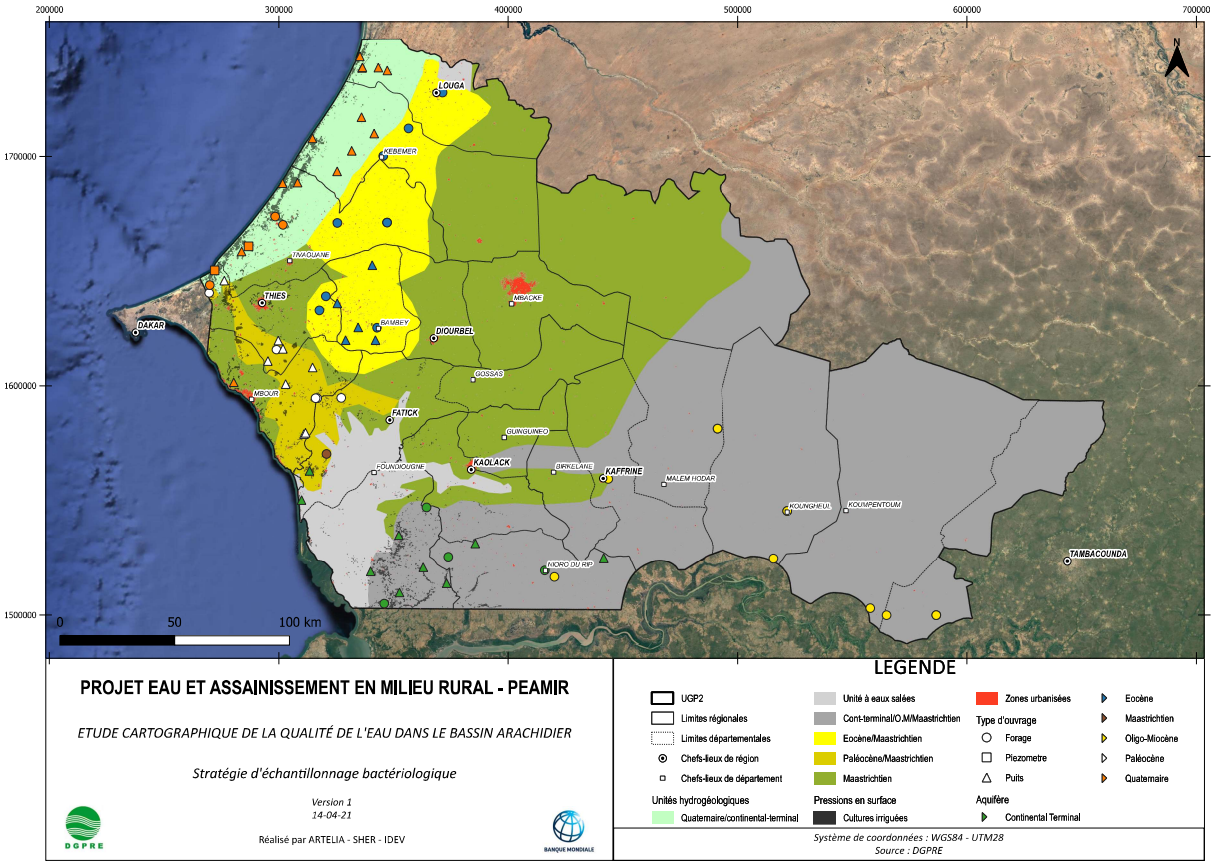


FIGURE 68 – Stratégie d'échantillonnage bactériologique

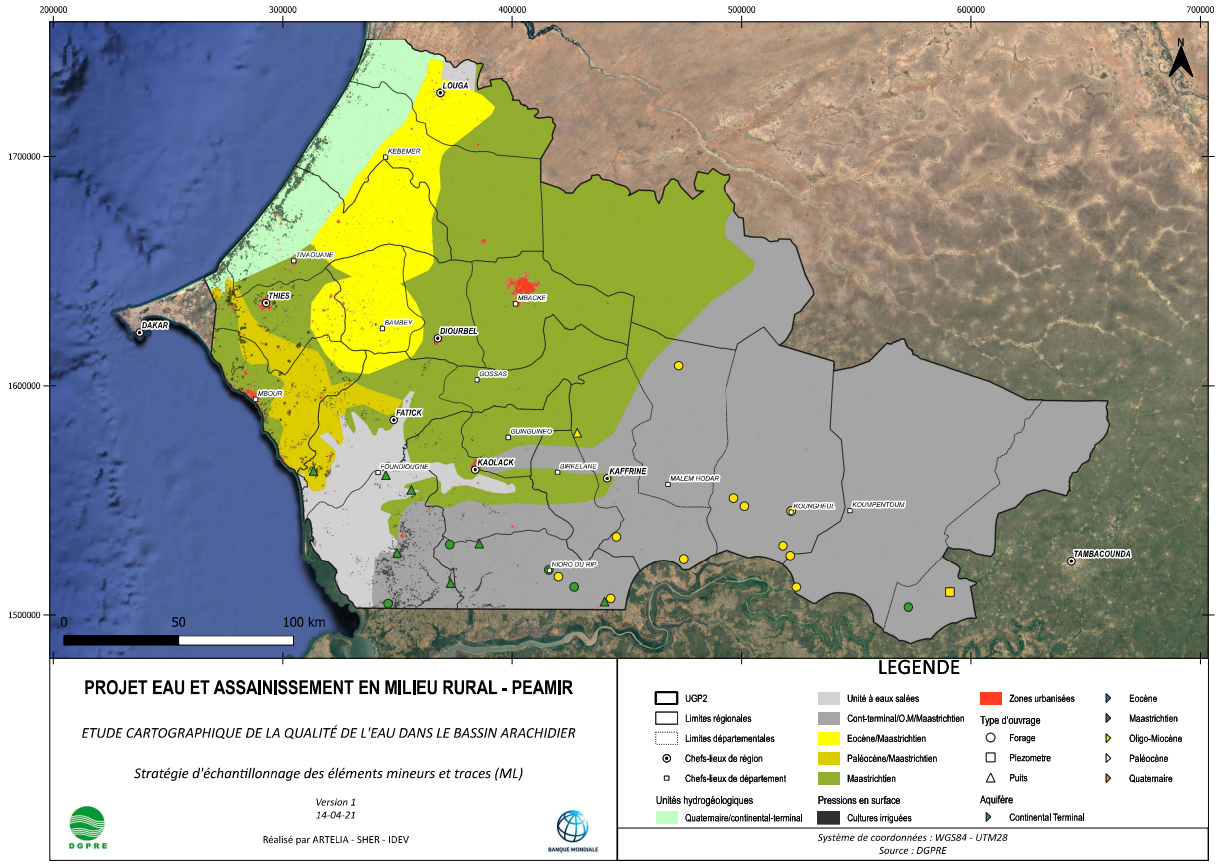


FIGURE 69 – Stratégie d'échantillonnage des éléments mineurs et traces (ML)

