



DEMANDE D'AUTORISATION ENVIRONNEMENTALE
POURSUITE D'EXPLOITATION DE L'INSTALLATION DE STOCKAGE DE
DECHETS NON DANGEREUX DE SEPTÈMES-LES-VALLONS

Commune de Septèmes-les-Vallons (13)

Bilan hydrique du site

SOMMAIRE

1.	INTRODUCTION	3
1.1	CONTEXTE ET OBJECTIFS DE LA MISSION.....	3
1.2	LIMITES DE LA METHODE	3
1.3	ZONES PRODUCTIVES DU SITE	3
2.	BILAN HYDRIQUE DU SITE.....	5
2.1	MODELE ET HYPOTHESE DE CALCUL	5
2.1.1	<i>Introduction</i>	<i>5</i>
2.1.2	<i>Modele</i>	<i>5</i>
2.1.3	<i>Données d'entrée du modèle.....</i>	<i>6</i>
2.1.4	<i>Phasage d'exploitation et de réaménagement du site</i>	<i>7</i>
2.2	RESULTATS DU CALCUL	8
2.2.1	<i>Production spécifique de lixiviats</i>	<i>8</i>
2.2.2	<i>Production annuelle de lixiviats.....</i>	<i>9</i>
3.	DIMENSIONNEMENT DES CAPACITES DE STOCKAGE DES LIXIVIATS	10
3.1	CALCUL DE LA PLUIE DECENNALE	10
3.2	CALCUL DU VOLUME DE STOCKAGE REQUIS.....	11

Liste des figures

FIGURE 1 : ZONES DU SITE PRISES EN COMPTE POUR LE CALCUL DU BILAN HYDRIQUE	4
FIGURE 2 : PRESENTATION SCHEMATIQUE DU BILAN HYDRIQUE POUR UNE ISDND	5
FIGURE 3 : PLUVIOMETRIE MENSUELLE EN MM	6
FIGURE 4 : EVAPOTRANSPIRATION MENSUELLE EN MM	6
FIGURE 5 : COEFFICIENTS DE MONTANA SUR LA STATION DE MARIGNANE	10

Liste des tableaux

TABEAU 1 : PARAMETRES UTILISES POUR LE CALCUL DU BILAN HYDRIQUE	7
TABEAU 2 : PRODUCTION ANNUELLE SPECIFIQUE DU CASIER 1 EN PARTIE PLATE/DOME.....	8
TABEAU 3 : PRODUCTION ANNUELLE SPECIFIQUE DU CASIER 1 EN TALUS	8
TABEAU 4 : PRODUCTION ANNUELLE SPECIFIQUE DU CASIER 2 EN ZONE EXPLOITEE	8
TABEAU 5 : PRODUCTION ANNUELLE SPECIFIQUE DU CASIER 2 EN ZONE COUVERTE PROVISoireMENT	8
TABEAU 6 : PRODUCTION ANNUELLE MOYENNE PREVISIONNELLE DE LIXIVIATS POUR LA PERIODE 2022-2037.	9
TABEAU 7 : CALCUL DU BESOIN DE STOCKAGE POUR UNE PRODUCTION DE 15 JOURS DE LIXIVIATS EN PERIODE DECENNALE MAXIMALE	11

1. INTRODUCTION

1.1 CONTEXTE ET OBJECTIFS DE LA MISSION

Dans le cadre du projet de poursuite de l'exploitation du site de Septèmes-les-Vallons (13), VALSUD a missionné EODD Ingénieurs Conseils pour l'évaluation **du bilan hydrique du site** sur ses futures périodes d'exploitation (2022 – 2037).

Le présent document constitue le rapport de présentation du bilan hydrique.

