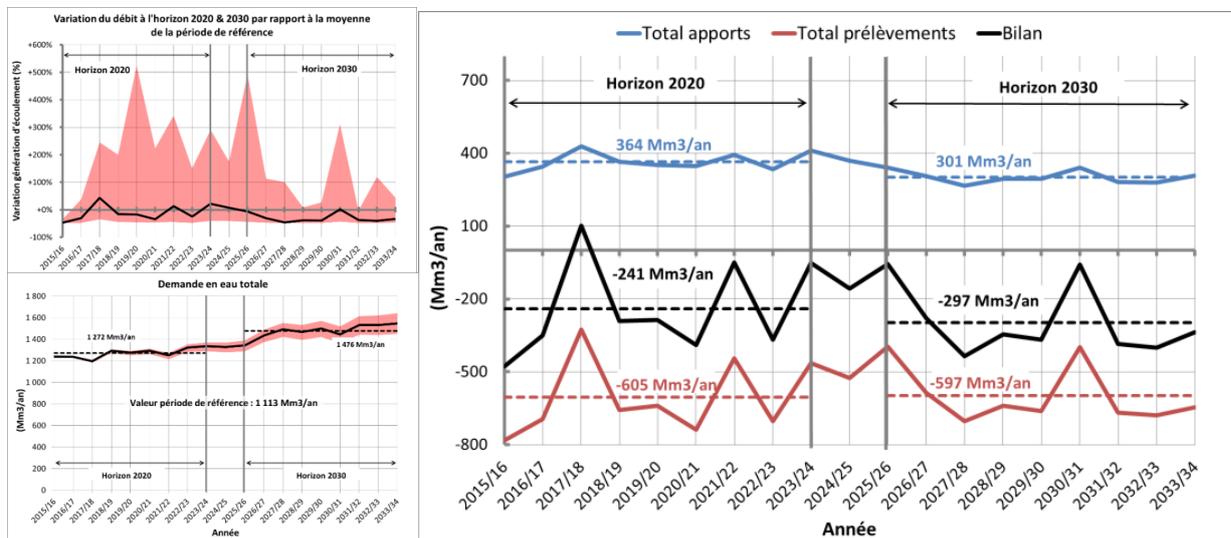


Scénario tendanciel d'évolution des ressources en eau et des usages

Convention pour la gestion intégrée des ressources en eau dans le Bassin Haouz-Mejjate

Version final draft



Auteur(s) : AHT GROUP AG - RESING
Date : Juin 2017



Table des matières

Liste des tableaux	ii
Liste des figures.....	ii
Liste des abréviations.....	iii
1 Objectifs de l'analyse du scénario tendanciel	1
2 Approche méthodologique.....	1
2.1 Rappels du diagnostic actuel du bilan de la nappe Haouz-Mejjate	1
2.2 Termes calculés dans le scénario tendanciel	3
2.3 Horizons du scénario.....	3
2.3.1 Période de référence	3
2.3.2 Horizons 2020 et 2030.....	3
3 Élaboration du scénario tendanciel	3
3.1 Tendances pour la disponibilité des ressources en eau du bassin Haouz-Mejjate sous changement climatique.....	4
3.1.1 Données météorologiques	4
3.1.2 Tendance pour les eaux de surface.....	7
3.1.3 Tendances pour les apports à la nappe	9
3.2 Tendances pour les demandes en eau	17
3.2.1 Irrigation.....	17
3.2.2 AEP domestique, industrielle et touristique.....	22
3.2.3 Arrosage des espaces verts des zones urbaines, des propriétés touristiques et de l'habitat	24
3.2.4 Demande en eau totale.....	26
3.3 Tendances sur les prélèvements sur la nappe	28
3.3.1 Irrigation.....	28
3.3.2 AEP domestique, industrielle et touristique.....	31
3.3.3 Arrosage des espaces verts des zones urbaines, des propriétés touristiques et de l'habitat	32
3.3.4 Prélèvement total.....	33
4 Scénario tendanciel du bilan de la nappe.....	34



Liste des tableaux

Tableau 1	Définition des périodes du scénario tendanciel.	3
Tableau 2	Rappel des hypothèses prises pour le calcul des différents termes du bilan de la nappe.	16
Tableau 3	Réalisations et objectifs du PAR concernant les superficies (ha) en olivier, agrumes et céréales dans le bassin du Haouz-Mejjate. Source : DRA-MS, 2016.	18
Tableau 4	Hypothèses retenues pour les trois tendances (haute, médiane et basse) de changement de l'assolement et de l'intensification à horizon 2020 et 2030.	18
Tableau 5	Projets touristiques déposés au CRI.	24

Liste des figures

Figure 1	Bilan sur les années 2001/02 à 2012/13 de la partie Tensift de la nappe du Haouz-Mejjate.	2
Figure 2	Précipitation annuelle (haut) et température moyenne mensuelle (bas) jusqu'à l'année 2100 extraites du <i>Climate Information Platform</i> pour la station de Marrakech.	5
Figure 3	Zoom de la Figure 2 (p5) aux horizons 2020 et 2030.	7
Figure 4	Variation de l'écoulement des oueds dans les horizons 2020 et 2030.	8
Figure 5	Variation des précipitations dans les horizons 2020 et 2030 par rapport à la moyenne dans période de référence, extraite de la Figure 3 (p6).	10
Figure 6	Scénario tendanciel pour le terme « Infiltration des précipitations » du bilan de la nappe. ...	11
Figure 7	Scénario tendanciel pour le terme « Abouchement Atlas » du bilan de la nappe.	12
Figure 8	Scénario tendanciel pour le terme « Infiltration des oueds » du bilan de la nappe.	13
Figure 9	Scénario tendanciel pour le terme « Retour des eaux d'irrigation à la parcelle » du bilan de la nappe.	14
Figure 10	Scénario tendanciel pour le terme « Retour des séguias » du bilan de la nappe.	16
Figure 11	Tendance de la superficie irriguée en fonction du changement de l'assolement et de l'intensification selon les trois variantes.	19
Figure 12	Variation des besoins unitaires en eau d'irrigation dans les horizons 2020 et 2030 sous changement climatique (selon uniquement les valeurs médianes pour le pluie et l'ET0).	20
Figure 13	Scénario tendanciel pour la demande en eau d'irrigation.	22
Figure 14	Scénario tendanciel pour la demande en eau pour l'AEP domestique, industrielle et touristique (besoin à la production).	23
Figure 15	Scénario tendanciel pour la demande en eau d'arrosage.	26
Figure 16	Scénario tendanciel pour la demande en eau totale.	27
Figure 17	Variation du prélèvement sur la nappe du fait du changement climatique dans les horizons 2020 et 2030 pour les cultures existantes dans la période de référencel.	29
Figure 18	Cas de la courbe médiane de la variation du prélèvement supplémentaire sur la nappe par rapport à la période de référence dû à l'extension de l'olivier et des agrumes et au changement climatique.	30
Figure 19	Variation totale du prélèvement sur la nappe aux horizons 2020 et 2030.	30
Figure 20	Scénario tendanciel pour le terme « Prélèvements agriculture » du bilan de la nappe.	31
Figure 21	Scénario tendanciel pour le terme « Prélèvement de la nappe pour l'AEP » du bilan de la nappe.	32
Figure 22	Scénario tendanciel pour le « Prélèvement de la nappe pour l'arrosage », inclus dans le terme « Prélèvement de la nappe pour l'AEP » du bilan de la nappe.	33
Figure 23	Tendance des prélèvements totaux sur la nappe dans les horizons 2020 et 2030.	34
Figure 24	Scénario tendanciel médian pour le bilan de la nappe aux horizons 2020 et 2030.	35



Liste des abréviations

AEP	Alimentation en eau potable
BHM	Bassin du Haouz-Mejjate
DPA	Direction Provinciale de l'Agriculture
ETo	Évapotranspiration de référence
GIRE	Gestion Intégrée des Ressources en Eau
ORMVAH	Office Régional de Mise en Valeur Agricole du Haouz
PAR	Plan Agricole Régional
PDAIRE	Plan Directeur d'Aménagement Intégré des Ressources en Eau
PMH	Petite et Moyenne Hydraulique
PDAIRE	Plan Directeur d'Aménagement Intégré des Ressources en Eau
RGPH	Recensement général de la Population et de l'Habitat
SAEP	Système d'Alimentation en Eau potable



1 Introduction

Partant du diagnostic de la situation actuelle du bassin Haouz-Mejjate, ce rapport présente le scénario tendanciel dont l'objectif est d'établir les tendances futures aux horizons 2020 et 2030 du bilan des ressources en eau dans le bassin. Ce scénario tendanciel définit le contexte futur dans lequel va se mettre en place le Plan d'action de la Convention GIRE. Les termes du bilan qui sont examinés sont la disponibilité des ressources en eau, les demandes en eau et les prélèvements sur la nappe. Le bilan de la nappe Haouz-Mejjate, qui est critique dans la situation actuelle, sera examiné en détail.

Ce rapport contient trois parties :

- Il présente tout d'abord les bases méthodologiques du scénario tendanciel.
- La deuxième partie traite de l'élaboration du scénario tendanciel pour la disponibilité des ressources en eau, les demandes en eau et les prélèvements sur la nappe.
- La troisième et dernière partie porte sur l'examen détaillé du bilan de la nappe Haouz-Mejjate.

2 Approche méthodologique

2.1 Rappels du diagnostic actuel du bilan de la nappe Haouz-Mejjate

Le diagnostic des ressources en eau du bassin Haouz-Mejjate s'est penché en particulier sur la partie la plus déficitaire de la nappe du Haouz-Mejjate, qui se trouve dans le bassin du Tensift. Le bilan de cette partie de la nappe est déficitaire et est en moyenne de $-111 \text{ Mm}^3/\text{an}$ pour la période 2002/03 à 2010/11. Les valeurs annuelles de ce bilan fluctuent fortement selon l'hydraulicité. Lors d'une année sèche, le déficit peut s'élever à $-417 \text{ Mm}^3/\text{an}$ (année 2001/02). Par contre, en année humide, on assiste plutôt à un stockage de la nappe qui peut atteindre $+266 \text{ Mm}^3/\text{an}$ (2008/09).

Les termes considérés pour établir ce bilan sont les suivants (Figure 1) :

- Des apports à la nappe (entrées), composés de :
 - Infiltration des précipitations ($151 \text{ Mm}^3/\text{an}$ en moyenne) : infiltration des eaux de pluie dans la plaine.
 - Infiltration des oueds ($40 \text{ Mm}^3/\text{an}$ en moyenne) : infiltration des eaux dans les oueds de la plaine.
 - Retour des eaux d'irrigation ($165 \text{ Mm}^3/\text{an}$ en moyenne) : qui traduit le retour à la parcelle agricole.
 - Retour au niveau des séguias ($42 \text{ Mm}^3/\text{an}$ en moyenne) : retour des eaux d'irrigation au niveau des séguias.
 - Abouchement Atlas ($11 \text{ Mm}^3/\text{an}$ en moyenne) : recharge de la nappe provenant de la zone montagneuse.
- Des prélèvements à la nappe (sorties), composés de :
 - Prélèvements agriculture ($496 \text{ Mm}^3/\text{an}$ en moyenne) : pour les eaux d'irrigation et qui



représente de loin le plus gros prélèvement.

- Prélèvements AEP (23 Mm3/an en moyenne) : pour l'AEP domestique, industrielle et touristique.
- Drainage Tensift (2 Mm3/an en moyenne) : flux sortant de la nappe au niveau de l'oued Tensift.

Années	Entrées (Mm3/an)						Sorties (Mm3/an)				Bilan (Mm3/an)
	Infiltration des précipitations	Infiltration oueds	Retour des eaux d'irrigation	Retour au niveau des séguias	Abouchement Atlas	Total entrées	Prélèvements agriculture	Prélèvements AEP	Drainage Tensift	Total Sorties	
2001/02	117	18	160	26	11	331	-663	-25	-2	-749	-417
2002/03	139	24	163	35	11	372	-564	-25	-2	-590	-219
2003/04	175	44	159	40	11	430	-457	-25	-2	-484	-54
2004/05	89	27	178	27	11	332	-707	-26	-2	-734	-402
2005/06	180	37	148	42	11	419	-392	-21	-2	-415	4
2006/07	107	34	162	36	11	350	-552	-22	-2	-575	-225
2007/08	92	24	160	33	11	320	-597	-22	-2	-620	-300
2008/09	222	68	173	70	11	544	-255	-22	-2	-278	266
2009/10	177	69	158	53	11	467	-385	-22	-2	-408	58
2010/11	175	37	181	46	11	449	-555	-22	-2	-579	-130
2011/12	119	33	183	26	11	372	-753	-23	-2	-777	-405
2012/13	137	32	164	27	11	371	-635	-24	-2	-660	-289
Moyenne période de référence (2002/03 à 2010/11)	151	40	165	42	11	409	-496	-23	-2	-520	-111

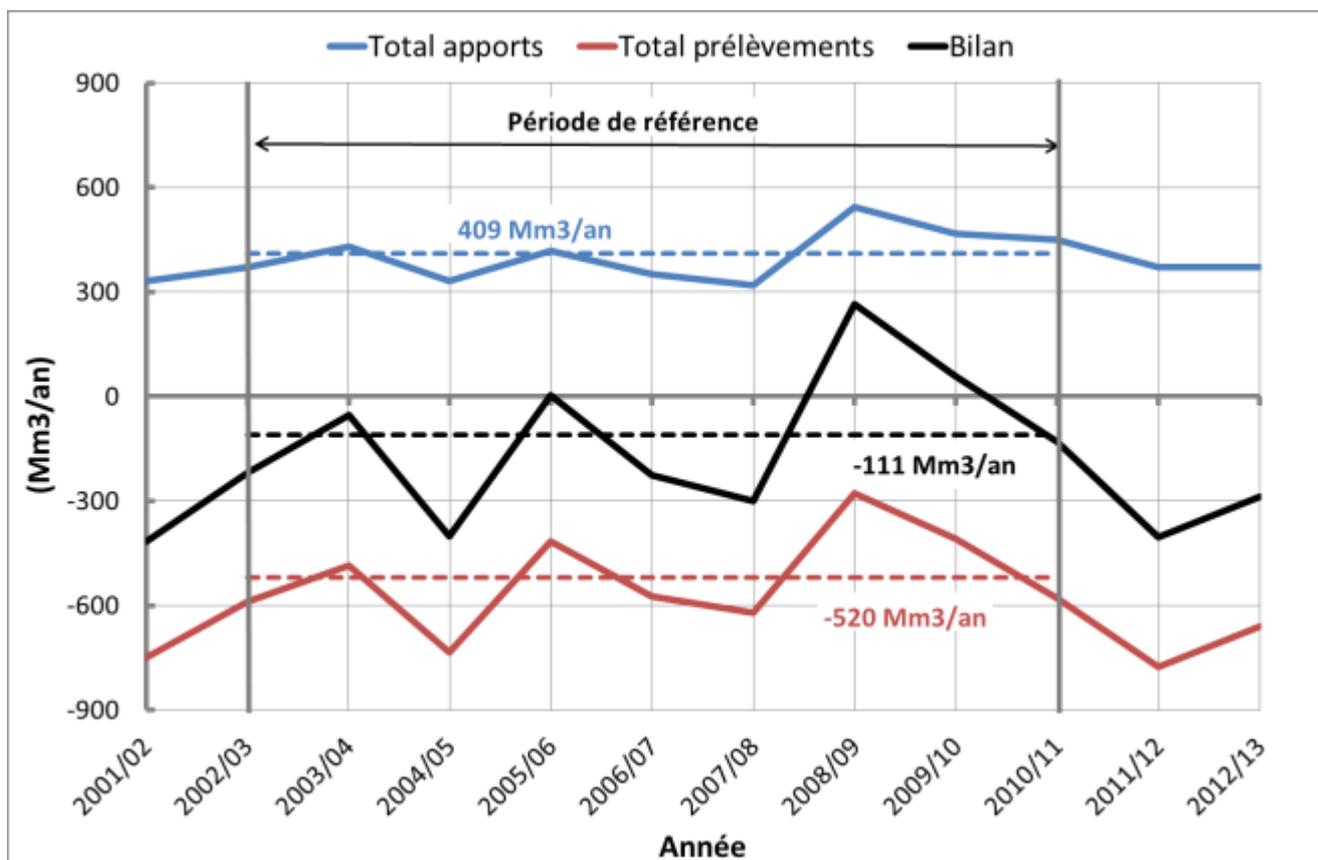


Figure 1 Bilan sur les années 2001/02 à 2012/13 de la partie Tensift de la nappe du Haouz-Mejjate, avec la période de référence définie pour les années 2002/03 à 2010/11. En haut: détail des calculs avec les différents termes du bilan ; en bas : allure du total des apports, des prélèvements et du bilan.



2.2 Termes calculés dans le scénario tendanciel

Le scénario va explorer l'impact de tendances futures dans le bassin Haouz-Mejjate sur le bilan de la nappe du Haouz – Mejjate, c'est-à-dire sur les différents termes du bilan présentés en Figure 1.

2.3 Horizons du scénario

2.3.1 Période de référence

La période de référence du diagnostic du bassin Haouz-Mejjate s'étend sur les années 2002/03 à 2010/11. Cette même période sert de référence lors de l'examen de l'impact du scénario.

2.3.2 Horizons 2020 et 2030

Le scénario tendanciel porte sur les horizons 2020 et 2030. La définition de ces deux horizons se base sur la définition de la période de référence (2002/03 à 2010/11). Cette période contenant neuf années, les horizons 2020 et 2030 sont par conséquent définis par des périodes de neuf années centrées respectivement autour des années 2019/20 et 2029/30 (Tableau 1).

Tableau 1 Définition des périodes du scénario tendanciel.