Cinquième partie

Étude hydrochimique des eaux souterraines du Bassin Arachidier

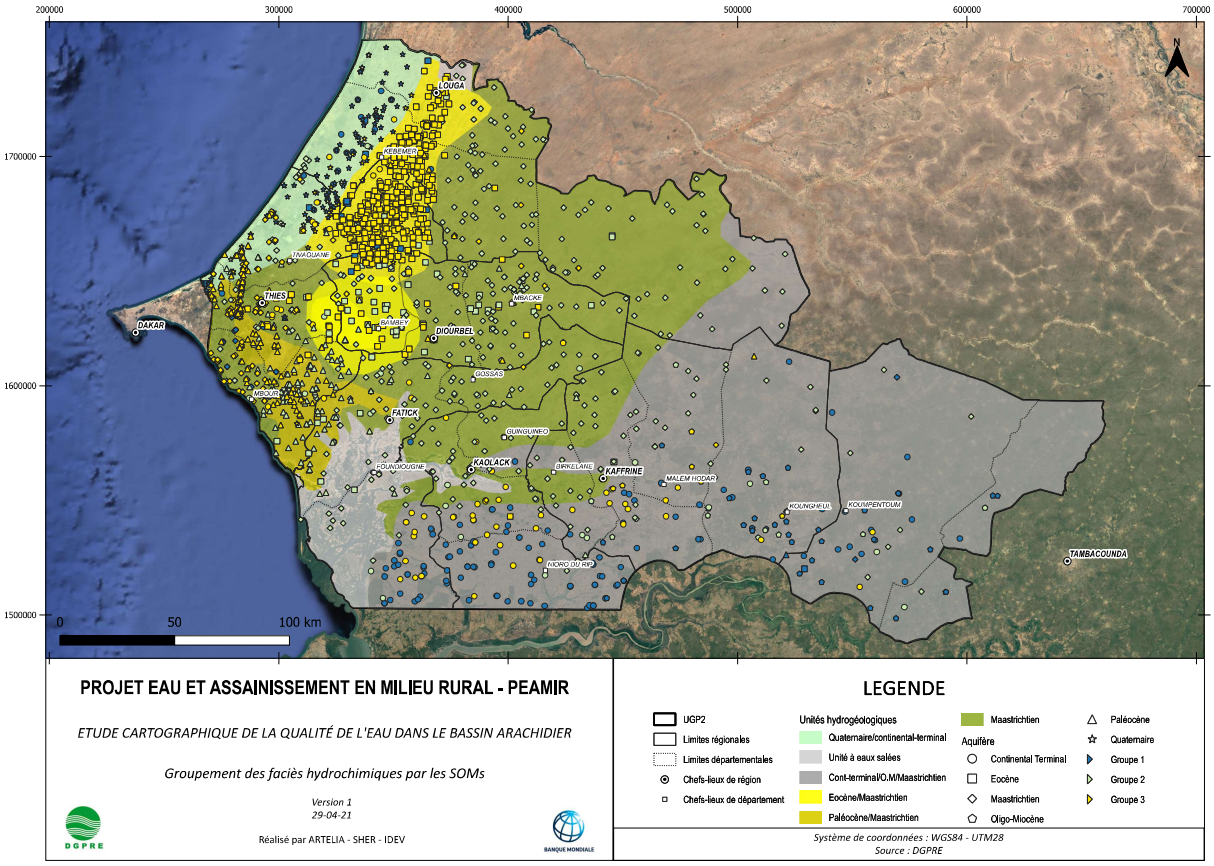


FIGURE 70 – Disposition spatiale des ouvrages selon les groupes hydrochimiques définis par les SOMs

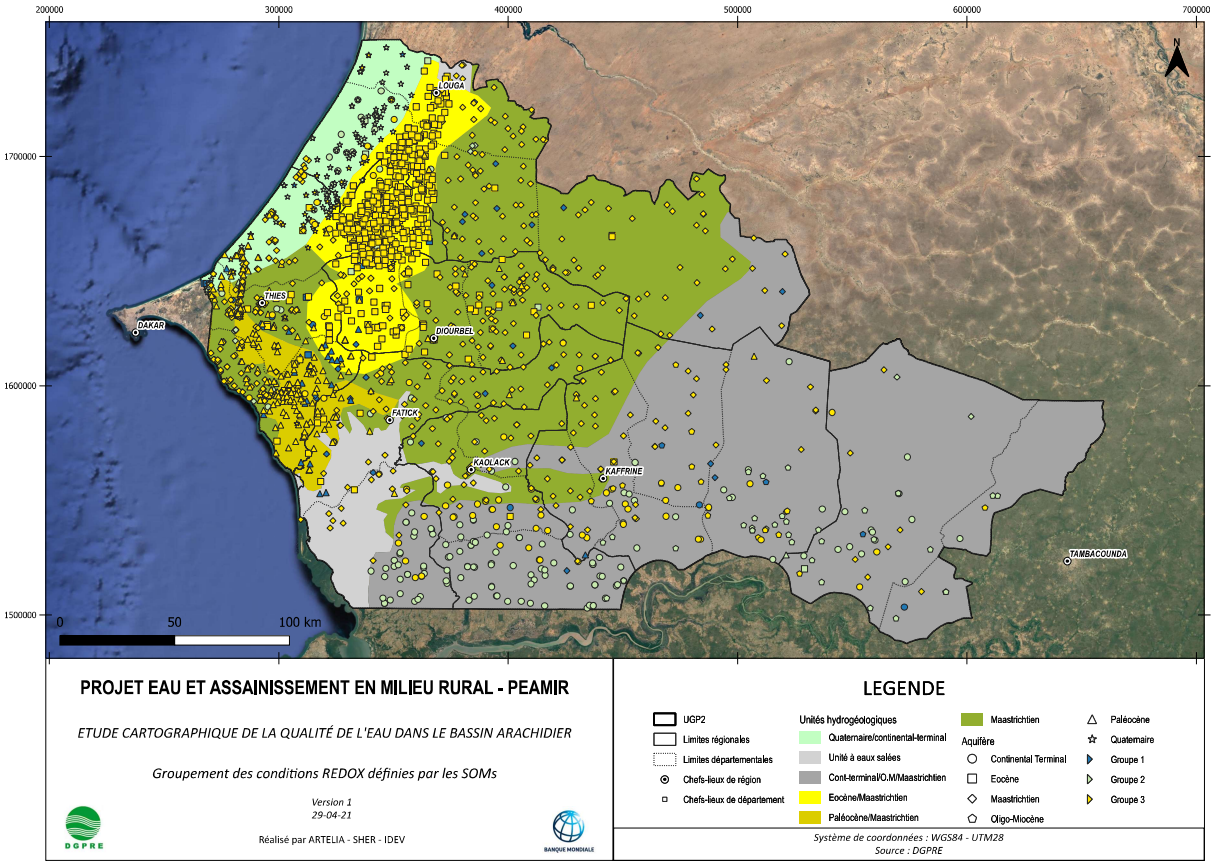


FIGURE 71 – Disposition spatiale des ouvrages selon les conditions REDOX définies par les SOMs