1.2 LIMITES DE LA METHODE

Les résultats d'un bilan hydrique fournissent l'ordre de grandeur de la production annuelle de lixiviats d'un site. Dans la réalité, la production de lixiviats, et notamment la production mensuelle, subit des variations moins abruptes que celles estimées par le calcul. En effet, le modèle ne tient pas compte :

- **De la purge du massif des déchets.** Après ouverture d'un casier, une production résiduelle de lixiviats peut se produire par assèchement progressif du massif de déchets (l'humidité liée aux déchets est libérée lors de leur décomposition),
- **De la rétention de lixiviats du massif de déchets.** Inversement au premier point, les déchets peuvent retenir une partie de l'eau infiltrée,
- **Du temps de percolation des eaux météorologiques à travers le massif de déchets,**
- **De la variabilité des conditions météorologiques.** Le calcul est réalisé sur la base de valeurs statistiques et ne peut refléter les variations, d'une année à l'autre, d'ensoleillement, de température et de pluviométrie,
- **De l'estimation de l'évapotranspiration.** Il s'agit d'un paramètre important dans le calcul du bilan hydrique. Son estimation provient d'un coefficient de correction appliqué à l'évapotranspiration potentielle, elle-même découlant d'un calcul théorique réalisé par Météo France,
- **Le calage des paramètres de calcul** (RFU, coefficient de ruissellement, etc.).

1.3 ZONES PRODUCTIVES DU SITE

Pour rappel, la Demande d'Autorisation Environnementale (DAE) porte sur la poursuite des activités sur le site de VALSUD, dont la principale est l'Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux (ISDND), à partir du 1^{er} mars 2022.

Cette poursuite d'exploitation de l'ISDND repose sur les deux principes fondamentaux suivants :

- **L'emprise de la zone de stockage actuellement autorisée, 18 hectares, ne sera pas étendue,**
- **La cote maximale de 355 m NGF actuellement autorisée pour le réaménagement ne sera pas rehaussée.**

La production de lixiviats sur le site de Septèmes-les-Vallons a lieu au niveau (cf. Figure 1) :

- **De l'ancien casier exploité et désormais réaménagé :**
 - Sur les zones plates, pour une surface de 5 hectares.
 - Sur les zones en talus, pour une surface de 6,8 hectares.
- **Du casier en cours d'exploitation :**
 - Sur la zone ouverte aux déchets, d'une surface maximale de 3 000 m².
 - Sur le reste du casier bénéficiant d'une couverture provisoire, pour une surface de 17 ha¹.

¹ La surface totale du casier est inférieure à 18 ha car la partie des talus du casier 1 sur lesquels les déchets du casier 2 viendront s'appuyer sont intégrés dans les 6,8 ha de talus du casier 1.