Période	Années								
Référence	2002/03	2003/04	2004/05	2005/06	2006/07	2007/08	2008/09	2009/10	2010/11
Horizon 2020	2015/16	2016/17	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	2021/22	2022/23	2023/24
Horizon 2030	2025/26	2026/27	2027/28	2028/29	2029/30	2030/31	2031/32	2032/33	2033/34

3 Élaboration du scénario tendanciel

L'élaboration du scénario tendanciel va tâcher d'établir les tendances pour la disponibilité des ressources en eau et les demandes en eau dans le bassin Haouz-Mejjate, et ce que cela implique pour les termes du bilan de la nappe, c'est-à-dire les apports et les prélèvements. Les éléments de changement pour ces tendances sont :



- Le changement climatique qui va impacter les apports mais également la demande en eau d'irrigation.
- Les tendances démographiques, qui vont modifier la demande en eau pour l'AEP domestique.
- Les plans de développement prévus pour l'irrigation.
- Le développement touristique et de l'habitat.

3.1 Tendances pour la disponibilité des ressources en eau du bassin Haouz-Mejjate sous changement climatique

3.1.1 Données météorologiques

Les données de base sur le changement climatique sont extraites du *Climate Information Platform*¹ de l'université de Cape Town, Afrique du Sud. Ce site internet contient notamment les données des derniers modèles climatiques de l'ensemble *Coupled Model Intercomparison Project Phase 5* (CMIPP5) utilisé dans le dernier Rapport d'Évaluation n°5 du GIEC (publié en 2013). Ces modèles climatiques globaux à grande échelle sont soumis à des méthodes « de descente d'échelle » en centrant sur des stations météorologiques particulières. Les informations extraites du site internet sont (Figure 2) :

- les données mensuelles des précipitations et température de 1960 jusqu'à l'année 2100,
- centrées autour de la station de Marrakech,
- issues de 11 modèles climatiques,
- et pour les deux scénarios de profils représentatifs d'évolution de concentration (*Representative Concentration Pathways* - RCP) des gaz à effet de serre RCP 4.5 et RCP 8.5.

¹ <http://cip.csag.uct.ac.za/>

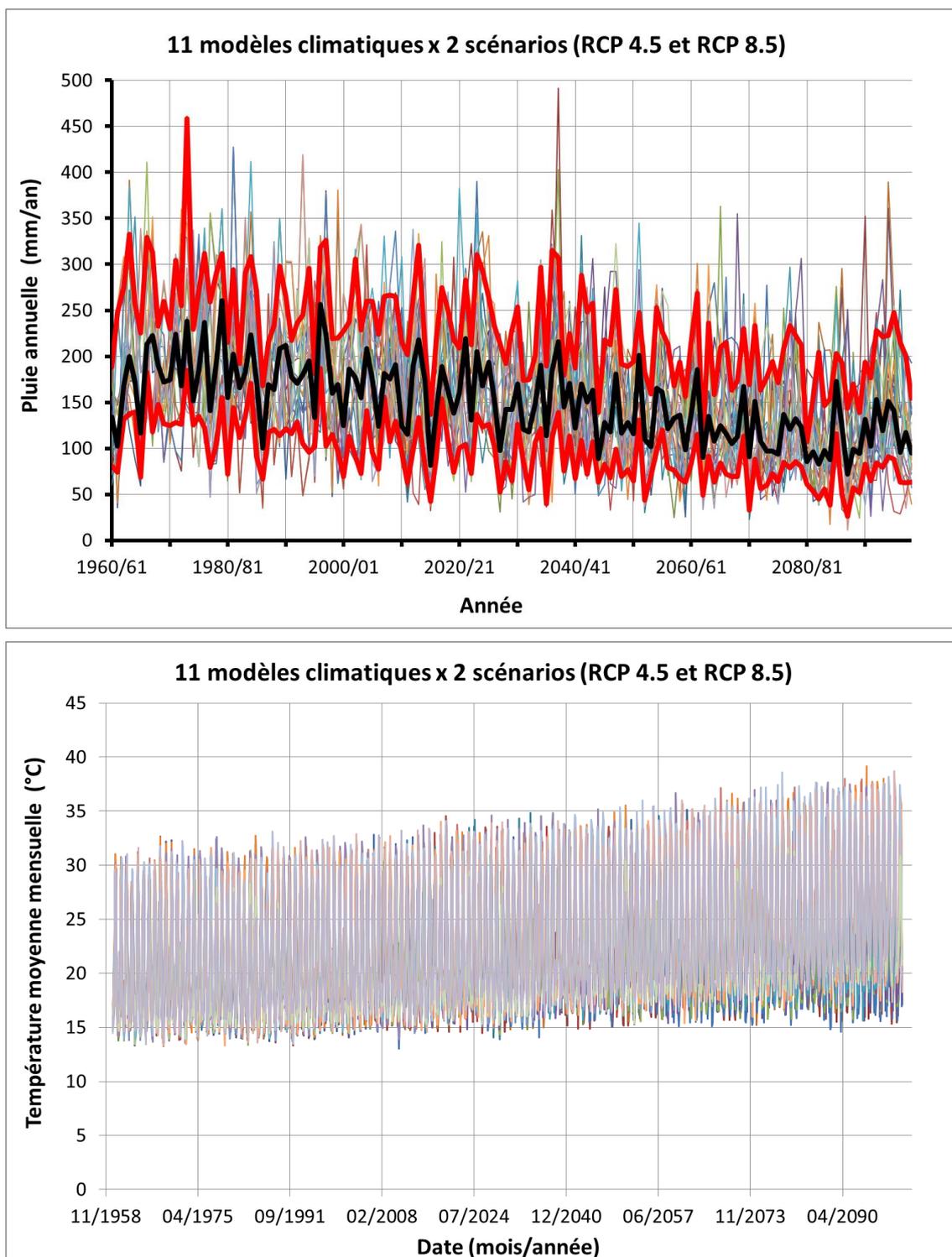


Figure 2 Précipitation annuelle (haut) et température moyenne mensuelle (bas) jusqu'à l'année 2100 extraites du *Climate Information Platform* pour la station de Marrakech. Les différentes courbes sont les résultats des différents modèles. Les courbes en rouge pour les précipitations sont les enveloppes supérieure (90e centile) et inférieure (10e centile) contenant les résultats de 80% des modèles. La courbe en noire pour les précipitations est la médiane (50e centile) sur l'ensemble des modèles.

L'introduction des courbes statistiques suivantes pour les précipitations et les températures aide à



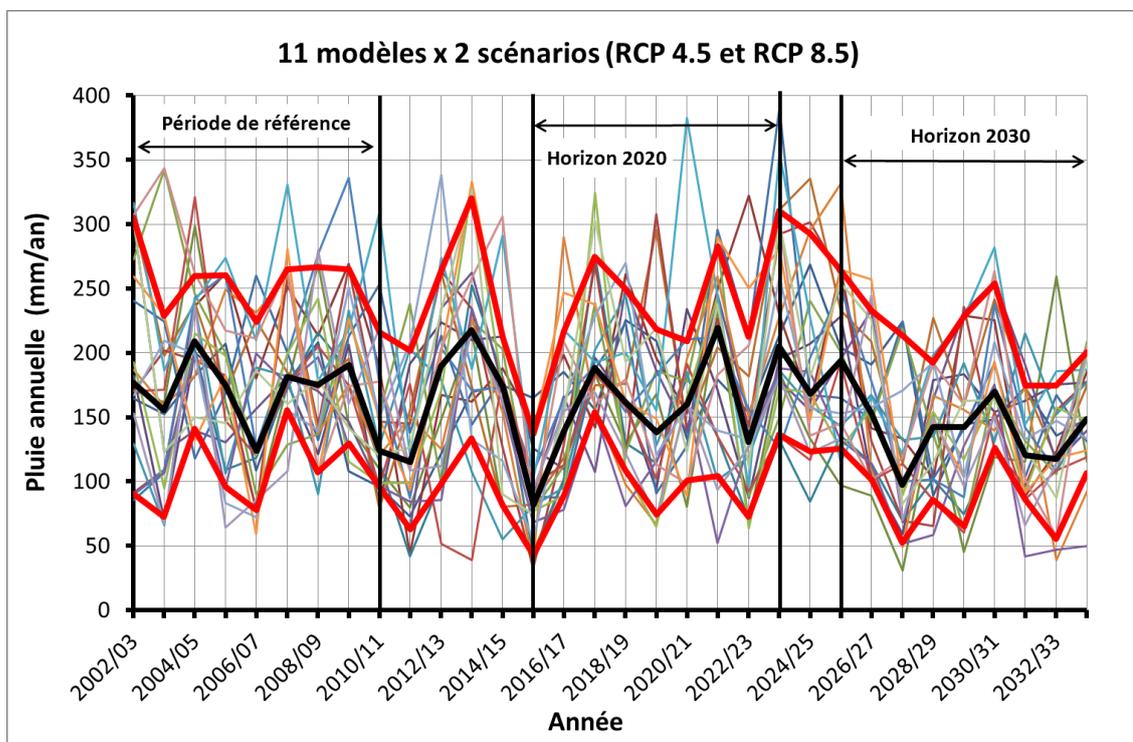
dégager des tendances :

- La courbe du 90^e centile de l'ensemble des résultats, constituant l'enveloppe supérieure, et la courbe du 10^e centile, constituant l'enveloppe inférieure. Ces deux enveloppes contiennent 80% des résultats des modèles, écartant les valeurs extrêmes qui peuvent être considérées comme des anomalies.
- La courbe du 50^e centile, la médiane, qui est la courbe la plus fréquente dans l'ensemble des résultats.

On note la tendance attendue de diminution des précipitations et d'augmentation de la température jusqu'à l'année 2100.

Ces données restreintes aux horizons 2020 et 2030 du scénario tendanciel sont représentées dans la Figure 3. Il s'en dégage par rapport à la période de référence que :

- La tendance pour les précipitations n'est pas claire pour l'horizon 2020, et conduit en moyenne à une réduction d'environ 17 mm/an par rapport à la période de référence, alors que la tendance est plus nettement à la baisse pour l'horizon 2030, avec une réduction moyenne d'environ 37 mm/an par rapport à la période de référence.
- La tendance est à une légère augmentation de la température moyenne, +0.5°C et +0.7°C par rapport à la période de référence dans les horizons 2020 et 2030 respectivement, notamment des températures estivales.



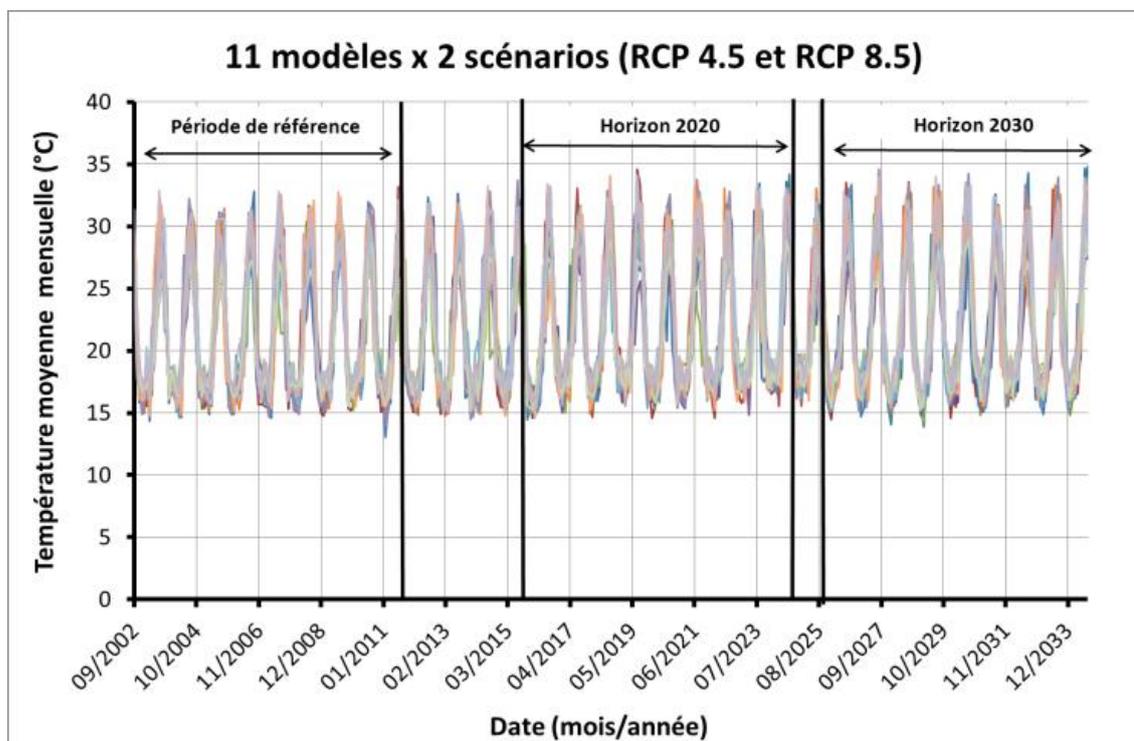


Figure 3 Zoom de la Figure 2 (p5) aux horizons 2020 et 2030.

L'intervalle de certitude à 80%, défini par les enveloppes supérieure et inférieure des précipitations, est introduit autour de la médiane et est utilisé dans la suite de l'analyse.

3.1.2 Tendence pour les eaux de surface

Un changement des précipitations et des températures va entraîner un changement du débit des oueds. Pour estimer ce changement, le modèle pluie-débit GR2M étalonné dans la phase de diagnostic du bassin Haouz-Mejjate est utilisé. Une application de GR2M a été calée en quatre sites hydrométriques (barrage Hassan 1er, barrage Moulay Youssef, barrage Takerkoust et station Abadla). Seul l'étalonnage à cette dernière station est satisfaisant et, de plus, les données sur le changement climatique ont été extraites pour la station de Marrakech, dont le climat est similaire à la station Abadla ; ainsi le modèle GR2M Abadla est le plus approprié. L'application de GR2M Abadla avec les projections futures des précipitations et des températures (Figure 3) conduit à un ensemble de projection de la variation du débit des oueds dans le bassin (haut de la Figure 4).

Il faut noter cependant que le comportement hydrologique du modèle GR2M à la station Abadla n'est pas celui du bassin Haouz-Mejjate en entier, notamment de sa partie amont montagneuse. De ce fait, les variations de débits calculées par GR2M Abadla ont été corrigées en amplitude afin de concorder avec les tendances prévues pour la région (travaux du LMI TREMA²) c'est-à-dire une réduction des débits de l'ordre de 10% et 30% respectivement à l'horizon 2020 et 2030 (bas de la Figure 4).

² Marchane A., Trambly Y., Hanich L., Ruelland D., Jarlan L.: Climate change impacts on surface water resources in the Rheraya catchment (High-Atlas, Morocco). Hydrological Sciences Journal, *in press*

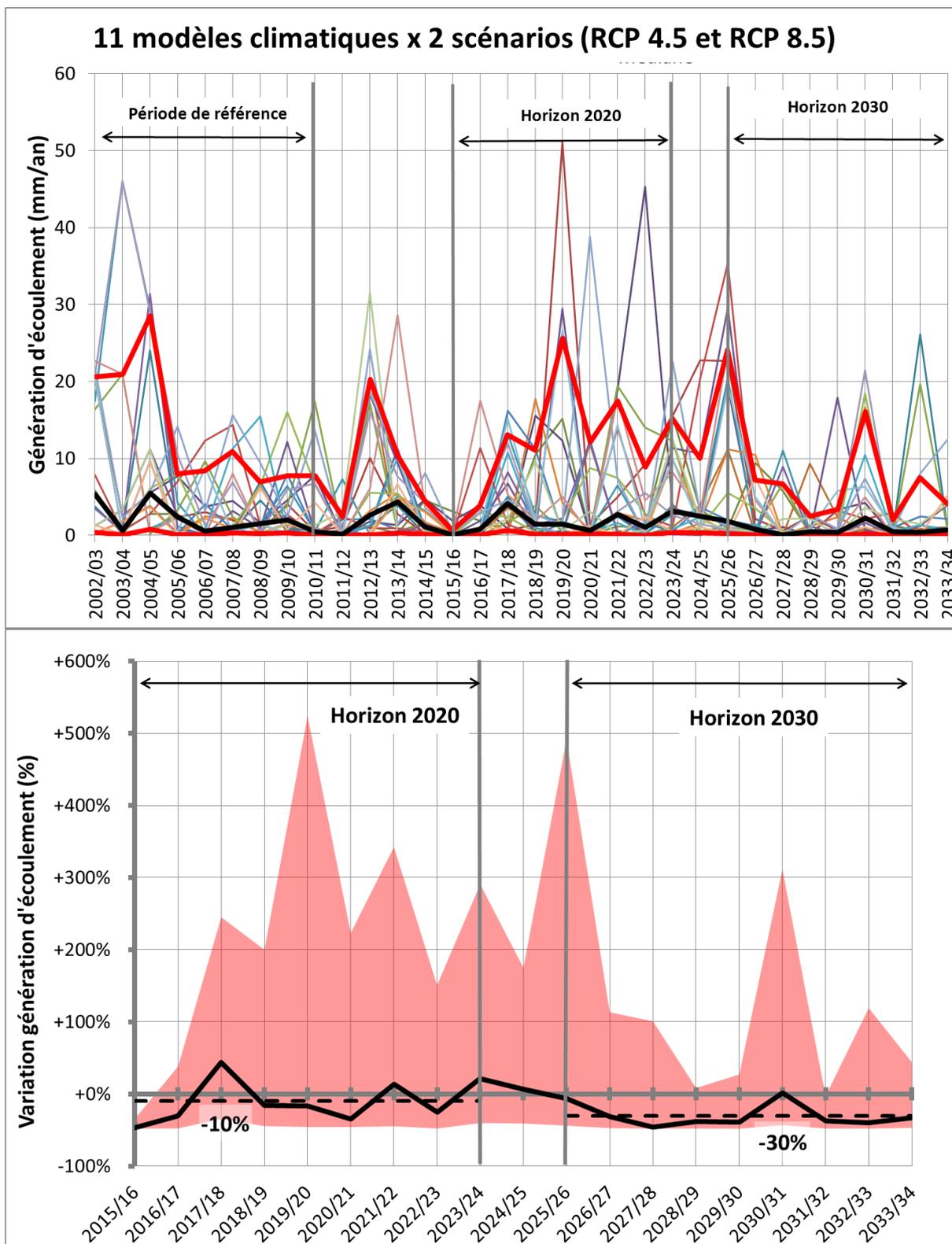


Figure 4

Variation de l'écoulement des oueds dans les horizons 2020 et 2030.. En haut : débit (en mm/an) calculés pour l'ensemble des modèles climatiques par le modèle GR2M à Abadla. Les courbes en rouge et noire sont héritées de la Figure 2 (p5). En bas : variation du débit (en %) dans les horizons 2020 et 2030 par rapport à la moyenne de la période de référence, corrigées en amplitude afin de concorder avec les tendances prévues pour la région. L'aire en rose est l'intervalle de confiance à 80%.