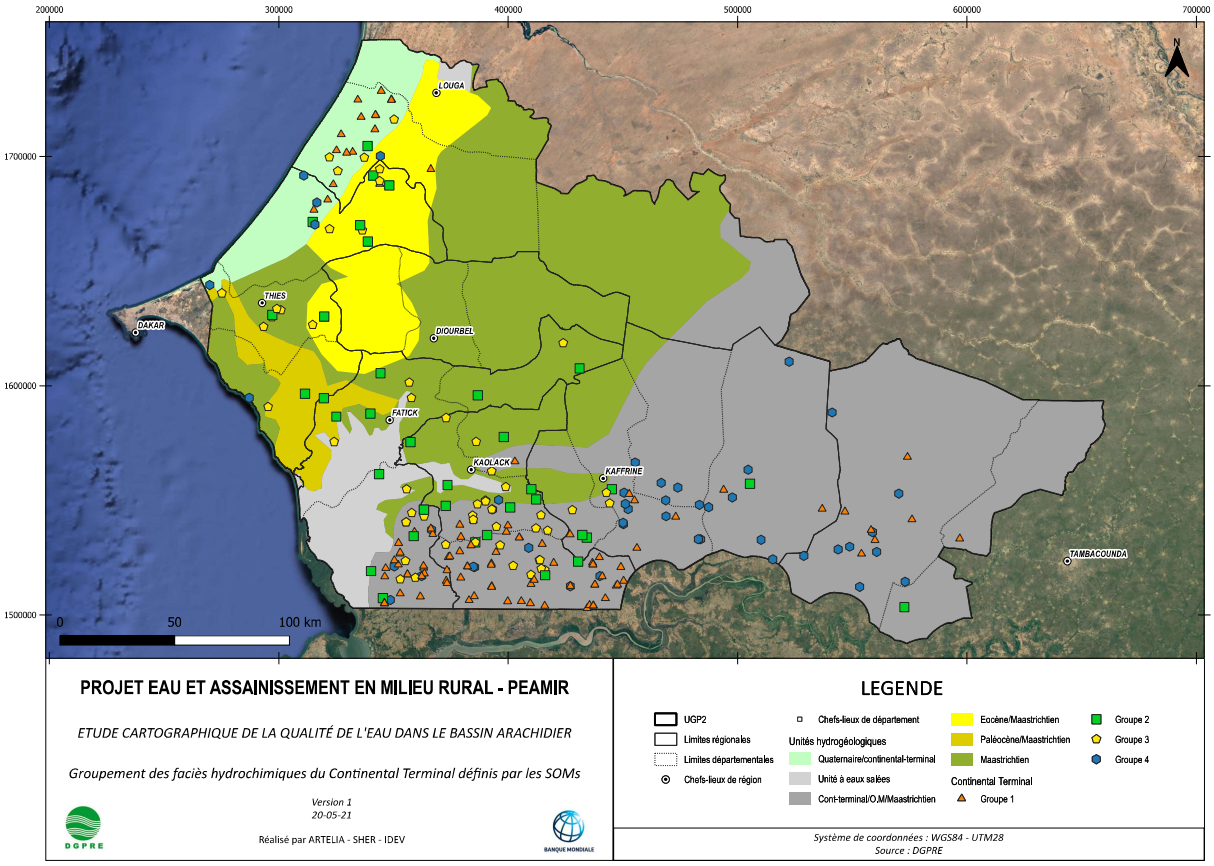


FIGURE 72 – Disposition spatiale des ouvrages du Continental Terminal selon les groupes hydrochimiques définis par les SOMs

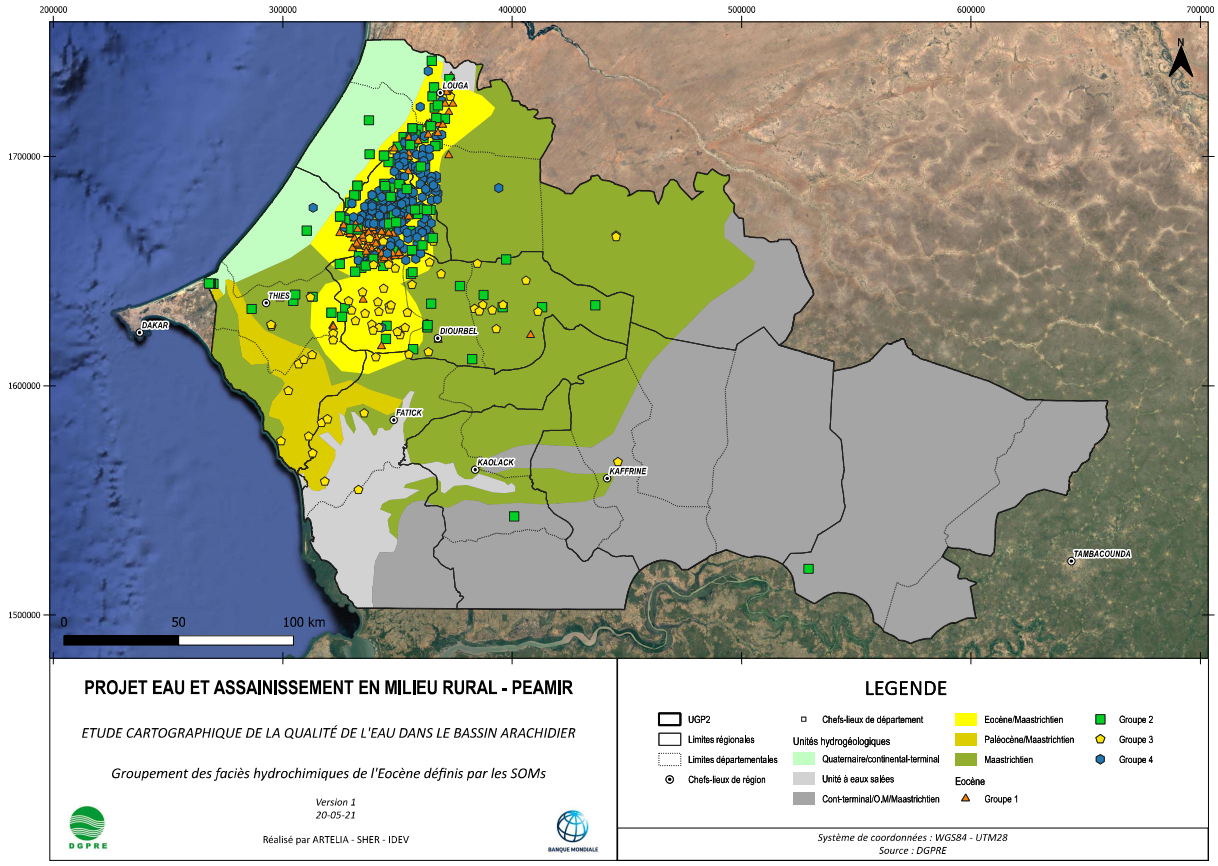


FIGURE 73 – Disposition spatiale des ouvrages de l'Éocène selon les groupes hydrochimiques définis par les SOMs