FIGURE 1 : ZONES DU SITE PRISES EN COMPTE POUR LE CALCUL DU BILAN HYDRIQUE

2. BILAN HYDRIQUE DU SITE

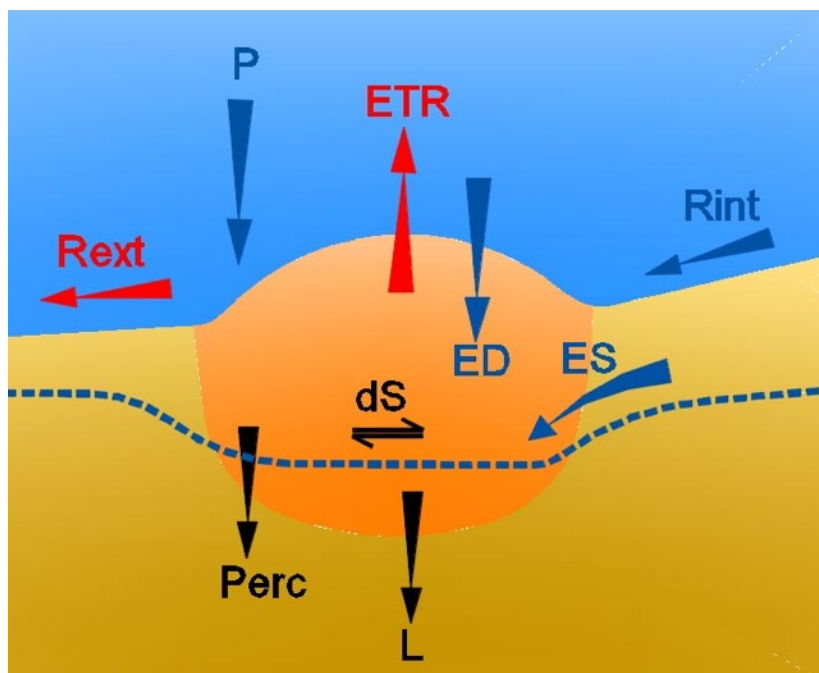
2.1 MODELE ET HYPOTHESE DE CALCUL

2.1.1 INTRODUCTION

La production de lixiviats du site de Septèmes-les-Vallons a été calculée sur une base mensuelle. Cette dernière est calculée à partir des valeurs théoriques de production spécifique de lixiviats et des surfaces susceptibles de produire des lixiviats sur le site.

2.1.2 MODELE

Le bilan hydrique a été calculé en utilisant le **logiciel BilHyd 2.4**, développé par EODD Ingénieurs Conseils. La Figure 2 schématise la formule d'équilibre de masse sur laquelle se base le logiciel.



ES : eau souterraine ; **ED** : volume d'eau apporté par les déchets sous forme d'humidité ; **Rint** : ruissellement entrant sur le site depuis l'extérieur ; **P** : pluviométrie ;
Rext : ruissellement entrant sur le site depuis l'extérieur et sortant du site ; **ETR** : évapotranspiration réelle ;
Perc : infiltration de lixiviats par le fond du site en cas d'absence d'étanchéité ; **dS** : variation du stock interne de déchets = relargage lors de la décomposition des déchets ; **L** : lixiviats collectés

FIGURE 2 : PRESENTATION SCHEMATIQUE DU BILAN HYDRIQUE POUR UNE ISDND

SOURCE : EODD INGENIEURS CONSEILS POUR L'ADEME « REMISE EN ETAT DES DECHATS : METHODES ET TECHNIQUES », 2005

Pour le site de Septèmes-les-Vallons, les termes du bilan hydrique se simplifient comme suit :

- **ES** et **Perc** ne sont pas pris en considération, du fait de la mise en œuvre de barrières d'étanchéité active et passive (BSA et BSP) en fond et flancs des zones de stockage,
- **Rint** et **Rext** sont considérés comme nuls compte tenu de la gestion réglementaire des eaux imposant le détournement des éventuelles eaux externes, la collecte des eaux internes et leur stockage en bassin avec rejet au milieu naturel,
- **ED** et **dS** s'annulent par compensation (retour d'expérience).

La production de lixiviats du site est donc égale à la différence entre **P** et **ETR**. La valeur de ce dernier paramètre dépend des conditions climatiques locales, de la présence ou non de végétation et du type de végétation, le cas échéant.

2.1.3 DONNEES D'ENTREE DU MODELE

Les données d'entrée, nécessaires au calcul du bilan hydrique, sont les suivantes :

- La **pluviométrie mensuelle**,
- L'**évapotranspiration potentielle** (ETP), soit l'évaporation qui se produirait si l'approvisionnement en eau équivalait exactement aux besoins du couvert végétal,
- La **réserve en eau facilement utilisable** (RFU), paramètre dépendant de la typologie et de l'épaisseur de la couche superficielle mise en œuvre,
- Le **coefficient de ruissellement**, paramètre dépendant de la pente des surfaces considérées, de l'imperméabilité de la couche d'étanchéité mise en œuvre et du couvert végétal.

2.1.3.1 Pluviométrie mensuelle

Le site de Septèmes-les-Vallons est équipé d'un pluviomètre qui fait l'objet d'un suivi journalier et d'une comparaison avec la pluviométrie mesurée sur la station Météo France de Marignane (13). Les données pluviométriques retenues et présentées sur la Figure 3 sont celles mesurées sur site sur une période allant de 2008 à 2017.