Deux composantes sont calculées :

- Une médiane, traduisant la valeur la plus probable pour la variation du débit. Cette variation montre des augmentations et diminutions dans l'horizon 2020, avec cependant une baisse de 10% en moyenne dans cet horizon. Dans l'horizon 2030 la tendance est plus clairement à la baisse, de 30% en moyenne.
- Un intervalle de confiance à 80% autour de la médiane, qui montre de grandes amplitudes de débits humides.

3.1.3 Tendances pour les apports à la nappe

L'impact du changement climatique sur les termes du bilan de la nappe est direct et indirect :

- Impact direct : Infiltration des précipitations, Infiltration des oueds et Abouchement de l'Atlas.
- Impact indirect : Retour des eaux d'irrigation, Retour au niveau des séguias, Prélèvements de l'agriculture.

Il est probable que les autres termes du bilan (cf. Figure 1, p2) soient également impactés mais de façon bien plus diffuse et difficilement quantifiable, donc ceci sera ignoré dans la suite.

L'impact sur l'infiltration des précipitations est évalué comme suit :

- Ce terme a été estimé lors du diagnostic en supposant qu'un certain pourcentage des précipitations tombant dans la plaine s'infilte. Ce pourcentage est reporté dans le Tableau 2.
- La variation des précipitations dans les horizons 2020 et 2030 par rapport à la moyenne de la période de référence 2002/03 à 2010/11 a été calculée de la Figure 3 (p7) et est reportée en Figure 5 (en moyenne, baisse de 17 mm/an et 37 mm/an dans les horizons 2020 et 2030 respectivement).
- Ceci est ensuite été transformé en variation de l'infiltration des précipitations. Appliqué à la valeur moyenne de l'infiltration des précipitations durant la période de référence, c'est-à-dire 151 Mm³/an (cf. Figure 1, p2), cela conduit à l'estimation de l'infiltration des précipitations dans les horizons 2020 et 2030 (Figure 6).
- La médiane de l'infiltration des précipitations diminuerait en valeur moyenne de 151 Mm³/an dans la situation de référence à environ 141 Mm³ puis 130 Mm³/an dans les horizons 2020 et 2030 respectivement.

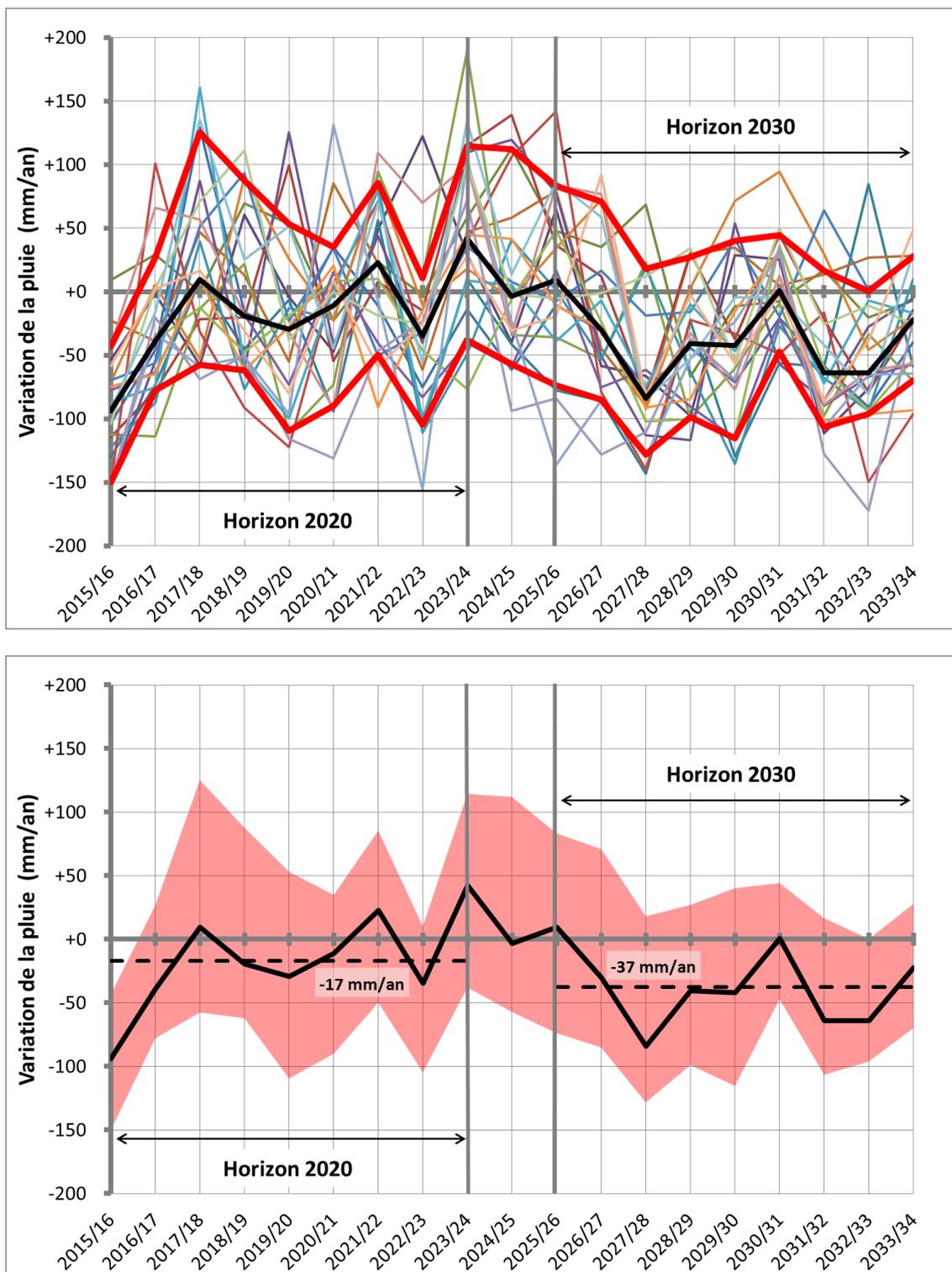


Figure 5 Variation des précipitations dans les horizons 2020 et 2030 par rapport à la moyenne dans période de référence, extraite de la Figure 3 (p7). En haut : variation avec les différentes des courbes des modèles climatiques et les enveloppes supérieure (90e centile), inférieure (10e centile) et la médiane (50e centile). En bas : variation où les enveloppes supérieure et inférieure sont transformée en un intervalle de confiance à 80% (aire en rose autour de la médiane).

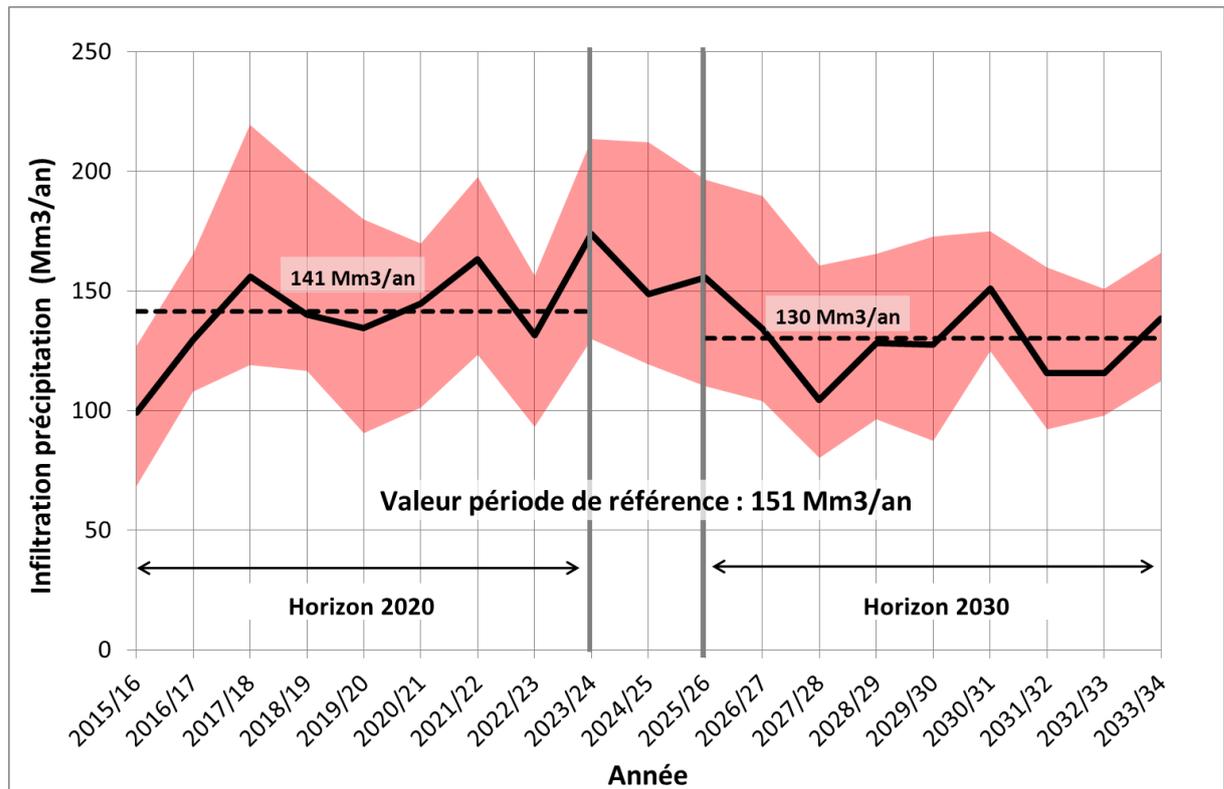


Figure 6 Scénario tendanciel pour le terme « Infiltration des précipitations » du bilan de la nappe. L'aire en rose est l'intervalle de confiance à 80%.

Concernant la variation de l'abouchement venant de l'Atlas :

- Ce terme a été estimé lors du diagnostic en se référant à la carte piézométrique du bassin de 2011. L'abouchement étant également fonction des précipitations dans la zone montagneuse, l'analyse de l'effet du changement climatique va se restreindre à considérer l'impact de la variation des précipitations sur l'abouchement.
- Partant de la moyenne de 11 Mm3/an pour l'abouchement en période de référence (Figure 1, p2), une étape préliminaire du calcul a été de comparer ce volume à celui des précipitations dans la zone montagneuse, afin de calculer un taux de recharge de la nappe dans la zone montagneuse. Ce taux est estimé à environ 1%.
- Ce taux a ensuite été appliqué à la variation des précipitations (Figure 5, p10) pour l'abouchement dans les horizons 2020 et 2030 (Figure 7). La médiane de cet abouchement varie peu, en moyenne de 11 Mm3/an dans la période de référence à 10 Mm3 dans les deux horizons futurs.

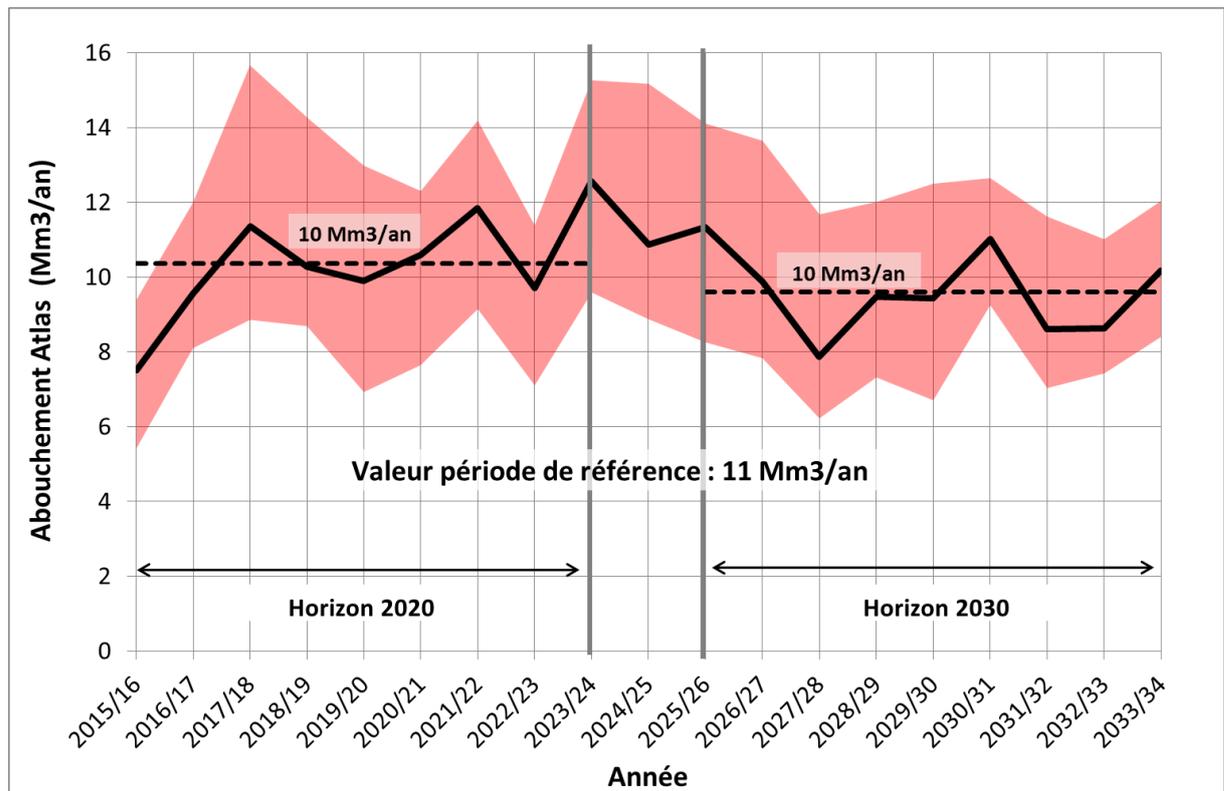


Figure 7 Scénario tendanciel pour le terme « Abouchement Atlas » du bilan de la nappe. L'aire en rose est l'intervalle de confiance à 80%.

Enfin, concernant la variation de l'infiltration des oueds :

- Ce terme a été estimé lors du diagnostic en supposant que 10% du débit des oueds mesuré au niveau du piémont s'infiltrer pour recharger la nappe.
- La variation de cette infiltration sera donc la même que la variation du débit du fait de la variation des précipitations et température. Ainsi la Figure 4 (p8) appliquée à la moyenne de l'infiltration dans les oueds dans la période de référence (40 Mm3/an, cf. Figure 1, p2) conduit à la Figure 8.
- La médiane de l'infiltration dans les oueds baisse à environ 36 Mm3/an en 2020 puis 28 Mm3/an en 2030.

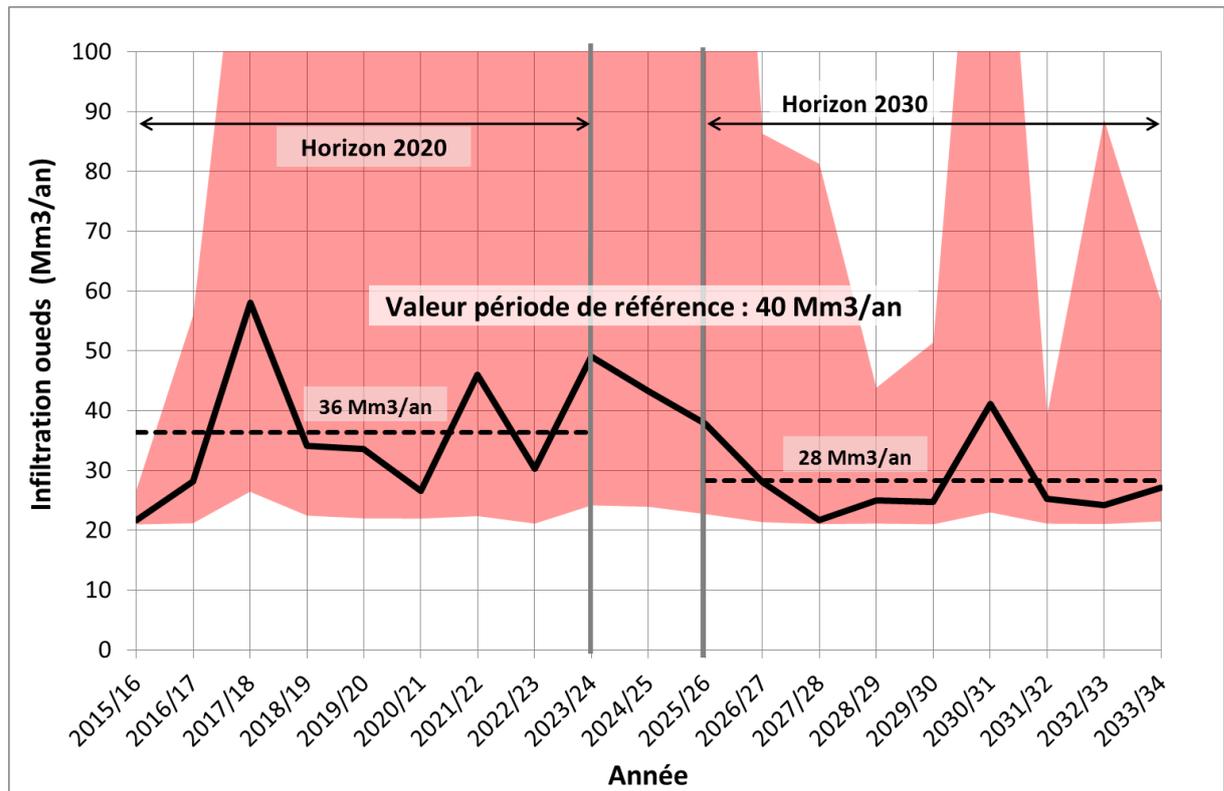


Figure 8 Scénario tendanciel pour le terme « Infiltration des oueds » du bilan de la nappe. L'aire en rose est l'intervalle de confiance à 80%.