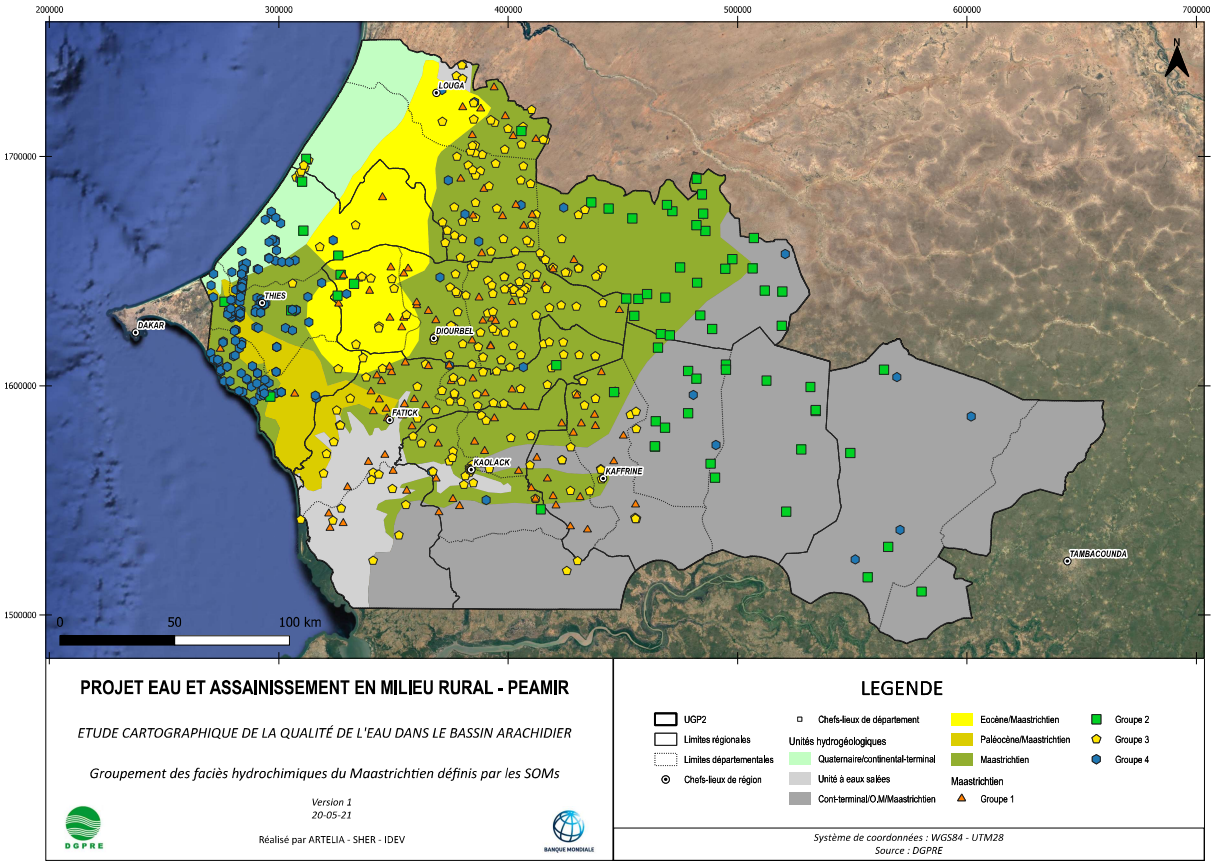


FIGURE 74 – Disposition spatiale des ouvrages du Maastrichtien selon les groupes hydrochimiques définis par les SOMs

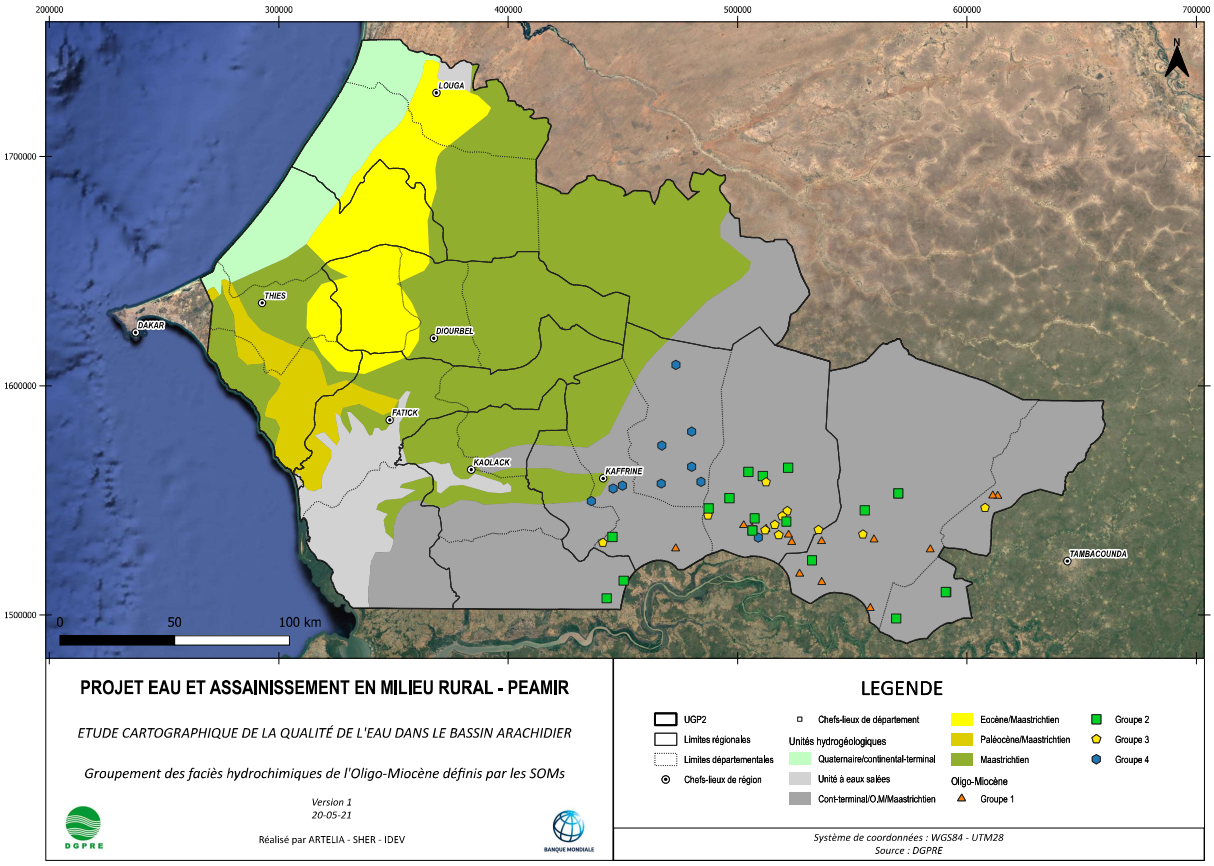


FIGURE 75 – Disposition spatiale des ouvrages de l'Oligo-Miocène selon les groupes hydrochimiques définis par les SOMs