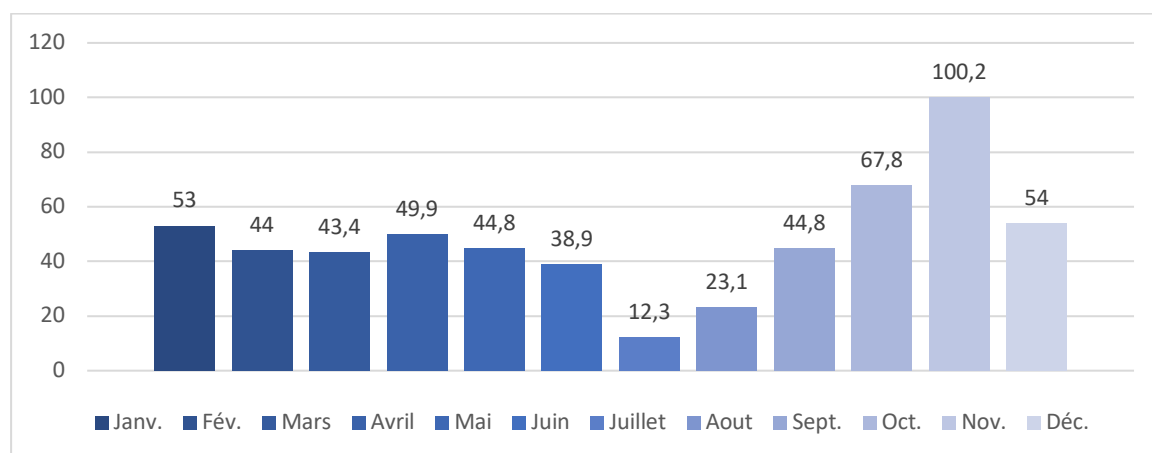


FIGURE 3 : PLUVIOMETRIE MENSUELLE EN MM

SOURCE : STATION DU SITE DE SEPTEMES-LES-VALLONS, PERIODE 2008 A 2017

2.1.3.2 Evapotranspiration potentielle

Les valeurs de l'ETP, comparées annuellement aux valeurs calculées par Météo France avec les paramètres climatiques de la station de Marignane sur la période 2008 à 2017, sont présentées sur la Figure 4.

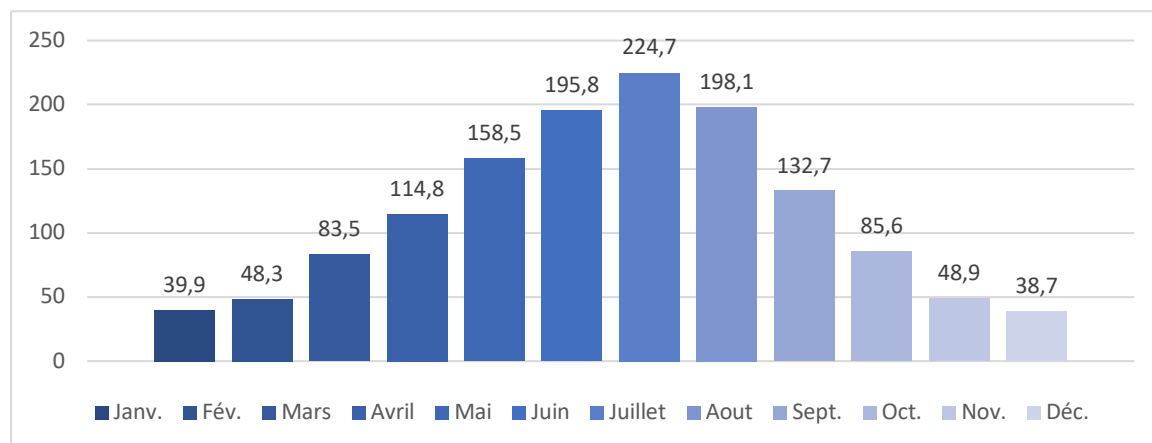


FIGURE 4 : EVAPOTRANSPIRATION MENSUELLE EN MM

SOURCE : STATION METEO FRANCE DE MARIGNANE, PERIODE 2008 A 2017

2.1.3.3 Paramètres du modèle

La Tableau 6 présente **les quatre zones prises en compte dans le calcul du bilan hydrique**, avec :

- La première zone correspondant au casier 1 réaménagé pour ses parties plates ou en dôme.
- La deuxième zone correspondant au casier 1 réaménagé pour ses parties en talus.
- La troisième zone correspond au casier 2 en cours d'exploitation pour sa surface ouverte aux déchets et dont la surface ne peut pas excéder 3 000 m² selon l'AP.
- La quatrième zone correspond au casier 2, pour toute la surface non exploitée et donc bénéficiant d'une couverture provisoire.