Les autres apports à la nappe, influencés indirectement par le changement climatique, sont le retour des eaux d'irrigation à la parcelle et le retour au niveau des séguias. Le premier est calculé de la manière suivante :

- Le retour des eaux d'irrigation à la parcelle a été estimé lors du diagnostic en supposant qu'un certain pourcentage de l'eau d'irrigation appliquée à la parcelle s'infiltré. Ce pourcentage est reporté dans le Tableau 2.
- L'eau d'irrigation appliquée à la parcelle est la somme des eaux apportées par les séguias (égale aux eaux prélevées par les séguias moins la perte dans les séguias, calculées par la suite) et celles prélevées à la nappe (calculées dans le paragraphe 3.3.1 ci-dessous).
- Le coefficient d'infiltration est fonction de la technique d'irrigation, selon qu'elle soit gravitaire ou au goutte à goutte. La proportion de l'irrigation gravitaire dans la période de référence a été estimée à 77% pour tout le bassin et son évolution, fonction des prévisions de reconversion collective et individuelle en goutte du PAR, est représenté dans la Figure 9.
- Le retour de l'irrigation à la parcelle varie de 165 Mm3/an dans la période de référence à 144 Mm3/an et 111 Mm3/an en 2020 et 2030 respectivement. Cette diminution est due à l'application des eaux d'irrigation à la parcelle qui augmente assez peu dans le futur et un passage progressif du gravitaire au goutte à goutte.

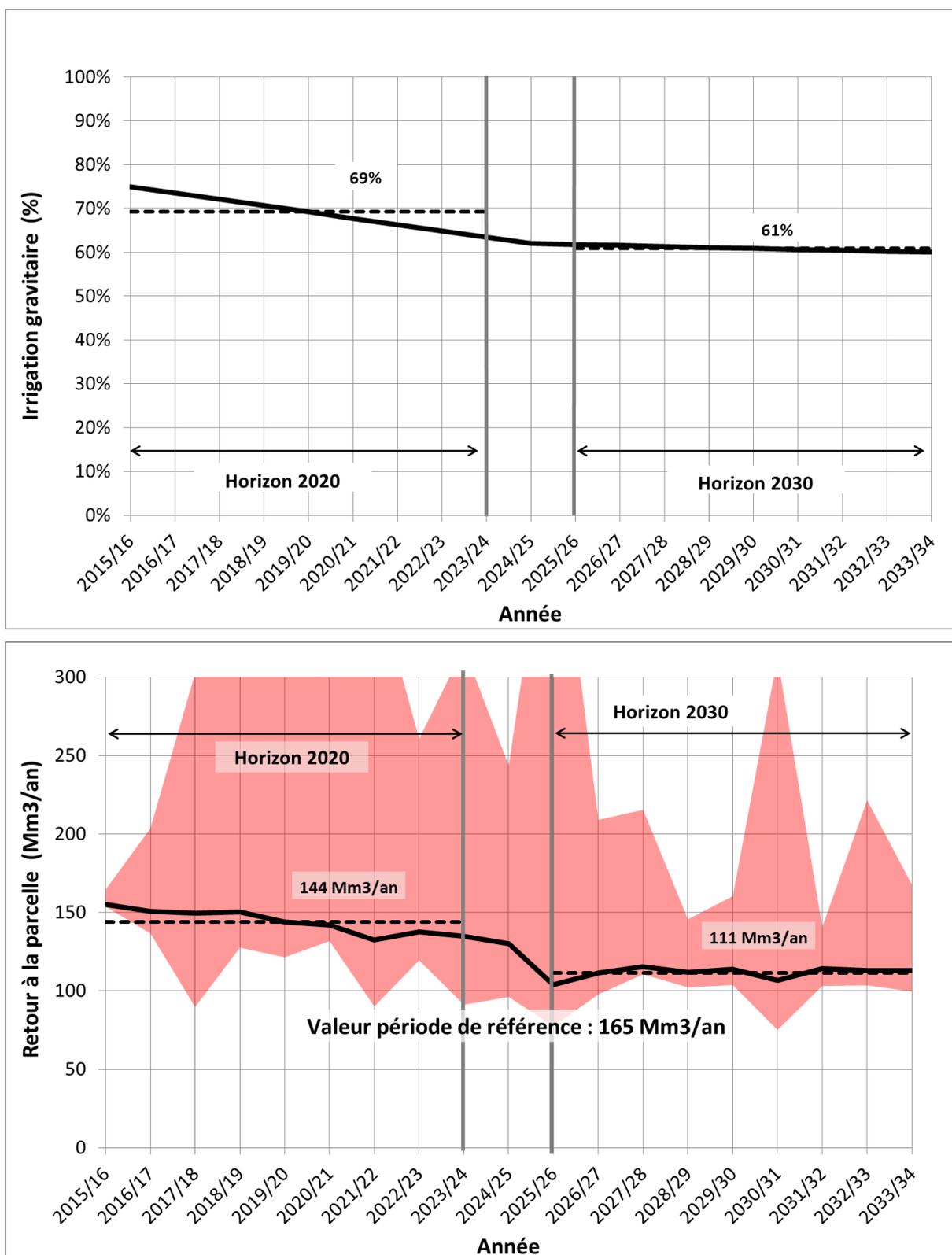
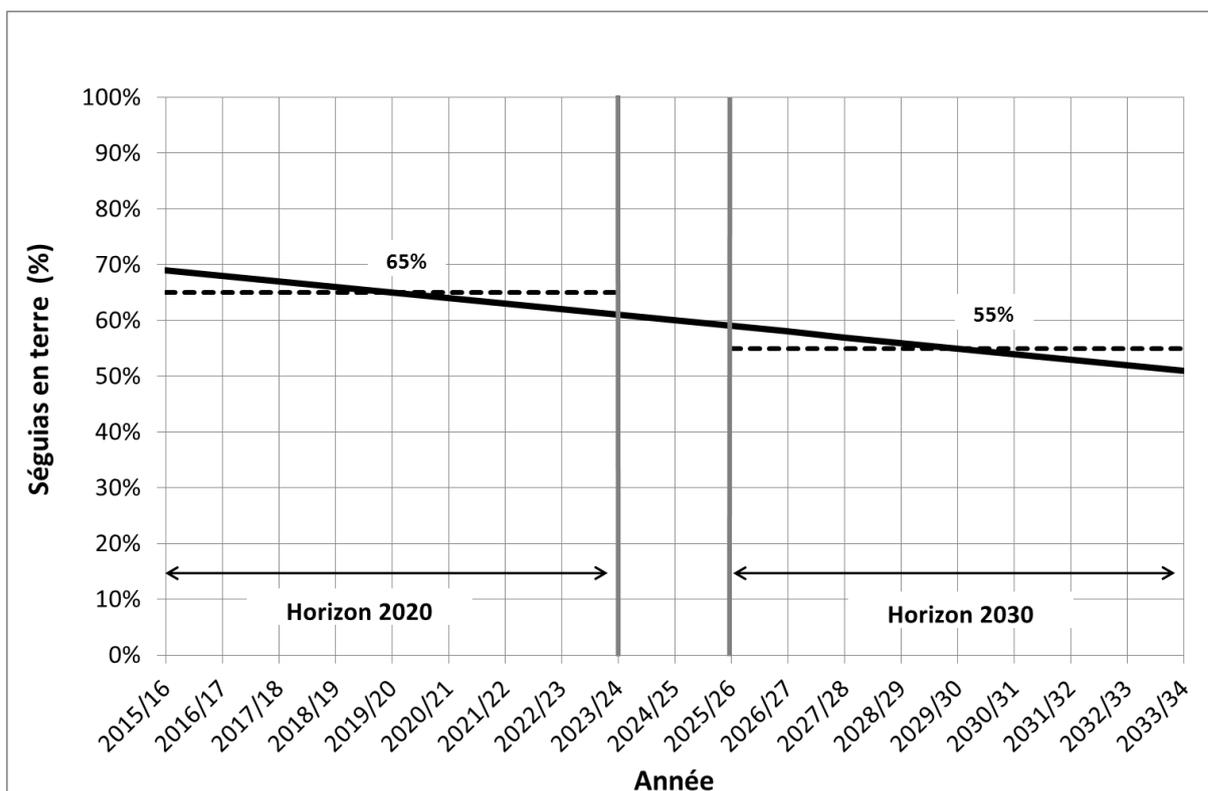


Figure 9 Scénario tendanciel pour le terme « Retour des eaux d'irrigation à la parcelle » du bilan de la nappe.. En haut : évolution de la proportion des parcelles en irrigation gravitaire. En bas : retour des eaux d'irrigation à la parcelle. L'aire en rose est l'intervalle de confiance à 80%.

Le retour au niveau des séguías est calculé de la façon suivante :



- Ce terme a été estimé lors du diagnostic en supposant qu'un certain pourcentage de l'eau prélevée en tête de séguia s'infiltrerait le long de la séguia. Ce pourcentage est reporté dans le Tableau 2.
- L'eau prélevée par les séguias est estimée à environ 550 Mm³/an durant la période de référence. Ce volume va diminuer dans les horizons 2020 et 2030 suivant la diminution du débit des oueds (cf. Figure 4, p8).
- La proportion des séguias en terre est estimée à environ 77% durant la période de référence. En l'absence d'information précise, cette proportion va supposer atteindre 65% et 55% dans les horizons 2020 et 2030 respectivement (Tableau 2), suivant la réduction représentée en Figure 10.
- En conséquence, le retour des séguias va diminuer dans la courbe médiane de 42 Mm³/an dans la période de référence à environ 32 Mm³/an et 21 Mm³/an dans les horizons 2020 et 2030 respectivement (Figure 10). La réduction de ce retour est plus prononcée que la diminution du débit des oueds, du fait d'un remplacement partiel des séguias en terre par des séguias en béton.



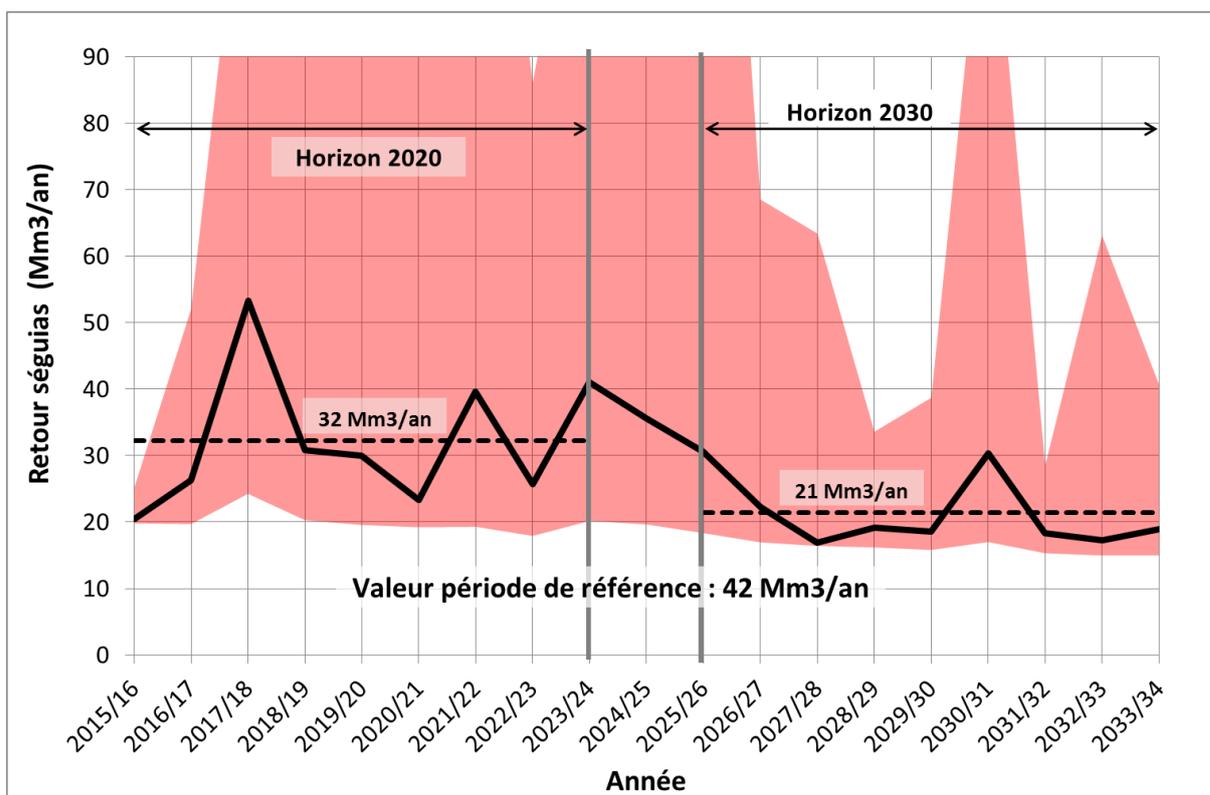


Figure 10 Scénario tendanciel pour le terme « Retour des séguias » du bilan de la nappe.. En haut : évolution de la proportion des séguias en terre. En bas : retour des séguias. L'aire en rose est l'intervalle de confiance à 80%.

Tableau 2 Rappel des hypothèses prises pour le calcul des différents termes du bilan de la nappe

Terme	Hypothèse(s)
Infiltration des précipitations	Coefficient d'infiltration : <ul style="list-style-type: none"> • 15% en zone GH et PMH, • 5% sinon.
Infiltration dans les lits des oueds	Coefficient d'infiltration : 10%.
Retour des eaux d'irrigation à la parcelle	Coefficient d'infiltration : <ul style="list-style-type: none"> • 20% en irrigation gravitaire, • 1% en irrigation goutte à goutte.
Retour au niveau des séguias	Coefficient d'infiltration : <ul style="list-style-type: none"> • 10% pour les séguias en terre, • 0% pour les séguias bétonnées. Proportion des séguias en terre : <ul style="list-style-type: none"> • 65% dans l'horizon 2020, • 55% dans l'horizon 2030.



3.2 Tendances pour les demandes en eau

3.2.1 Irrigation

La tendance pour la demande en eau d'irrigation est approchée par deux composantes :

- sur la base des réalisations du PAR de 2008 à 2015 et des projections faites pour les horizons 2020 et 2030 ;
- ainsi que sur l'impact du changement climatique sur les besoins en eau d'irrigation.

S'agissant du PAR, les variables prises en compte sont :

- le changement de l'assolement résultant de :
 - l'extension des superficies de l'olivier irrigué en GH, PMH et IP,
 - l'extension des superficies d'agrumes irriguées en GH, PMH et IP et,
 - la réduction des superficies des céréales en GH ;
- l'intensification induite par la reconversion individuelle en irrigation localisée.

Pour les autres cultures (maraichage, fourrages et autres plantations), celles-ci ne verront pas de variations significatives de leurs superficies et sont donc prises comme constantes pour les horizons 2020 et 2030.

Certaines hypothèses sont prises pour développer trois tendances (enveloppes haute et basse, courbe médiane) pour le scénario tendanciel :

- Changement de l'assolement : l'évolution des superficies aux horizons 2020 et 2030 des cultures d'olivier, d'agrumes et des céréales repose sur les projections du PAR entre 2015 et 2020 et sur les tendances observées quant aux possibilités de développement de ces cultures au-delà de 2020. Le Tableau 3 donne les réalisations en termes d'extension des superficies de l'olivier et des agrumes et de réduction des céréales entre le lancement du PAR en 2008 et l'année 2015 et les projections pour 2020 et 2030.
 - Cas de l'olivier : 18 877 nouveaux hectares ont été créés entre 2008 et 2015, dont environ 80% sont irrigués au goutte à goutte. Culture toujours appréciée par les agriculteurs du fait qu'elle s'adapte au milieu et présente une demande d'huile d'olive accrue sur le marché national. On considère que l'extension de l'olivier va se maintenir dans la tendance de l'enveloppe haute. Néanmoins, du fait du plafonnement de la superficie à irriguer, on retient une réduction du taux d'accroissement de 25% à partir de 2021 pour la courbe médiane et de 50% de 2017 à 2020 et de 75% à partir de 2021 pour l'enveloppe basse.
 - Cas des agrumes : elles ont connu une forte extension de 7 150 ha entre 2008 et 2015, surtout dans la province Chichaoua. Cette augmentation est maintenue pour la tendance de l'enveloppe haute. Cependant, en raison du manque d'eau et des difficultés d'exportation, la tendance des agrumes est vers la baisse. De ce fait, on retient une réduction du taux d'accroissement de 50% à partir de 2018 jusqu'à 2020 et une réduction de 75% au-delà de 2020 pour la courbe médiane et une réduction de 50%



entre 2017 et 2020 puis aucun nouveau hectare crée au-delà de cette date pour l'enveloppe basse.

- Les céréales : du fait de leur faible rentabilité, elles sont en train d'être remplacées par les plantations, notamment l'olivier. Le PAR prévoit entre 2015 et 2020 une réduction annuelle de 233 ha de céréales, qui est appliquée dans les trois tendances (haute, médiane et basse).
- Intensification induite par la reconversion individuelle : l'examen de 500 dossiers de demande de subvention à la reconversion en irrigation localisée dans la zone d'action de l'ORMVAH a montré que 34% des exploitants pratiquent une deuxième culture en intercalaire, généralement avec l'olivier. La subvention d'un deuxième réseau d'irrigation dédié aux cultures en intercalaires a été supprimé dans la nouvelle réglementation de la subvention. Cependant, malgré cette restriction, une partie des agriculteurs que nous estimons à 15% de la reconversion individuelle continuent de pratiquer une deuxième culture.