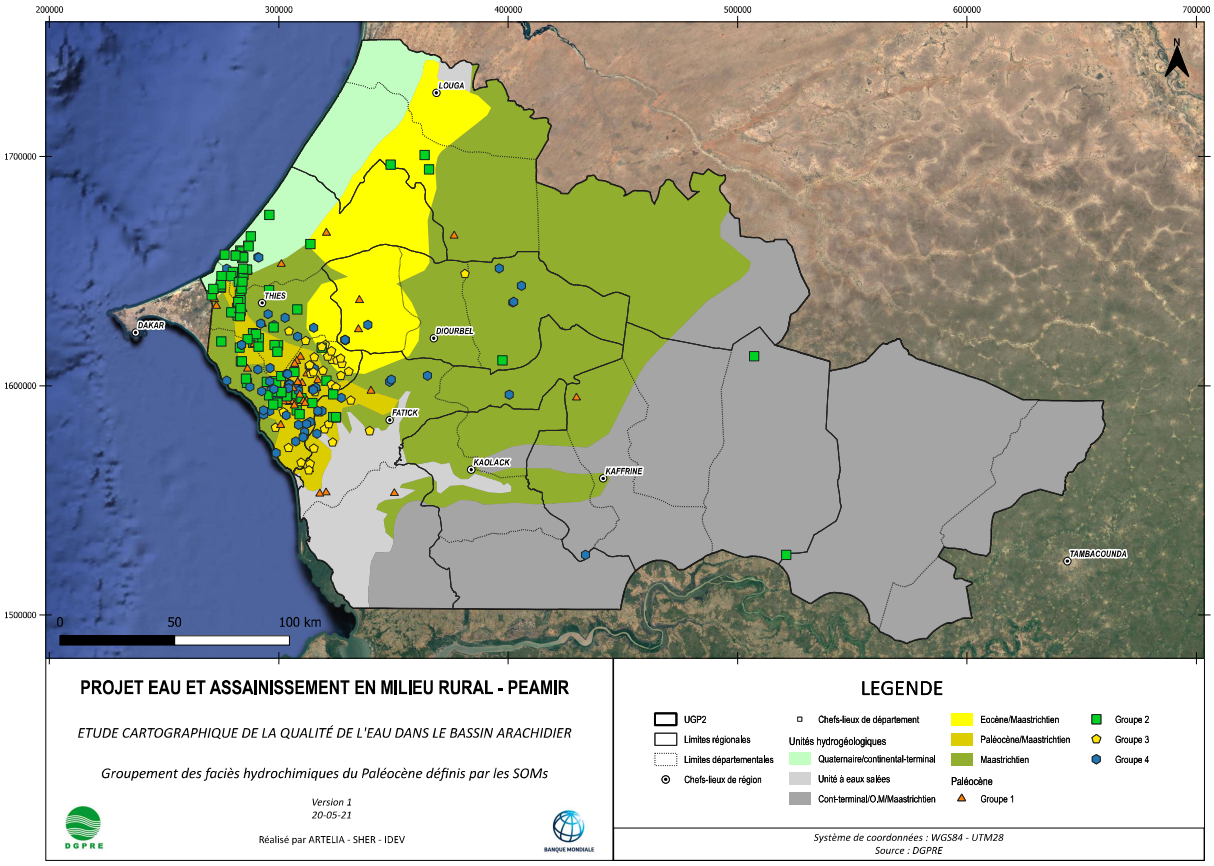


FIGURE 76 – Disposition spatiale des ouvrages du Paléocène selon les groupes hydrochimiques définis par les SOMs

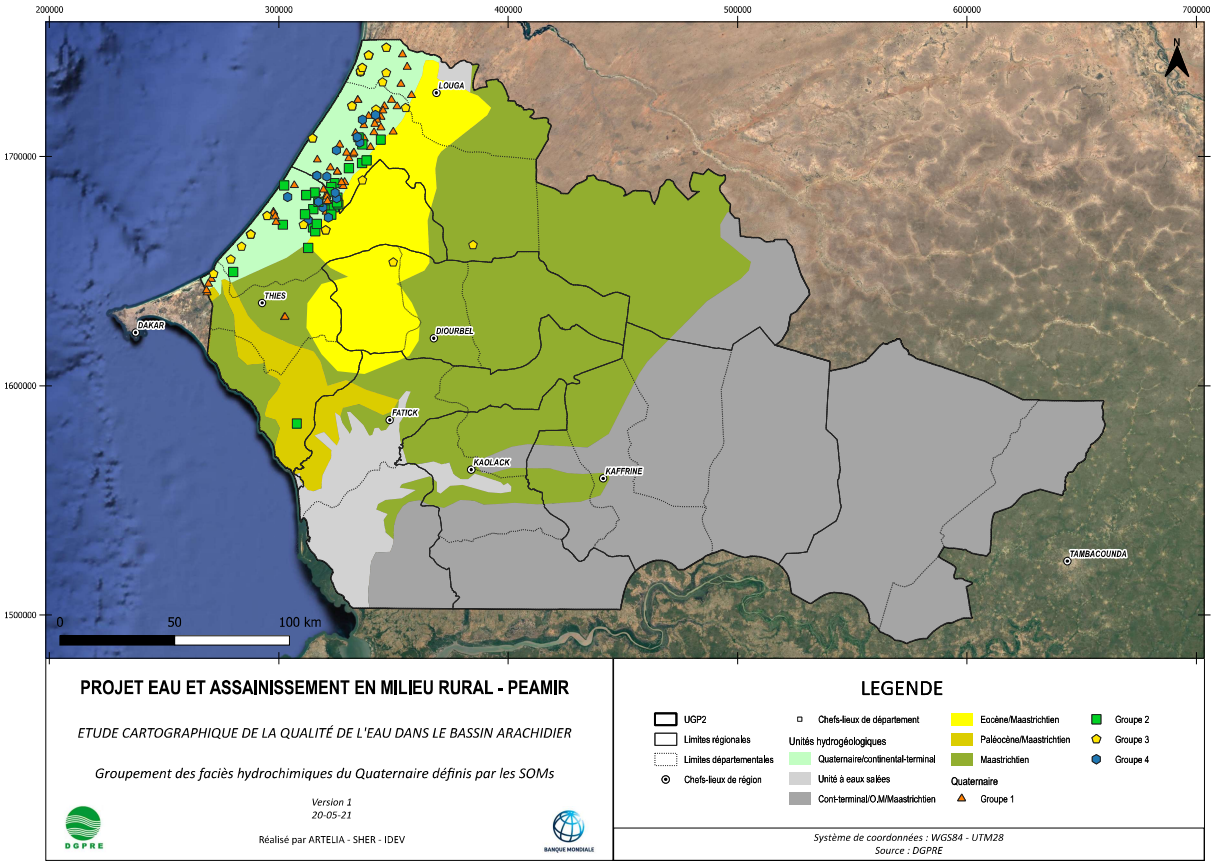


FIGURE 77 – Disposition spatiale des ouvrages du Quaternaire selon les groupes hydrochimiques définis par les SOMs