	Zone	Surface considérée	Coefficient de correction de l'ETP	Coefficient de ruissellement	RFU (mm)
1	Casier 1 réaménagé – Dôme/Plat	5 ha	1	0	100
2	Casier 1 réaménagé – Talus	6,8 ha	1	0,8	100
3	Casier 2 – Zone ouverte aux déchets	0,3 ha	0,5	0	10
4	Casier 2 – Couverture provisoire	17 ha	0,8	0	50

TABEAU 1 : PARAMETRES UTILISES POUR LE CALCUL DU BILAN HYDRIQUE

2.1.4 PHASAGE D'EXPLOITATION ET DE REAMENAGEMENT DU SITE

Le projet de poursuite d'exploitation repose sur une consommation de capacité de stockage déjà autorisée dans le projet de réaménagement du site. Initialement fixée à une cote de 340 m NGF, **la cote altimétrique maximale autorisée pour le stockage des déchets est dans le projet modifiée à une cote de 350 m NGF permettant ainsi de disposer d'un casier dont le volume utile (calculé à partir de début 2020) sera de 2,338 Mm³.**

Il est également à souligner que VALSUD souhaite diminuer progressivement le rythme de stockage des déchets dans l'ISDND, actuellement fixé à 250 000 t/an, selon l'échéancier suivant :

- **A partir de mars 2022 et jusqu'à fin 2024** : le rythme de stockage passe de 250 000 à **175 000 t/an**, soit une diminution de 30% (- 75 000 t/an) par rapport à l'actuel,
- **A partir de 2025 et jusqu'à fin 2037** : le rythme de stockage passe de 175 000 à **100 000 t/an**, soit une diminution de 60% (- 150 000 t/an) par rapport à l'actuel.

L'exploitation du casier en cours d'exploitation, sera réalisée par paliers horizontaux correspondant à une tranche de 5 m d'épaisseur et par zones successives dont la superficie maximale est fixée à 3 000 m².

2.2 RESULTATS DU CALCUL

2.2.1 PRODUCTION SPECIFIQUE DE LIXIVIATS

La production annuelle spécifique du casier 1 réaménagé en partie plate et dôme est nulle.

Données	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Annuel
ETP	39,90	48,30	83,50	114,80	158,50	195,80	224,70	198,10	132,70	85,60	48,90	38,70	1369,50
ETPcorrégée	39,90	48,30	83,50	114,80	158,50	195,80	224,70	198,10	132,70	85,60	48,90	38,70	1369,50
Pluie	53	44	43,4	49,9	44,8	38,9	12,3	23,1	44,8	67,8	100,2	54	576,20
Ruissellement entrant	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Apports	53,00	44,00	43,40	49,90	44,80	38,90	12,30	23,10	44,80	67,80	100,20	54,00	576,20
Ruissellement sortant	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Apports - Rext	53,00	44,00	43,40	49,90	44,80	38,90	12,30	23,10	44,80	67,80	100,20	54,00	576,20
RFU	79,00	75,00	34,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	51,00	66,00	
ETR	39,90	48,30	83,50	84,00	45,00	39,00	12,00	23,00	45,00	68,00	48,90	38,70	575,30
Prod. de lixiviats	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

TABEAU 2 : PRODUCTION ANNUELLE SPECIFIQUE DU CASIER 1 EN PARTIE PLATE/DOME

La production annuelle spécifique du casier 1 réaménagé en talus est nulle.