Tableau 3 Réalisations et objectifs du PAR concernant les superficies (ha) en olivier, agrumes et céréales dans le bassin du Haouz-Mejjate. Source : DRA-MS, 2016

Cultures	Période de référence (2002/03 à 2010/11)	Situation 2015	Objectifs 2020	Taux 2015-2020
Olivier	89 688	107 543	112 879	1 067
Agrumes	5 580	13 440	16 020	516
Céréales	48 744	34 600	33 436	-233
Autres cultures	50 817	57 402	57 402	

Le Tableau 4 ci-après donne une synthèse des hypothèses retenues selon les trois variantes tendanciennes extrapolées du PAR :

- enveloppe haute : le même rythme d'accroissement des cultures observé ces dernières années est maintenu jusqu'à l'horizon 2030 ;
- courbe médiane : variante la plus probable qui prévoit des réductions du taux d'accroissement des cultures ;
- enveloppe basse : restrictions sur l'extension plus sévères (réduction de l'extension de l'olivier de 50% et pas d'extension d'agrumes à partir de 2021/22).

Tableau 4 Hypothèses retenues pour les trois tendances (haute, médiane et basse) de changement de l'assolement et de l'intensification à horizon 2020 et 2030.

Assolement / Tendances	Haute	Médiane	Basse
Olivier	Accroissement superficie constant	Réduction accroissement superficie de 25% à partir de 2021/22	Réduction du taux d'accroissement superficie de 50% à partir de 2017/18 et de 75% à partir de 2021



Agrumes	Accroissement superficie constant	Réduction accroissement superficie de 50% à partir de 2017/18	Réduction de 50% entre 2017 et 2020, puis taux nul
Céréales	Réduction de 233 ha par an		
Autres cultures	Pas de changement, la superficie reste constante		
Intensification	Concerne 15% de la reconversion individuelle.		

La conséquence en termes de superficie des trois tendances de changement de l'assolement et de l'intensification est représentée en Figure 11. Il ressort que, selon les tendances, la superficie irriguée passera de 194 800 ha (moyenne de la période de référence) à :

- 239 100 ha selon la tendance haute (moyenne horizon 2030),
- 232 300 ha selon la tendance médiane (moyenne horizon 2030),
- 222 800 ha selon la tendance basse (moyenne horizon 2030).

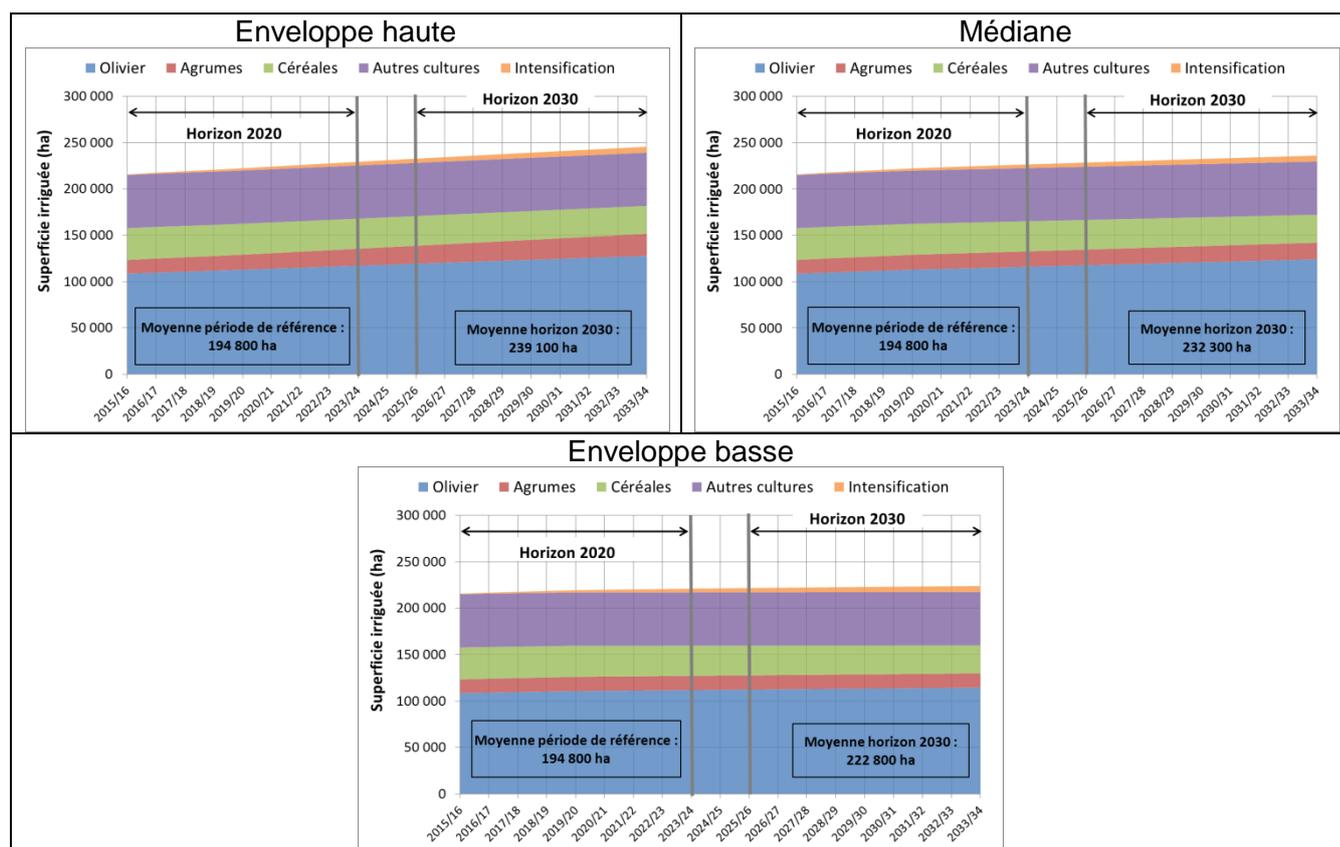


Figure 11 Tendence de la superficie irriguée en fonction du changement de l'assolement et de l'intensification selon les trois variantes.

En parallèle à ces variations de superficies irriguées, les besoins en eau d'irrigation vont varier du fait du changement climatique. Les besoins unitaire (par hectare) d'une culture donnée sont fonction de l'évapotranspiration potentielle (ET_o), des précipitations et de l'efficacité d'irrigation :

$$\text{Besoin unitaire en irrigation} = Kc \times ET_o - Pe_{ff} / Eff$$



avec Kc : coefficient cultural
ETo : évapotranspiration de référence (mm)
Peff : pluie efficace égale à 75% de la pluie
Eff : Efficience du mode d'irrigation (%).

Or, le changement climatique se manifeste par des variations sur les précipitations et sur l'ETo, et par voie de conséquence sur les besoins unitaires en eau d'irrigation :

$$\Delta \text{ Besoin unitaire en irrigation} = Kc \times \Delta ETo - \Delta Peff / Eff$$

Les variations de l'ETo et de la pluie sont prises des scénarios du changement climatique (présentés en paragraphe 3.1 ci-dessus) ; seules les valeurs médianes pour l'ETo et la pluie sont considérées. La Figure 12 présente la variation des besoins unitaires en eau d'irrigation de l'olivier, des agrumes et des autres cultures. Il ressort que :

- les besoins unitaires de l'olivier passeront de 6 800 m³/ha/an en période de référence à 7 200 m³/ha/an dans l'horizon 2020 et à 7 600 m³/ha/an dans l'horizon 2030 ;
- ceux des agrumes de 8 700 m³/ha/an à 9 200 m³/ha/an et 9 500 m³/ha/an aux horizons 2020 et 2030 respectivement ;
- ceux des autres cultures passeront de 6 900 m³/ha/an à 7 400 et 7 800 m³/ha/an aux horizons 2020 et 2030 respectivement.

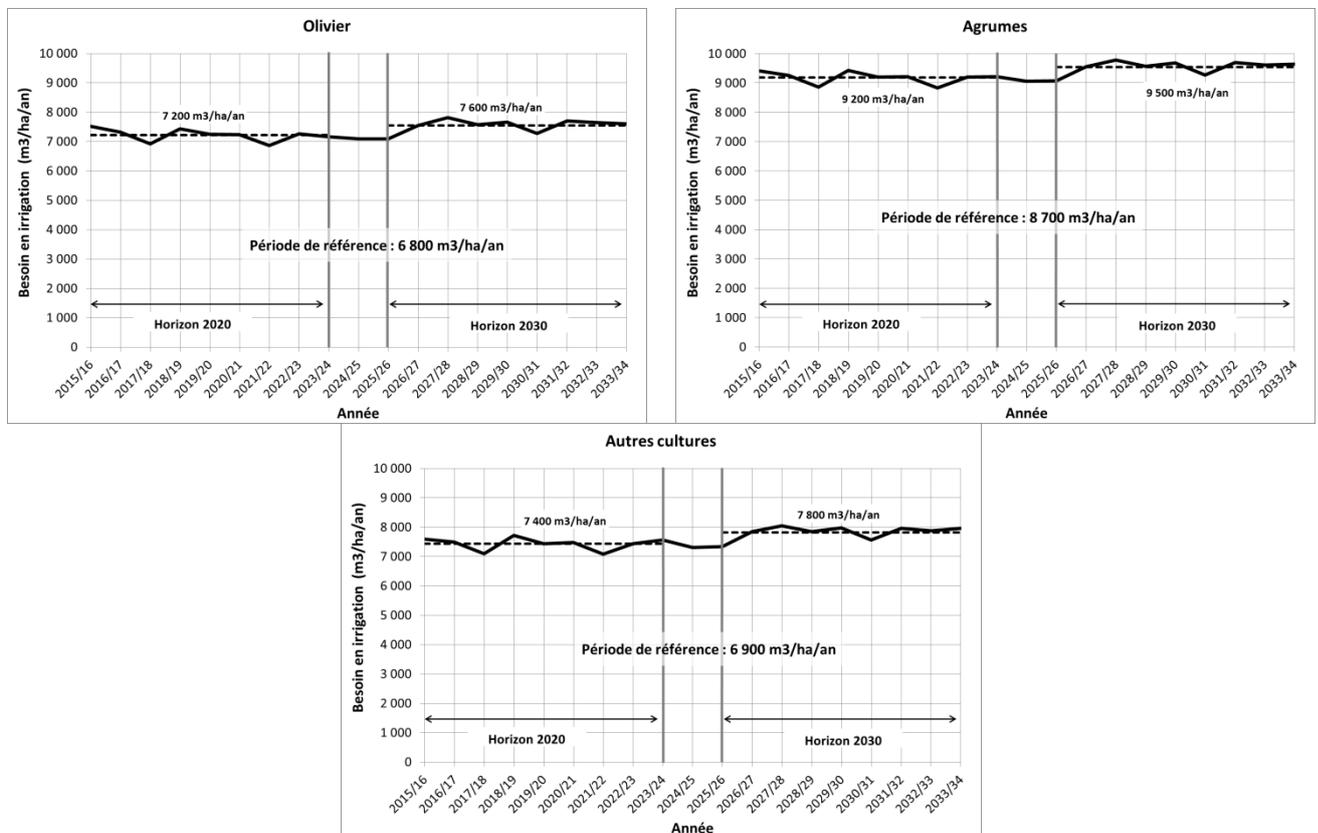


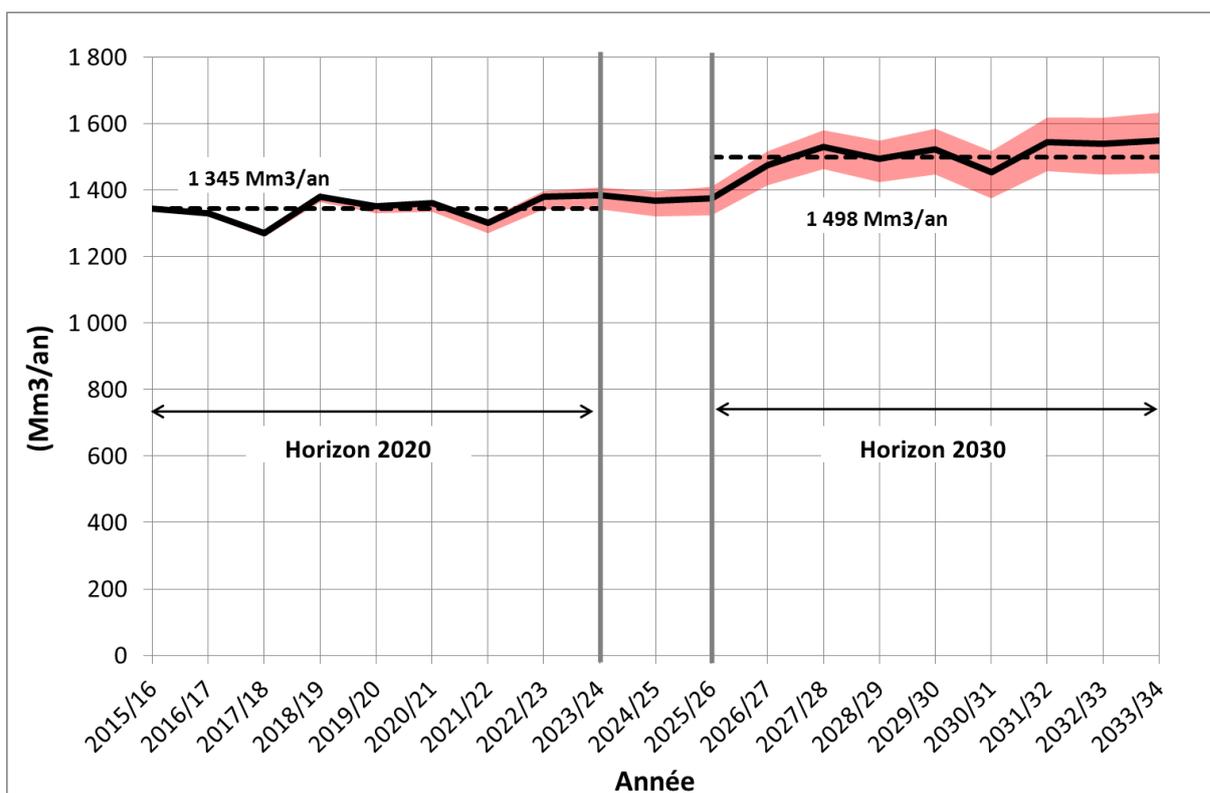
Figure 12 Variation des besoins unitaires en eau d'irrigation dans les horizons 2020 et 2030 sous changement climatique (selon uniquement les valeurs médianes pour le pluie et l'ETo).



La demande en eau pour l'irrigation est ensuite calculée en multipliant la tendance pour les superficies irriguées par les besoins unitaires en irrigation de la Figure 12. La tendance future de la demande en eau d'irrigation future a deux composantes principales (Figure 13) :

- Variation dû uniquement au changement climatique : ceci concerne les superficies existantes durant la période de référence mais dont la demande devrait augmenter du fait du changement climatique.
- Augmentation de la demande due au changement d'assolement, à l'intensification et au changement climatique, du fait des nouveaux hectares irrigués représentés en Figure 11.

La somme de ces deux composantes conduit à une demande d'environ 1 345 Mm³/an et 1 498 Mm³/an dans les horizons 2020 et 2030 respectivement. La demande des superficies irriguées existantes durant la période de référence est la principale composante, à laquelle s'ajoute dans une moindre proportion la demande des nouvelles irrigations (changement d'assolement, l'intensification, nouveaux hectares irrigués superficies irriguées).



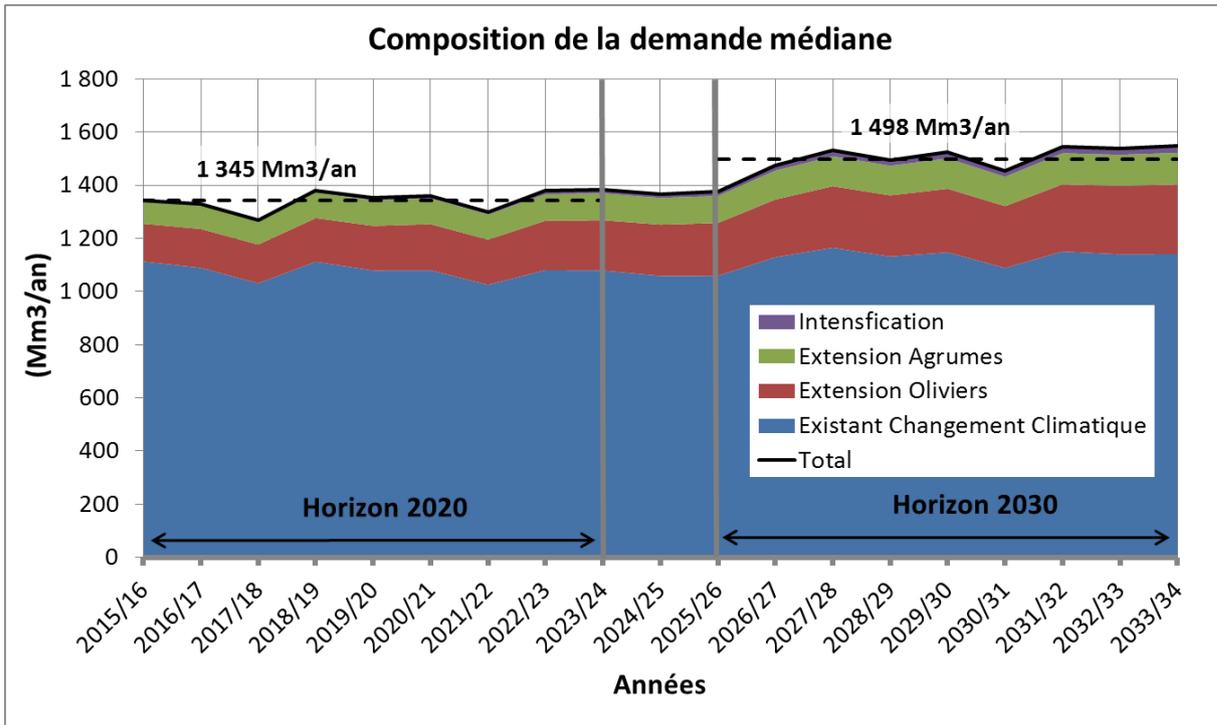


Figure 13 Scénario tendanciel pour la demande en eau d'irrigation. En haut : tendance médiane avec l'incertitude (aire en rose). En bas : composition de la demande médiane.