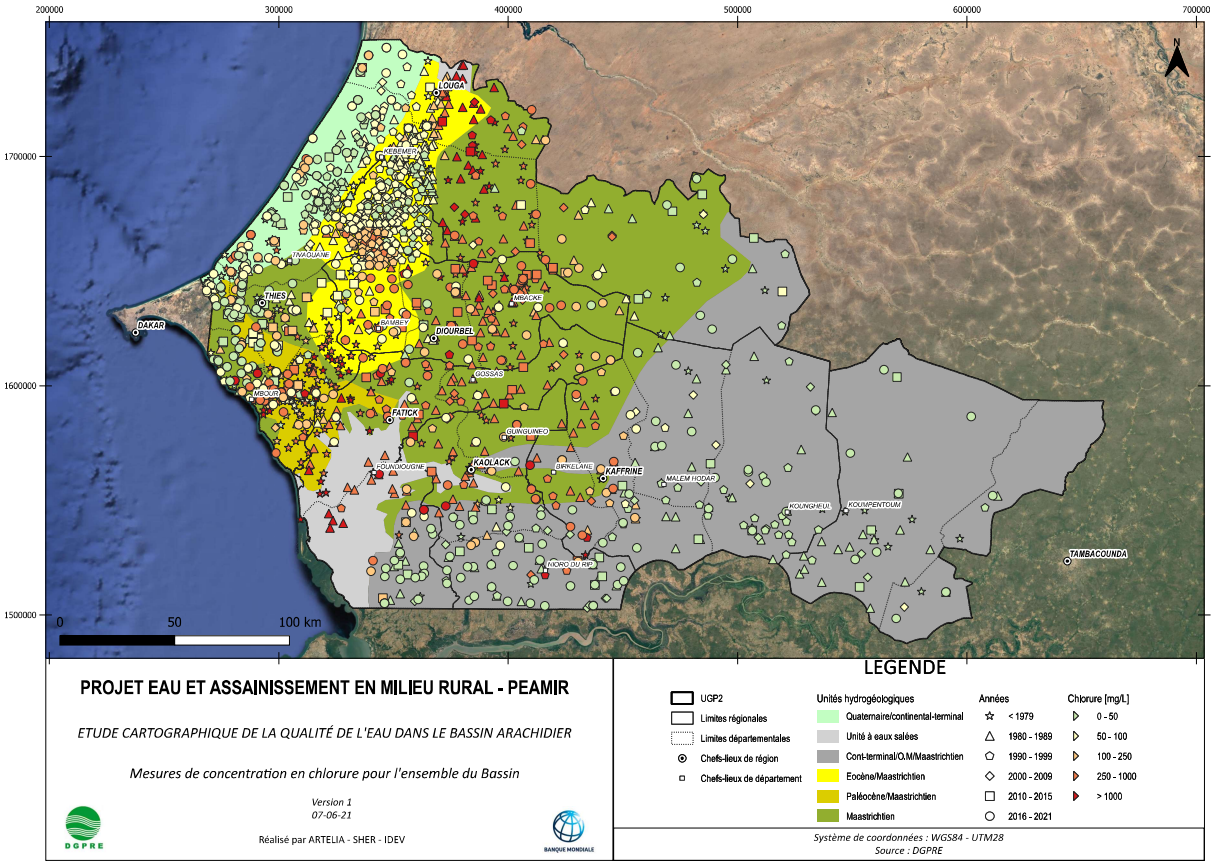


FIGURE 78 – Répartition de l'ensemble des concentrations en chlorures dans le Bassin

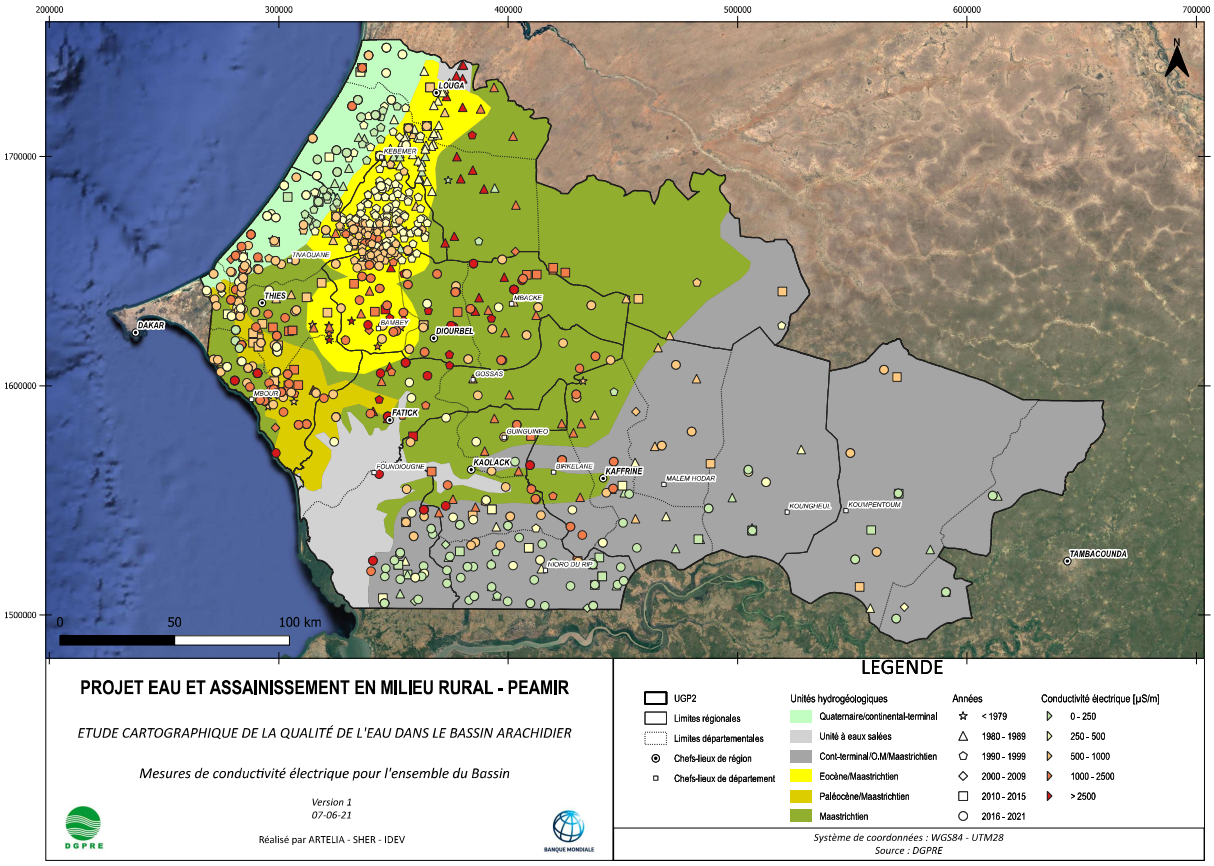


FIGURE 79 – Répartition de l'ensemble des conductivités électriques dans le Bassin