Données	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Annuel
ETP	39,90	48,30	83,50	114,80	158,50	195,80	224,70	198,10	132,70	85,60	48,90	38,70	1369,50
ETPcorrégée	39,90	48,30	83,50	114,80	158,50	195,80	224,70	198,10	132,70	85,60	48,90	38,70	1369,50
Pluie	53	44	43,4	49,9	44,8	38,9	12,3	23,1	44,8	67,8	100,2	54	576,20
Ruissellement entrant	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Apports	53,00	44,00	43,40	49,90	44,80	38,90	12,30	23,10	44,80	67,80	100,20	54,00	576,20
Ruissellement sortant	42,40	35,20	34,72	39,92	35,84	31,12	9,84	18,48	35,84	54,24	80,16	43,20	460,96
Apports - Rext	10,60	8,80	8,68	9,98	8,96	7,78	2,46	4,62	8,96	13,56	20,04	10,80	115,24
RFU	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
ETR	11,00	9,00	9,00	10,00	9,00	8,00	2,00	5,00	9,00	14,00	20,00	11,00	117,00
Prod. de lixiviats	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

TABEAU 3 : PRODUCTION ANNUELLE SPECIFIQUE DU CASIER 1 EN TALUS

La production annuelle spécifique du casier 2 dans sa zone exploitée est de 180 mm/an.

Données	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Annuel
ETP	39,90	48,30	83,50	114,80	158,50	195,80	224,70	198,10	132,70	85,60	48,90	38,70	1369,50
ETPcorrégée	19,95	24,15	41,75	57,40	79,25	97,90	112,35	99,05	66,35	42,80	24,45	19,35	684,75
Pluie	53	44	43,4	49,9	44,8	38,9	12,3	23,1	44,8	67,8	100,2	54	576,20
Ruissellement entrant	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Apports	53,00	44,00	43,40	49,90	44,80	38,90	12,30	23,10	44,80	67,80	100,20	54,00	576,20
Ruissellement sortant	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Apports - Rext	53,00	44,00	43,40	49,90	44,80	38,90	12,30	23,10	44,80	67,80	100,20	54,00	576,20
RFU	10,00	10,00	10,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00	10,00	10,00	
ETR	19,95	24,15	41,75	57,40	48,00	39,00	12,00	23,00	45,00	42,80	24,45	19,35	396,85
Prod. de lixiviats	33,00	20,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15,00	76,00	35,00	180,00

TABEAU 4 : PRODUCTION ANNUELLE SPECIFIQUE DU CASIER 2 EN ZONE EXPLOITEE

La production annuelle spécifique du casier 2 dans sa zone couverte provisoirement est de 60 mm/an.

Données	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Annuel
ETP	39,90	48,30	83,50	114,80	158,50	195,80	224,70	198,10	132,70	85,60	48,90	38,70	1369,50
ETPcorrégée	31,92	38,64	66,80	91,84	126,80	156,64	179,76	158,48	106,16	68,48	39,12	30,96	1095,60
Pluie	53	44	43,4	49,9	44,8	38,9	12,3	23,1	44,8	67,8	100,2	54	576,20
Ruissellement entrant	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Apports	53,00	44,00	43,40	49,90	44,80	38,90	12,30	23,10	44,80	67,80	100,20	54,00	576,20
Ruissellement sortant	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Apports - Rext	53,00	44,00	43,40	49,90	44,80	38,90	12,30	23,10	44,80	67,80	100,20	54,00	576,20
RFU	50,00	50,00	26,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00	50,00	
ETR	31,92	38,64	66,80	76,00	45,00	39,00	12,00	23,00	45,00	68,00	39,12	30,96	515,44
Prod. de lixiviats	21,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11,00	23,00	60,00