3.2.2 AEP domestique, industrielle et touristique

La projection de la demande en AEP pour les usages domestiques, industriels et touristiques en zone rurale est basée sur :

- le taux d'accroissement de la population, pris égal à celui enregistré entre les deux derniers recensements (RGPH 2004 et RGPH 2014) ;
- les besoins à la production calculés aux horizons 2020 et 2030 ;
- et des taux de desserte adoptés sont comme suit :
 - pour l'enveloppe inférieure : 90%, un taux légèrement supérieur au taux actuel (89%) ;
 - pour la courbe médiane : 95% ;
 - pour l'enveloppe supérieure : 100%.

La demande future de Marrakech est prise selon les projections de la RADEEMA. Au total, la demande en eau pour l'AEP, évaluée à 84 Mm3 en période de référence, est projetée pour atteindre 124 Mm3 en 2030. La grande partie de cette demande est pour la ville de Marrakech.

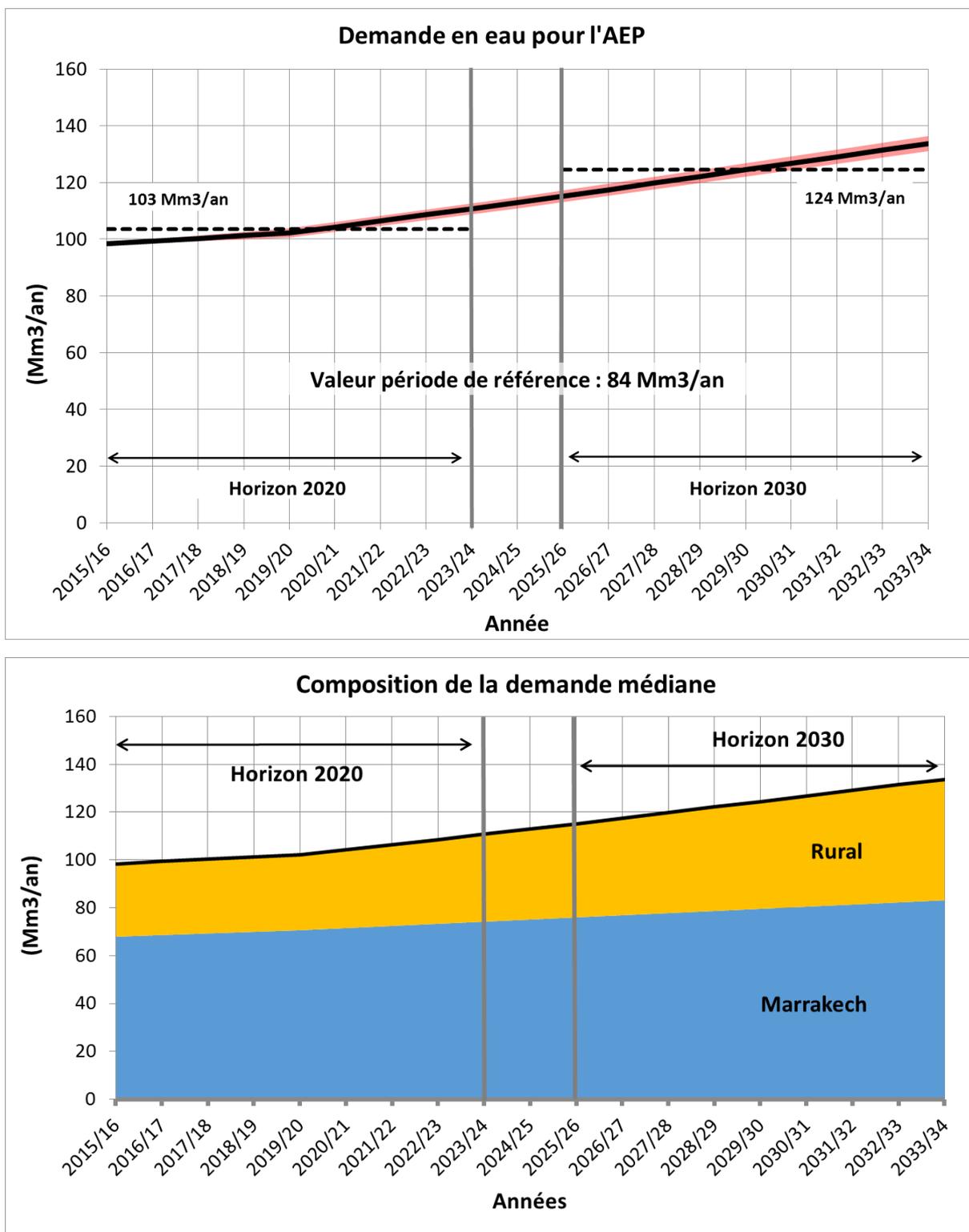


Figure 14 Scénario tendanciel pour la demande en eau pour l'AEP domestique, industrielle et touristique (besoin à la production). En haut : tendance médiane avec l'incertitude (aire en rose). En bas : composition de la demande médiane.

Les eaux souterraines représentent environ 35% des ressources utilisées pour la satisfaction de la demande en eau d'AEP. La ville de Marrakech est alimentée actuellement à 97% à partir des eaux



de surface et sera alimentée à 100% à partir de ces eaux d'ici l'horizon 2020. Ces eaux de surface sont constituées des eaux provenant du complexe Hassan 1er/Sidi Driss et transférées avec le canal Rocade, des eaux en provenance du complexe Yakoub El Mansour/Lalla Takerkout et prochainement (2019) des eaux de transfert à partir du barrage El Massira.

3.2.3 Arrosage des espaces verts des zones urbaines, des propriétés touristiques et de l'habitat

L'eau d'arrosage examinée dans ce paragraphe est différente de l'eau d'irrigation (traitée dans le paragraphe 3.2.1 ci-dessus) et concerne les espaces verts des zones urbaines, des propriétés touristiques et de l'habitat.

Les données collectées du CRI sur les projets touristiques avec golfs (Tableau 5) ont permis d'établir un besoin unitaire d'arrosage (6 200 m³/ha/an) sur la base d'une corrélation entre la surface totale du projet et la demande en eau en arrosage. Ceci permet d'évaluer l'accroissement de la demande en eau d'arrosage.

Tableau 5 Projets touristiques déposés au CRI

Intitulé du projet	Superficie (ha)	Demande en Eau d'arrosage (Mm ³ /an)
Atlas Garden	200	1,3
Samanah (Groupe Alain Crenn)	287	1,5
Royal palm	222	1,5
Assoufid BV	222	1,3
Ourika Golf	111	1,0
Les Jardins de l'Atlas	150	1,7
Al Maaden	170	0,8
Iberostar	182	0,8

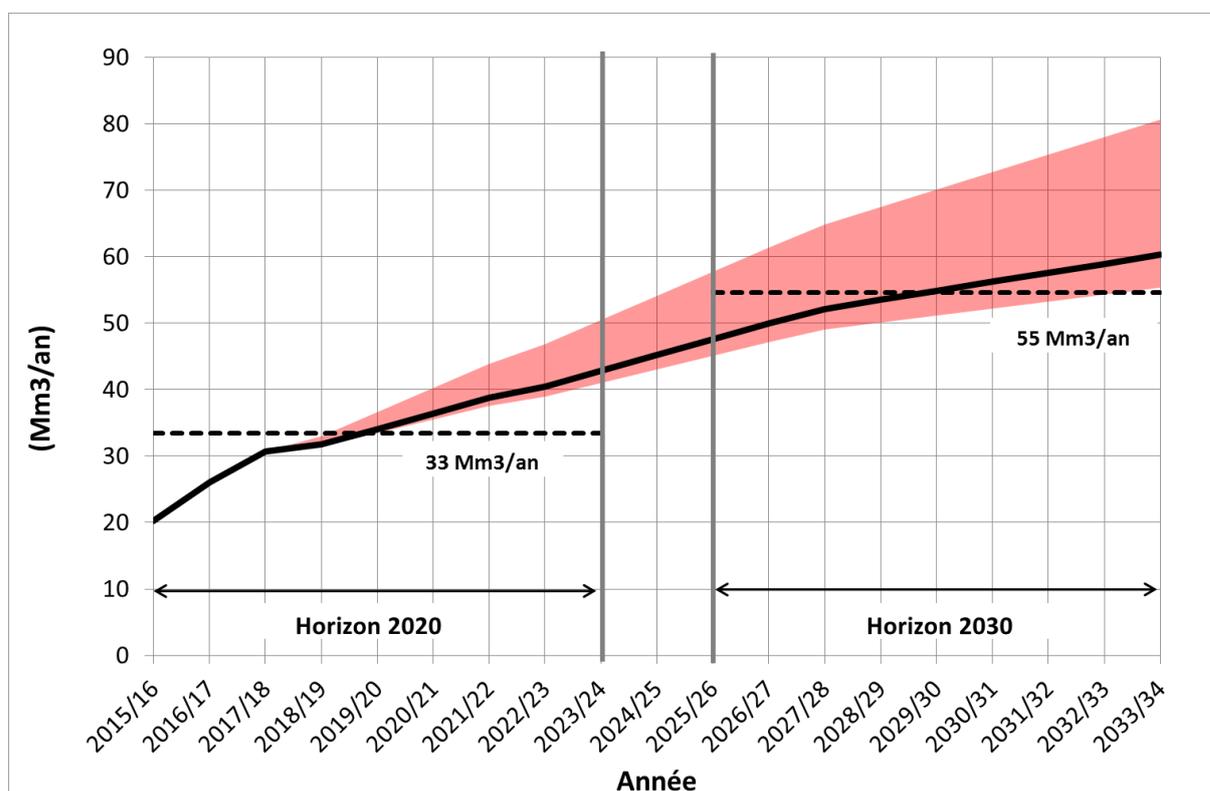
Il est supposé que la partie plantée des projets déposés au CRI est de l'ordre de 50% de la superficie totale du projet, excepté pour l'habitat où il a été admis que la superficie plantée est de l'ordre de 20% de la superficie totale. Le ratio de 6 200 m³/ha/an/projet permet d'établir que la demande unitaire des espaces verts et des golfs est de l'ordre de 12 400 m³/ha/an. Ce taux pour les espaces verts a été généralisé pour l'ensemble des projets touristiques et des espaces verts de l'agglomération urbaine.



La superficie des espaces verts urbains, en dehors de l'Agdal et du jardin de la Ménara, irrigués en grande partie par les eaux de surface (Canal de Rcade), est de 300 ha. Il s'ensuit que la demande en eau annuelle pour les espaces verts est estimée à 3,7 Mm³/an.

La demande en eau touristique et de l'habitat est estimée pour trois tendances (Figure 15) :

- Une enveloppe supérieure correspondant au maximum de la demande en eau. Dans ce cas, la RADEEMA augmente graduellement sa fourniture en eau épurée de 8 Mm³/an en 2015/16 jusqu'à atteindre 19 Mm³/an d'eau épurée en 2033/34. Le complément de la demande en eau est prélevé du canal de Rcade et de la nappe sur la base des ratios communément pratiqués 2/3 et 1/3. L'accroissement de la demande pour les projets d'habitat et de tourisme est la moyenne des accroissements correspondants aux projets déposés sur la période 2013-2016 soit 0,7 Mm³/an pour l'habitat et 1,93 Mm³/an pour le tourisme.
- Une courbe médiane correspondant à la demande la plus probable. La RADEEMA augmente graduellement sa fourniture en eau épurée de 8 Mm³/an en 2015/16 jusqu'à atteindre 19 Mm³/an d'eau épurée en 2033/34. Le complément de la demande en eau est prélevé du canal de Rcade et de la nappe sur la base des ratios communément pratiqués 2/3 et 1/3. L'accroissement en termes de demande pour les projets d'habitat et de tourisme est la valeur enregistrée en 2015, respectivement 0,32 Mm³/an pour l'habitat et 0,66 Mm³/an pour le tourisme.
- Une enveloppe inférieure correspondant à une faible demande. La RADEEMA augmente graduellement sa fourniture en eau épurée de 13 Mm³/an en 2015/16 jusqu'à ce que la demande en eau des golfs soit totalement satisfaite à l'horizon 2030. Pendant ce temps, le complément est fourni par la nappe toujours sur la base des ratios 2/3 canal et 1/3 nappe communément pratiqués. L'accroissement en termes de demande pour les projets d'habitat et de tourisme est réduit de moitié soit 0,4 Mm³ pour l'habitat, qui correspond à l'année 2016, et 0,35 Mm³ pour le tourisme.



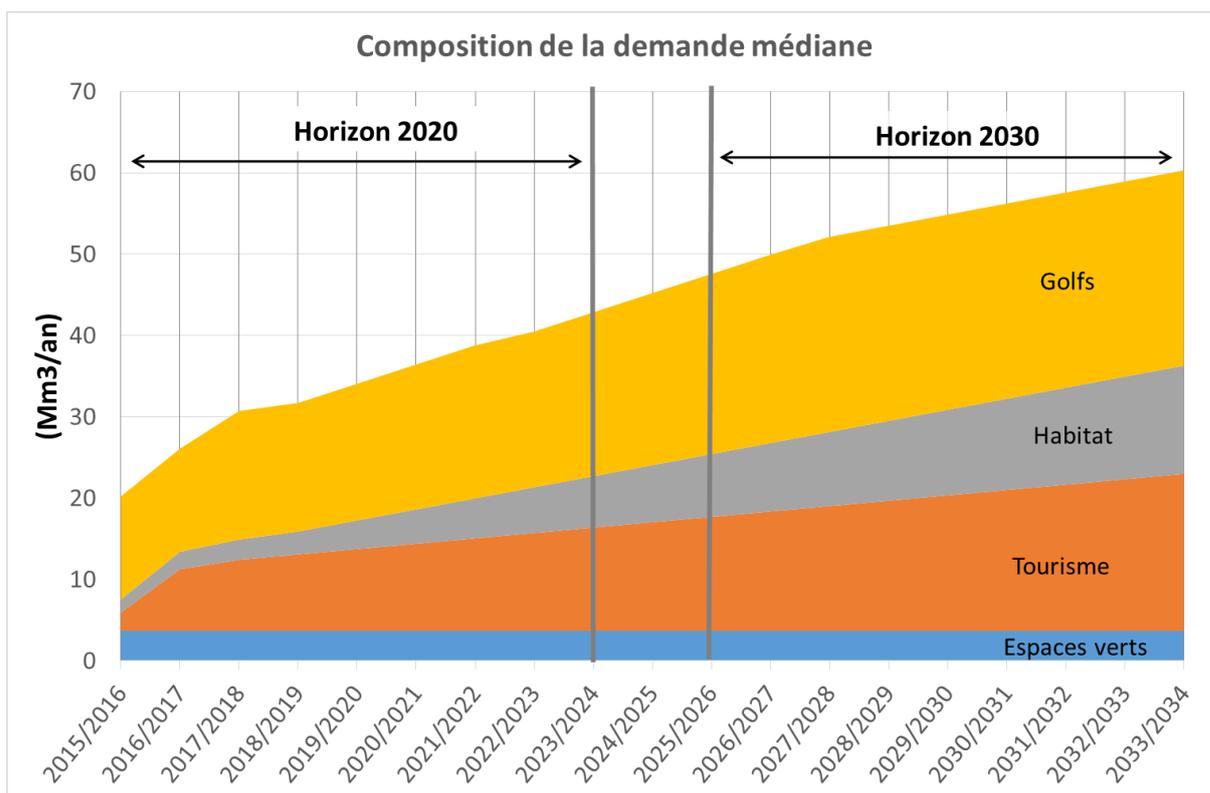


Figure 15 Scénario tendanciel pour la demande en eau d'arrosage. En haut : tendance médiane avec l'incertitude (aire en rose). En bas : composition de la demande médiane.

3.2.4 Demande en eau totale

La somme des trois types de demandes précédents (irrigation, AEP et arrosage) conduit à la Figure 16.

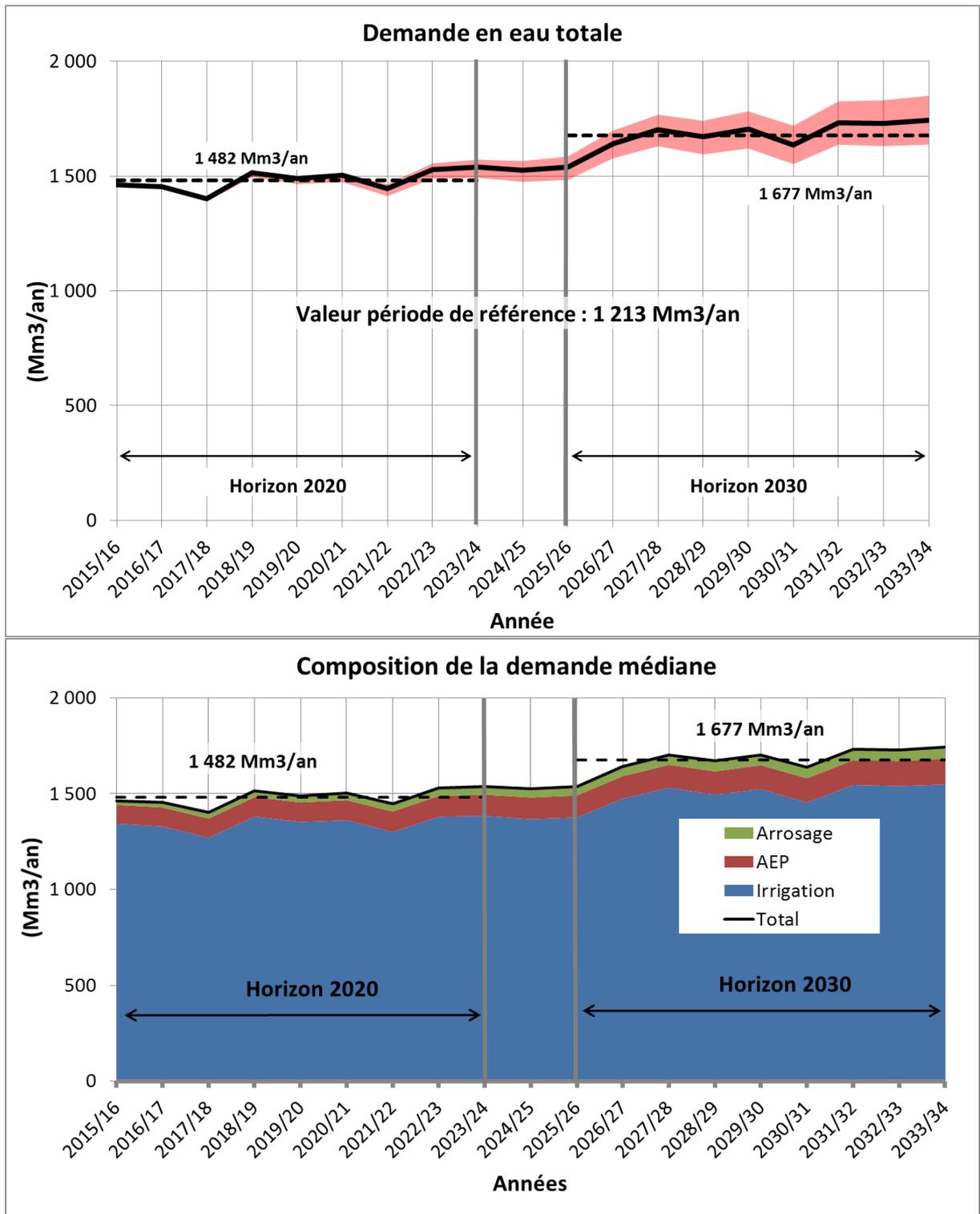


Figure 16 Scénario tendanciel pour la demande en eau totale. En haut : tendance médiane avec l'incertitude (aire en rose). En bas : composition de la demande médiane.