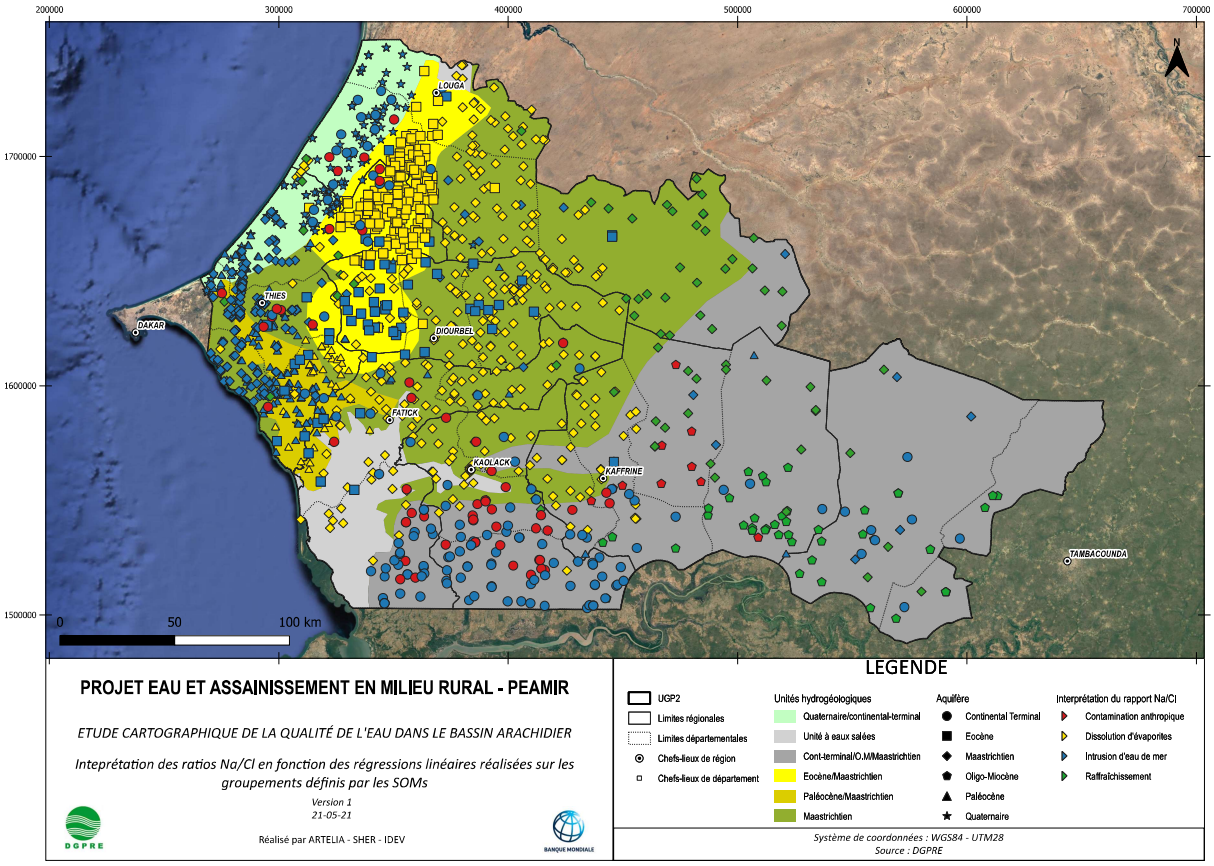


FIGURE 80 – Différents types d'intrusions en fonction du ratio Na^+/Cl^-

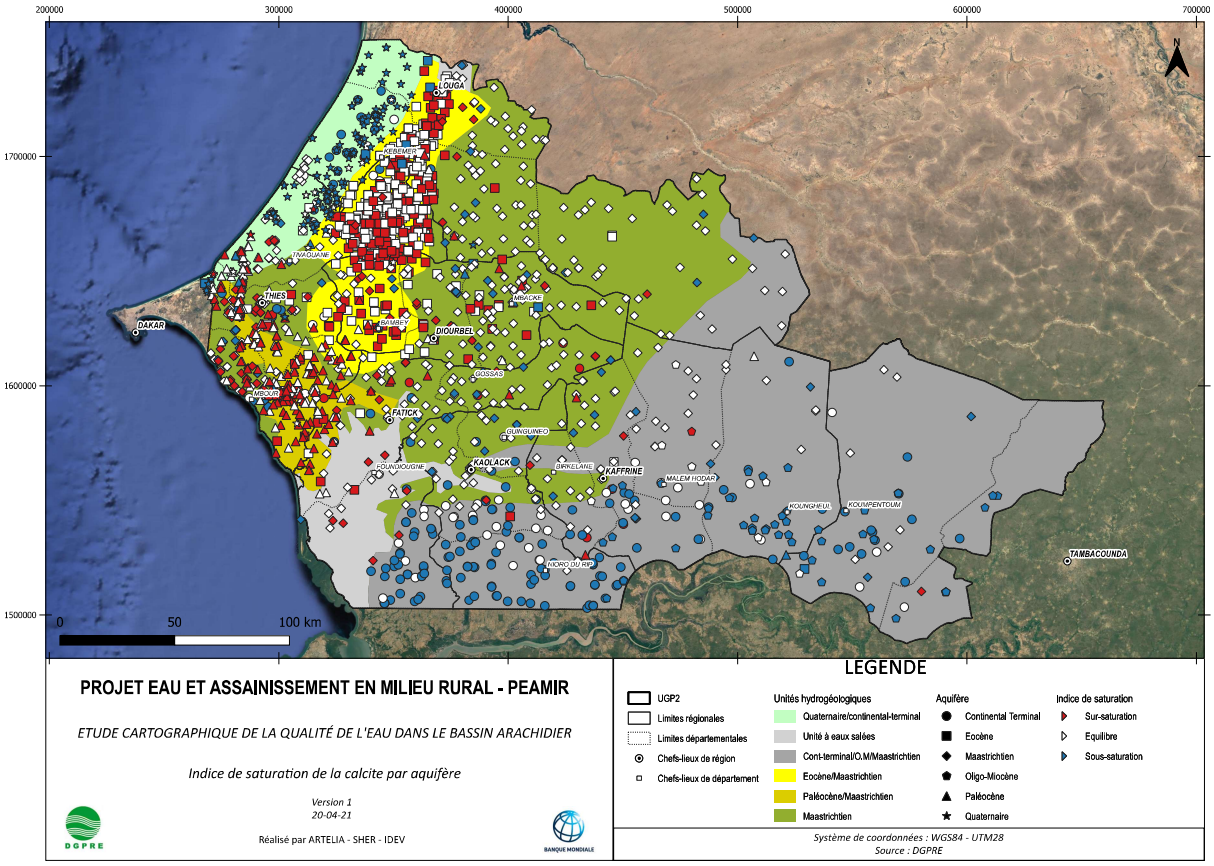


FIGURE 81 – Répartition spatiale des indices de saturation de la calcite dans la zone d'étude