TABEAU 5 : PRODUCTION ANNUELLE SPECIFIQUE DU CASIER 2 EN ZONE COUVERTE PROVISOIEMENT

2.2.2 PRODUCTION ANNUELLE DE LIXIVIATS

La production annuelle moyenne de lixiviats a été calculée à partir des valeurs théoriques de production spécifique de lixiviats et des surfaces des quatre zones considérées. **Sur la période 2022 à 2037, cette production annuelle de lixiviats est estimée 10 740 m³/an. Cette valeur est très proche de la valeur moyenne de lixiviats traités chaque année par VALSUD (10 645 m³), ce qui confirme la représentativité des paramètres retenus dans le modèle.**

Casiers	Zones	Surface	Prod. lix spécifique (mm/an)	Prod. totale annuelle m ³ /an
C1 (réaménagé)	Plat/dôme	50 000 m ²	0	0
	Talus	68 000 m ²	0	0
C2 (en exploitation)	Exploitée	3 000 m ²	180	540
	Couverture prov.	170 000 m ²	60	10 200
TOTAL				10 740

TABEAU 6 : PRODUCTION ANNUELLE MOYENNE PREVISIONNELLE DE LIXIVIATS POUR LA PERIODE 2022-2037

3. DIMENSIONNEMENT DES CAPACITES DE STOCKAGE DES LIXIVIATS

L'article 11-II de l'arrêté ministériel du 15/02/2016 modifié stipule que les capacités de stockage des lixiviats doivent correspondre à « la quantité de lixiviats produite en quinze jours en période de pluviométrie décennale maximale qui pourra être adapté au territoire ».

3.1 CALCUL DE LA PLUIE DECENNALE

La pluviométrie décennale maximale peut être calculée à partir des coefficients de Montana fournis par Météo France :



COEFFICIENTS DE MONTANA

Formule des hauteurs

Statistiques sur la période 1982 – 2016

MARIGNANE (13)

Indicatif : 13054001, alt : 9 m., lat : 43°26'15"N, lon : 5°12'57"E

La formule de Montana permet, de manière théorique, de relier une quantité de pluie $h(t)$ recueillie au cours d'un épisode pluvieux avec sa durée t :

$$h(t) = a \times t^{(1-b)}$$

Les quantités de pluie $h(t)$ s'expriment en millimètres et les durées t en minutes.

Les coefficients de Montana (a, b) sont calculés par un ajustement statistique entre les durées et les quantités de pluie ayant une durée de retour donnée.

Cet ajustement est réalisé à partir des pas de temps (durées) disponibles entre 6 minutes et 192 heures.
Pour ces pas de temps, la taille de l'échantillon est au minimum de 25 années.

Coefficients de Montana pour des pluies de durée de 6 minutes à 192 heures

Durée de retour	a	b
5 ans	9.71	0.709
10 ans	11.482	0.707
20 ans	13.144	0.704
30 ans	14.129	0.703
50 ans	15.274	0.699
100 ans	16.805	0.695

FIGURE 5 : COEFFICIENTS DE MONTANA SUR LA STATION DE MARIGNANE

Pour une durée de 15 jours, la hauteur de précipitation décennale maximale s'établit à :

$$H(15j) = 11,482 \times (21\ 600 \text{ min})^{(1-0,707)} = 213,8 \text{ mm}$$

3.2 CALCUL DU VOLUME DE STOCKAGE REQUIS

En injectant une pluie de 213,8 mm dans l'outil de calcul de bilan hydrique, et en considérant de façon majorante que cette pluie intervient durant la période automnale la plus humide, il vient les productions de lixiviats suivantes pour 15 jours en période décennale maximale :

Casiers	Zones	Surface	Prod. lix spécifique (mm/an)	Prod. totale m ³ /15 j
C1 (réaménagé)	Plat/dôme	50 000 m ²	65	975
	Talus	68 000 m ²	0	0
C2 (en exploitation)	Exploitée	3 000 m ²	190	285
	Couverture prov.	170 000 m ²	125	10 625
TOTAL				11 885

TABLEAU 7 : CALCUL DU BESOIN DE STOCKAGE POUR UNE PRODUCTION DE 15 JOURS DE LIXIVIATS
EN PERIODE DECENNALE MAXIMALE

Il devra donc être prévu une capacité totale de stockage de lixiviats sur site de près de 12 000 m³.