Il est à remarquer que :

- La demande en eau totale est très largement composée par la demande pour l'irrigation (près de 90%).



- La tendance pour cette demande totale est à l'augmentation par rapport à la situation actuelle (de référence). Or cette dernière est déjà déficitaire et il a été montré dans le paragraphe 3.1 précédent que la tendance pour la disponibilité des ressources en eau est à la diminution. Il est ainsi logique de s'attendre à ce que la satisfaction de cette demande va se dégrader dans le futur.

3.3 Tendances sur les prélèvements sur la nappe

La demande en eau présentée précédemment sera satisfaite en partie par les eaux souterraines et celles de surface. Cette section va tâcher d'estimer la proportion provenant de la nappe.

3.3.1 Irrigation

La demande en eau d'irrigation est fournie par les eaux de surface (séguias) et le prélèvement à la nappe. Il est fait comme suite pour estimer ce dernier :

- Les besoins en eau d'irrigation ne sont pas satisfaits à 100%. Un taux de satisfaction de 85% a été utilisé dans la phase de diagnostic de la période de référence (situation actuelle). Or il est vraisemblable que l'exploitation des eaux souterraines va devenir de plus en plus difficile du fait de l'effet continu du changement climatique et de l'épuisement de la nappe. Ainsi un taux de satisfaction inférieur à 85% va être pris pour les horizons 2020 et 2030. En se référant aux taux communiqués par l'ORMVAH, il a été choisi de prendre un taux de 75% pour l'horizon 2020 et 60% pour l'horizon 2030.
- Ainsi le prélèvement nappe = Besoin en irrigation x Taux de satisfaction - Apport séguias.
- La partie des eaux provenant des eaux de surface (apport séguias) choisie durant le diagnostic de la période de référence était :
 - zone ORMVAH : 4 000 m³/ha/an,
 - Chichaoua : 0 m³/ha/an (Irrigation privée),
 - Al Haouz : 2000 m³/ha/an.
- Du fait du changement climatique et de son impact sur les débits, l'apport des séguias devrait diminuer suivant les mêmes tendances que les débits. La variation des débits représentée en Figure 4 (p8) est appliquée aux apports des séguias dans les horizons 2020 et 2030 ce qui conduit à l'estimation du taux de prélèvement sur la nappe.

Il y a deux composantes principales qui causent la variation du prélèvement sur la nappe pour l'irrigation :

- Prélèvement supplémentaire des superficies existantes dans la période de référence dû uniquement au changement climatique (Figure 17), qui montre une tendance à la diminution des prélèvements par rapport à la période de référence. Ceci est dû à la diminution du taux de satisfaction de la demande en irrigation par rapport à la période de référence, en particulier dans l'horizon 2030. Les conséquences socio-économiques seront négatives puisque cette diminution du prélèvement traduit l'abandon probable dans le futur de superficies irriguées existantes dans la période de référence.

- Prélèvement supplémentaire dû au changement d'assolement, à l'intensification et au changement climatique : la Figure 18 montre l'évolution des prélèvements supplémentaires sur la nappe pour la courbe médiane dû à l'effet combiné du changement climatique et de l'extension de l'olivier et des agrumes aux horizons 2020 et 2030.
- La somme de ces deux composantes conduit à la variation totale du prélèvement sur la nappe, représenté en Figure 19. La diminution du prélèvement des superficies existantes dans la période de référence est compensée par l'augmentation due aux nouvelles superficies créées depuis la période de référence, ce qui conduit globalement à une augmentation du prélèvement dans les horizons 2020 et 2030 (+56 et +25 Mm³/an respectivement en moyenne), bien qu'il soit observé des fluctuations annuelles du fait de l'hydraulicité.
- Enfin, le prélèvement sur la nappe pour l'irrigation dans les horizons 2020 et 2030 est tracé dans la Figure 20. Il ressort que selon la courbe médiane, le prélèvement total moyen passera de 496 Mm³/an à la période de référence à 552 Mm³/an dans l'horizon 2020 et à 521 Mm³/an dans l'horizon 2030. La diminution du prélèvement, malgré l'augmentation de la demande en eau d'irrigation (cf. Figure 13, p22), est due à la diminution du taux de satisfaction de la demande en eau.

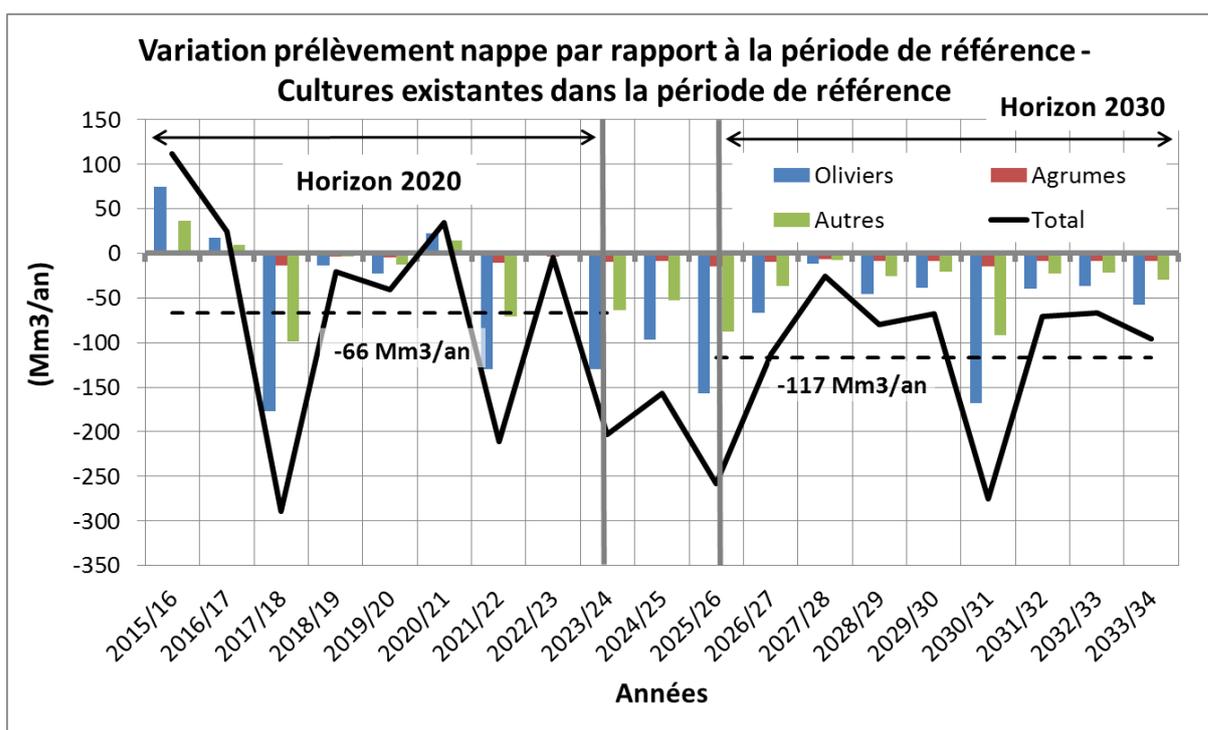


Figure 17 Variation du prélèvement sur la nappe du fait du changement climatique dans les horizons 2020 et 2030 pour les cultures existantes dans la période de référence. Les barres représentent la variation de la demande pour chaque assolement et les lignes le total.

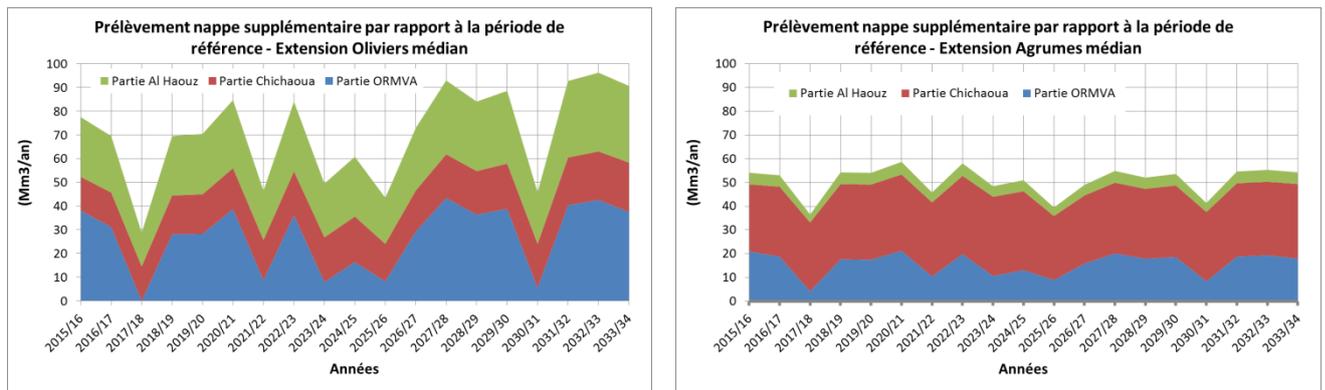


Figure 18 Cas de la courbe médiane de la variation du prélèvement supplémentaire sur la nappe par rapport à la période de référence dû à l'extension de l'olivier et des agrumes et au changement climatique.

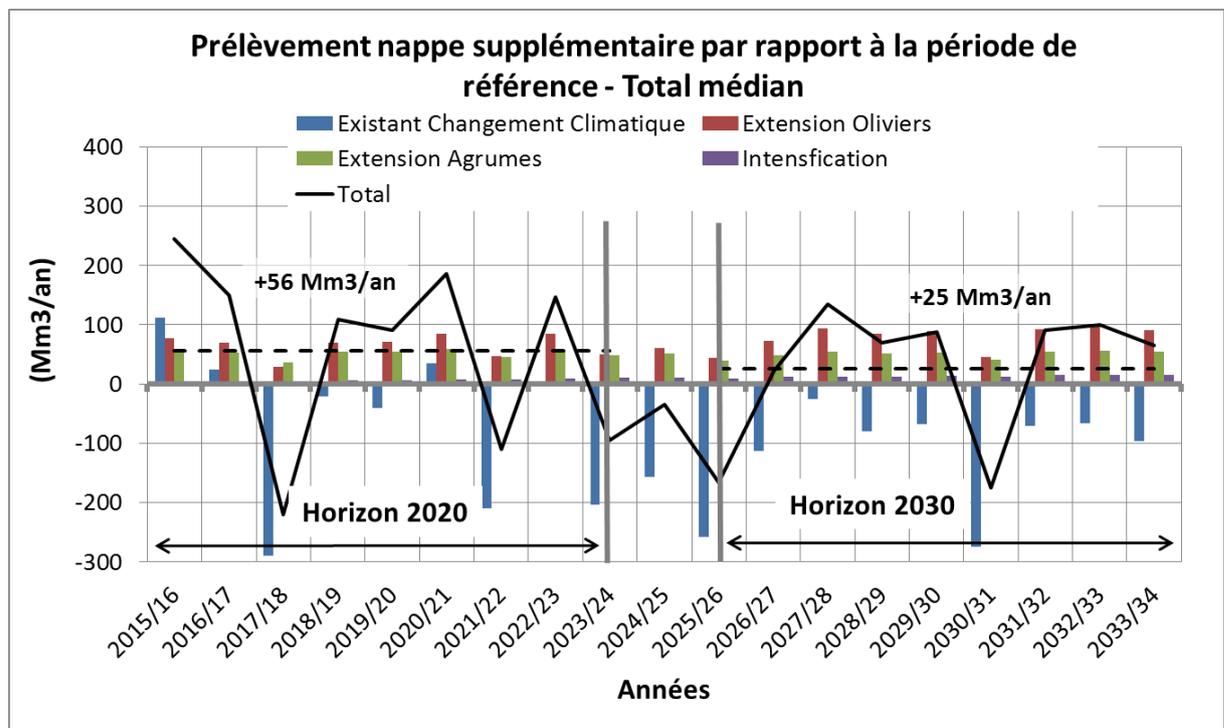


Figure 19 Variation totale du prélèvement sur la nappe aux horizons 2020 et 2030. Les barres représentent la variation de la demande pour chaque type d'irrigation et les lignes le total.

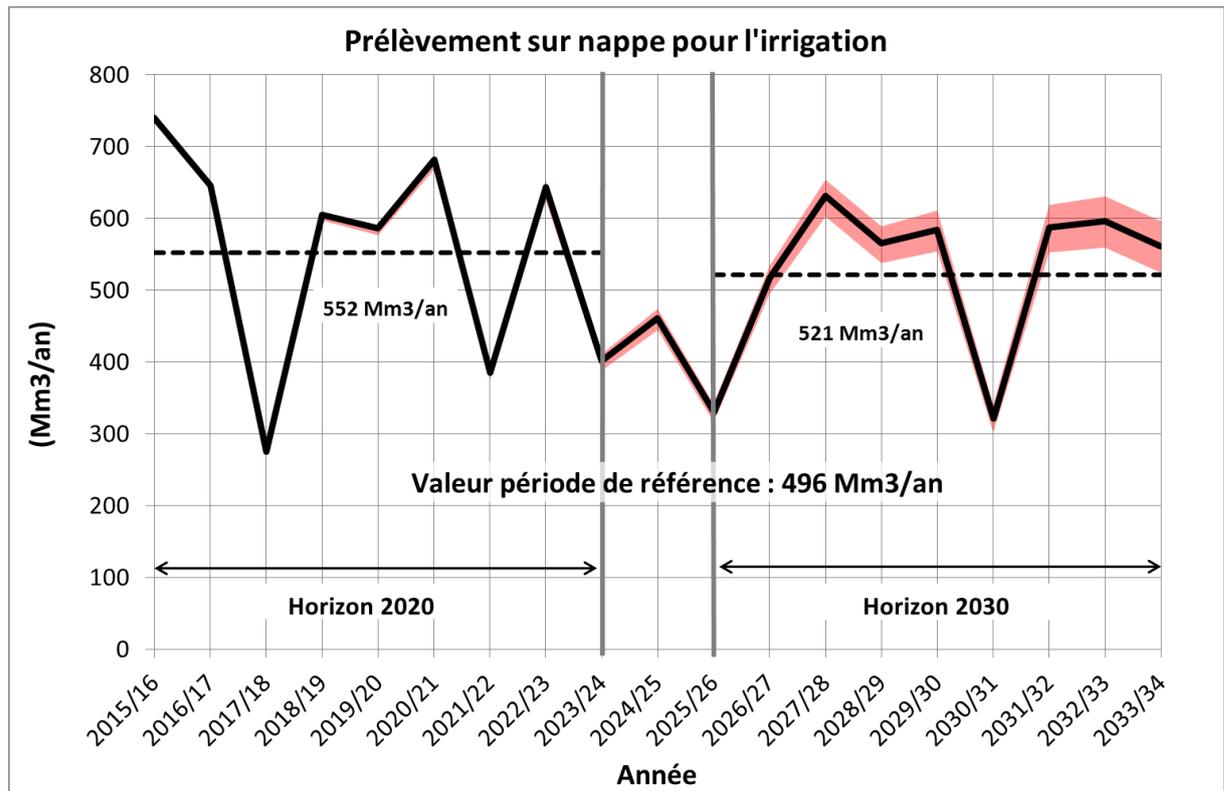


Figure 20 Scénario tendanciel pour le terme « Prélèvements agriculture » du bilan de la nappe.

3.3.2 AEP domestique, industrielle et touristique

La partie de la demande en eau pour l'AEP prélevée à la nappe pour les horizons 2020 et 2030 a été calculée de la façon suivante :

- L'AEP de la ville de Marrakech sera assurée à 100% à partir des eaux de surfaces (transfert à partir du barrage El Massira, qui démarrera en 2019, ainsi que le transfert actuel à partir de la Rocade). Il faut noter qu'actuellement seuls 3% des besoins de la ville de Marrakech sont satisfaits à partir des eaux souterraines.
- L'AEP des centres et communes suivants sera assurée par les eaux de surface :
 - Centres Saada, Tahannaout et Ait Ourir, qui sont alimentés actuellement par les eaux de surface.
 - Villes Chichaoua, Imintanout et Amez Miz et chefs lieu de 17 communes seront desservies à partir du Barrage Abu Elaabbass Essebti à partir de 2019.
- La partie AEP des projets touristiques et industriels au niveau de l'agglomération de Marrakech sera satisfaite par les eaux de surface de la RADEEMA.