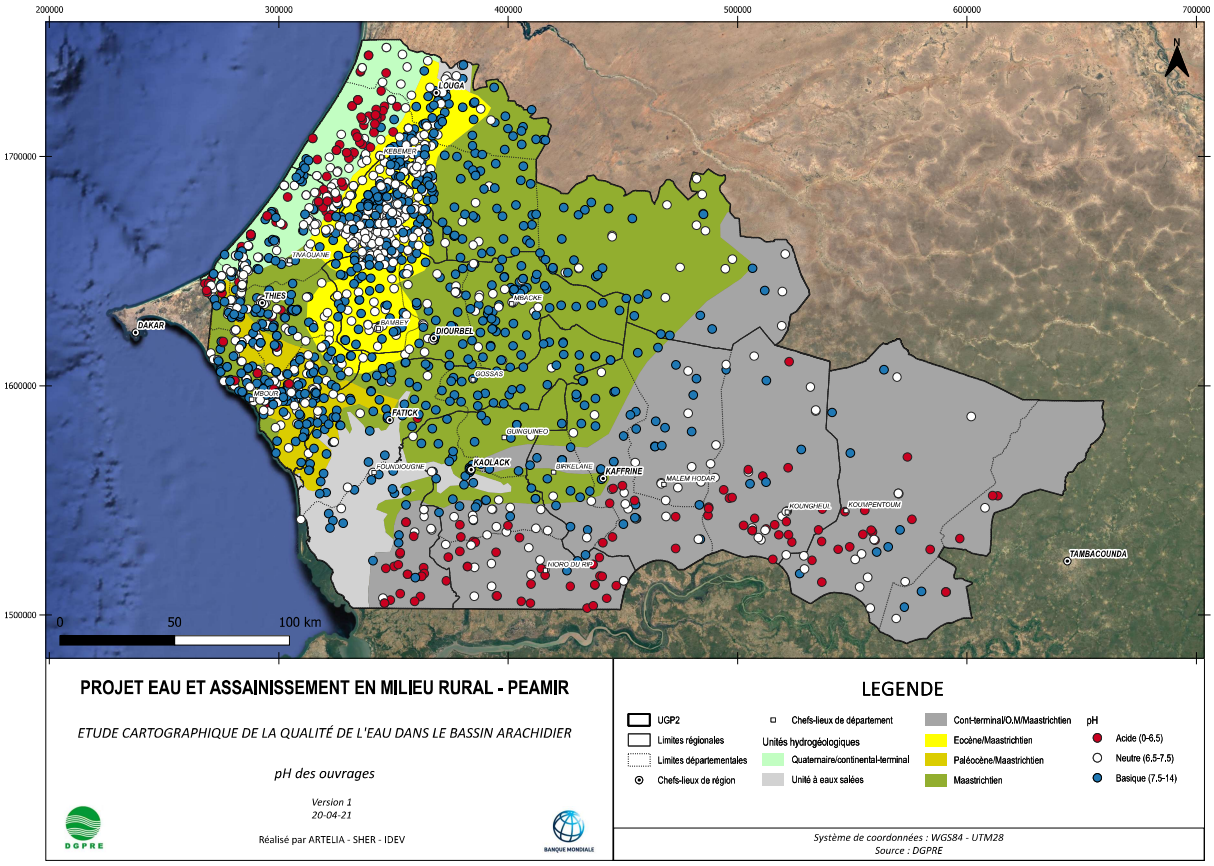


FIGURE 82 – Répartition spatiale des pH des différents ouvrages

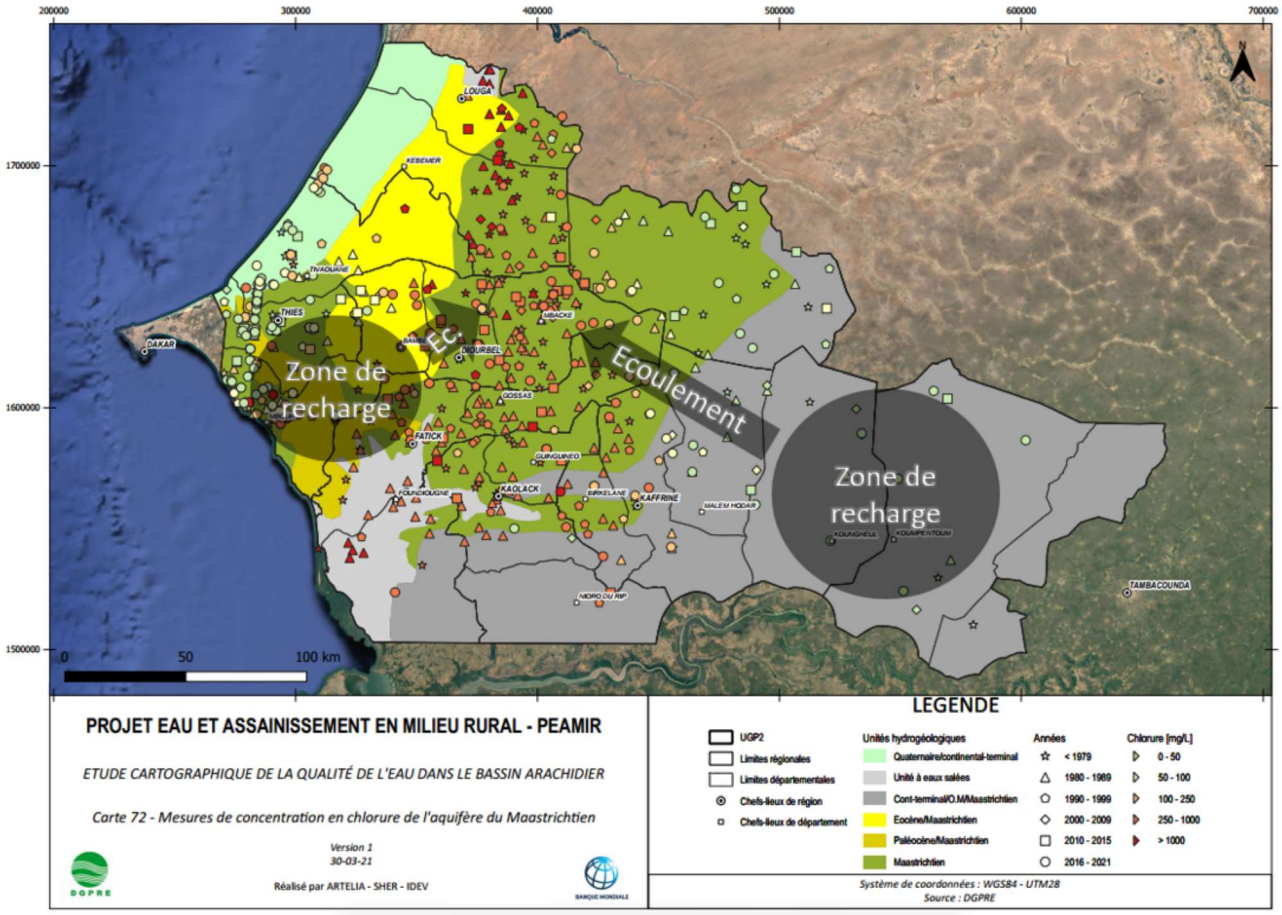


FIGURE 83 – Schématisation de l'écoulement de l'eau souterraine et lien avec la bande salée