Les résultats ainsi obtenus indiquent des prélèvements de la nappe pour l'AEP à hauteur de 33 Mm3/an et 45 Mm3/an en moyenne aux horizons 2020 et 2030 respectivement (Figure 21).

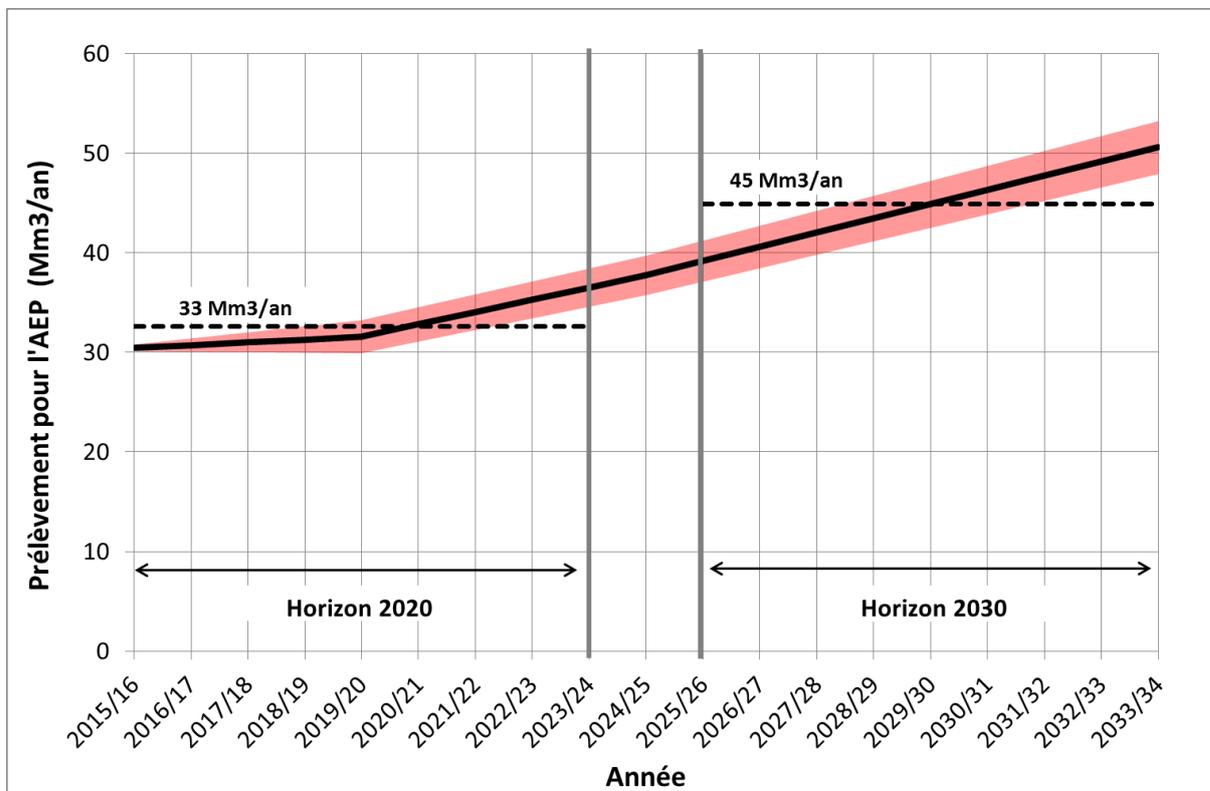


Figure 21 Scénario tendanciel pour le terme « Prélèvement de la nappe pour l'AEP » du bilan de la nappe.

3.3.3 Arrosage des espaces verts des zones urbaines, des propriétés touristiques et de l'habitat

La partie de la demande en eau d'arrosage prélevant sur la nappe se trouve représentée dans la Figure 22. Il est à remarquer que ce prélèvement augmente significativement, pour atteindre 22 Mm3/an dans l'horizon 2030.

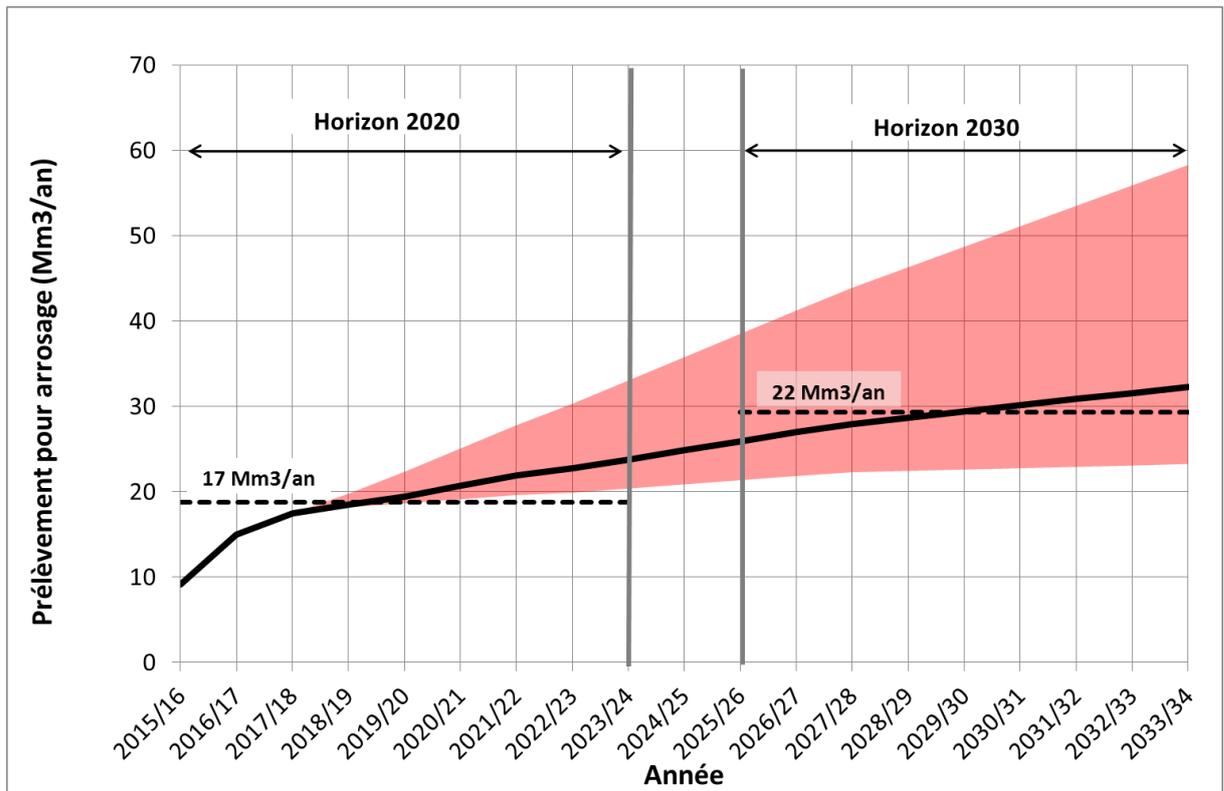


Figure 22 Scénario tendanciel pour le « Prélèvement de la nappe pour l'arrosage », inclus dans le terme « Prélèvement de la nappe pour l'AEP » du bilan de la nappe.

3.3.4 Prélèvement total

La somme des trois termes précédents de prélèvement conduit au prélèvement total (Figure 23 ci-dessous). Ce prélèvement n'augmente pas aussi intensément que la demande en eau (cf. Figure 16, p27), il diminue même légèrement de l'horizon 2020 à 2030, du fait de la diminution du taux de satisfaction de la demande en eau d'irrigation.

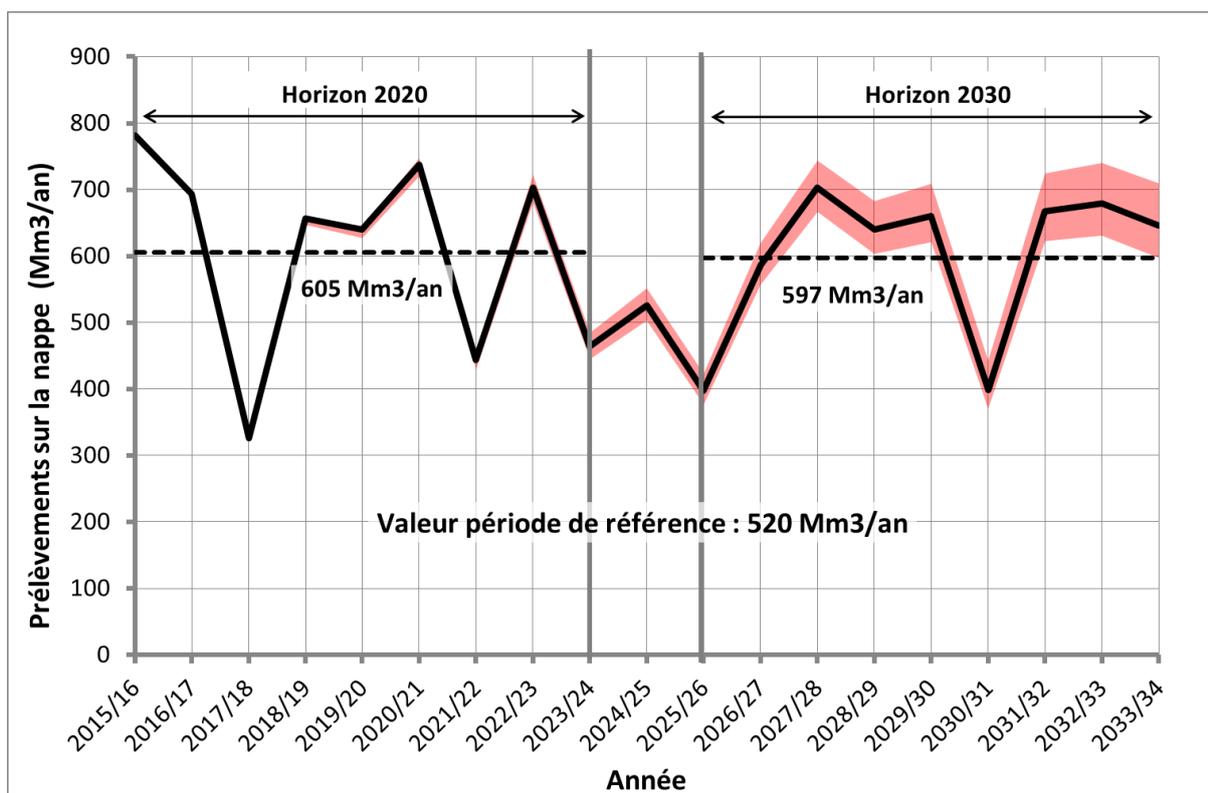


Figure 23 Tendence des prélèvements totaux sur la nappe dans les horizons 2020 et 2030. L'aire en rose est l'intervalle de confiance à 80%.

4 Scénario tendanciel du bilan de la nappe

Le calcul du bilan est effectué en sommant les apports à la nappe et en soustrayant les prélèvements. La tendance pour ces termes est comme suit (Figure 24) :

- Les apports à la nappe diminuent de 409 Mm3/an dans la période de référence à 364 Mm3/an puis 301 Mm3/an dans les horizons 2020 et 2030. La cause principale de cette diminution est la tendance du changement climatique (diminution des pluies et augmentation des températures) et dans une moindre mesure le passage partiel de l'irrigation gravitaire à l'irrigation localisée, ainsi que le bétonnage supplémentaire d'une partie des séguias en terre.
- Les prélèvements quant à eux augmentent de 520 Mm3/an dans la période de référence à environ 605 Mm3/an et 597 Mm3/an dans les horizons 2020 et 2030. Ceci est dû à l'augmentation du prélèvement pour l'irrigation, du fait principalement de l'extension des superficies irriguées et des effets du changement climatique, et des pompages pour l'alimentation en eau potable ainsi que l'arrosage des espaces verts des zones urbaines et des propriétés touristiques.

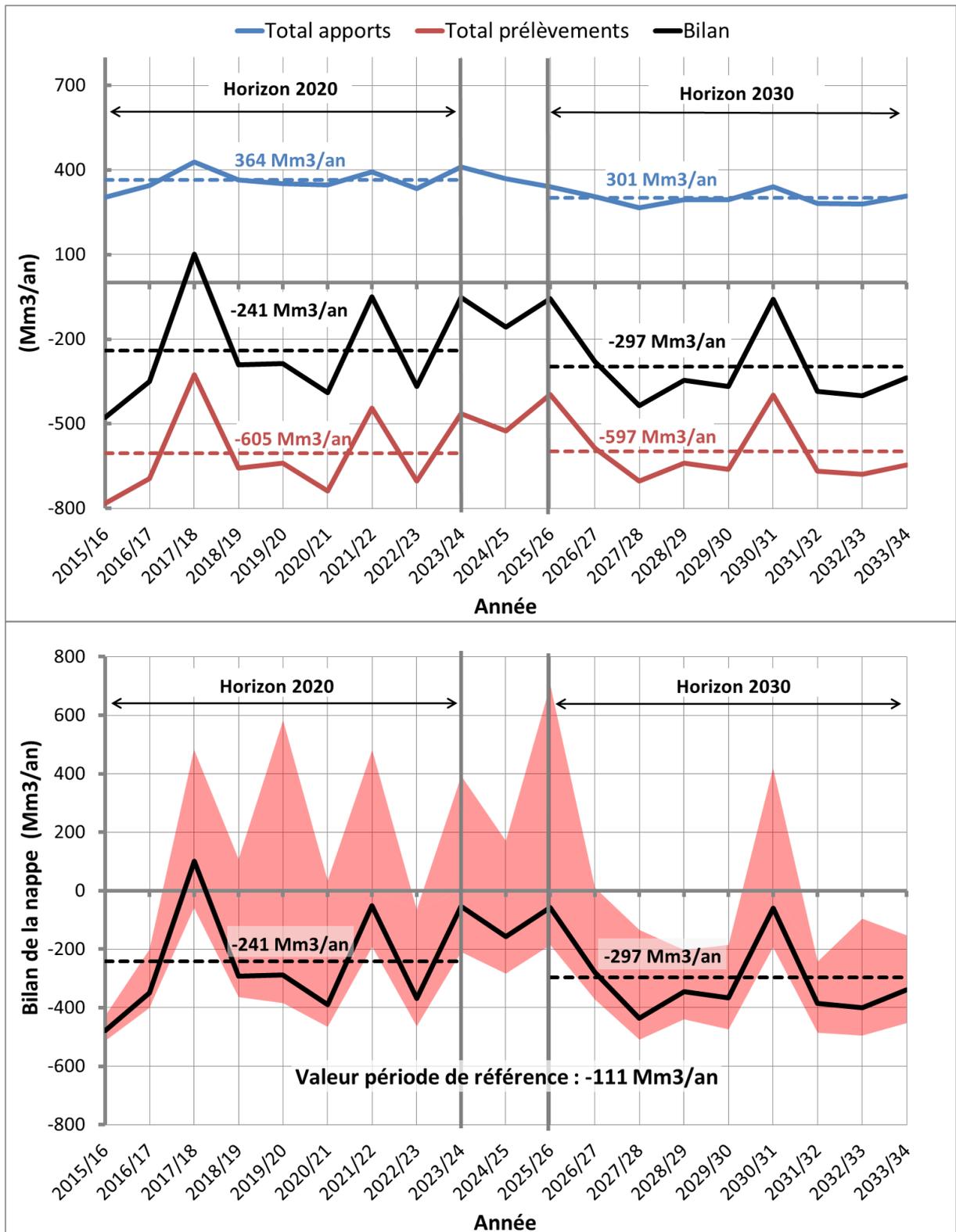


Figure 24 Scénario tendanciel médian pour le bilan de la nappe aux horizons 2020 et 2030. En haut: tendance médiane avec l'incertitude (aire en rose). En bas : graphique illustrant le total des apports, des prélèvements et le bilan (apports – prélèvements).



Ainsi et dans l'ensemble, l'évolution tendancielle d'une diminution des apports en eau confrontée à une augmentation des demandes en eau accentue le déficit du bilan, qui passe de -111 Mm³/an dans la période de référence à -241 Mm³/an et -297 Mm³/an pour les horizons 2020 et 2030 respectivement.

Il faut rappeler que cette accentuation du déficit s'accompagne d'une réduction du taux de satisfaction des besoins en eau d'irrigation par rapport à la période de référence, ce qui rend compte de la précarité des activités socio-économiques dans le Bassin du Haouz-Mejjate. Si aucune mesure n'est prise, les coûts de pompages risquent d'augmenter à des niveaux pénalisant la rentabilité des exploitations agricoles. Le risque d'assèchement des points d'eau dans les zones les plus sollicitées aurait de plus pour conséquence l'abandon d'activités socio-économiques (particulièrement agricoles) avec un déficit de l'alimentation en eau potable des agglomérations rurales.

Se rajoutent aux risques liés à la surexploitation des ressources en eau souterraines des risques de dégradation de leur qualité liés à la pollution du milieu par les rejets des déchets solides et liquides, pénalisant davantage la disponibilité des ressources en eau mobilisables. Cette situation préoccupante des ressources en eau résulte de :

- Un usage abusif et non contrôlé des ressources en eau, principalement souterraine.
- L'utilisation non contrôlée des fertilisants et produits phytosanitaires dans l'agriculture.
- Le rejet non traité des eaux usées domestiques et industriel.
- L'insuffisance de la mise en valeur et de l'utilisation des ressources en eau non-conventionnelles.
- Des pratiques agricoles non-adaptées au contexte climatique de la région, ainsi qu'une déperdition de l'eau à l'échelle des usages tout secteur confondu.
- Des pertes des ressources en eaux mobilisées du fait de l'envasement des barrages et de l'intensité des crues en absence d'aménagement des bassins amonts.
- L'absence d'un cadre organisationnel et réglementaire permettant l'intégration intersectorielle et la participation responsable et active de tous les usagers à une gestion durable des ressources en eau.