



Dossier de demande d'autorisation environnementale

TERRA72 - projet de développement du pôle de
recyclage et de production d'énergies
renouvelables sur la commune de Montmirail (72)

Annexe 11 – Production de lixiviats



setec
énergie environnement

Avril 2023

Dossier de demande d'autorisation environnementale

TERRA72 - projet de développement du pôle de
recyclage et de production d'énergies
renouvelables sur la commune de Montmirail (72)

Annexe 11 – Pronostic Lixiviats



Nom du rapport - Version	Date	Commentaires	Rédaction	Validation
			Nom	Nom
Pronostic Lixiviat – Terra72	Nov 2022	Version initiale	C. CABLÉ	D. BIROT

SOMMAIRE

1. PREAMBULE.....	4
2. GENERALITES ET PRINCIPES DE CALCUL DU PRONOSTIC LIXIVIAT	4
2.1. Définition et estimation de l'ETR	4
2.1.1. Quand $P > ETP$, alors $ETR = ETP$	5
2.1.2. Quand $P < ETP$, alors $ETR = P + RFU$ (du mois précédent)	5
2.2. Coefficient de ruissellement et Infiltration.....	6
2.3. Relargage d'eau par les déchets stockés	6
3. APPLICATION A L'EXTENSION DE MONTMIRAIL.....	7
3.1. Hypothèses d'exploitation retenues	7
3.1.1. Etat de couverture des casiers	7
3.1.2. Données pluviométriques.....	7
3.2. Zone en cours d'exploitation	7
3.3. Zone avec couverture intermédiaire	8
3.4. Zone avec couverture finale	8
4. RESULTATS DU PRONOSTIC LIXIVIAT	8

TABLES DES FIGURES

Figure 1 : Schéma de principe : Pluviométrie > Evapotranspiration	5
Figure 2 : Schéma de principe : Pluviométrie < Evapotranspiration	5
Figure 3 : Résultats du pronostic lixiviats.....	9
Figure 4 : Evolution prospective de la production totale de lixiviats jusqu'à la fin de la post-exploitation ...	10

1. PREAMBULE

Le présent rapport constitue un pronostic lixiviat de l'extension de l'installation de stockage de déchets non dangereux (ISDND) de Montmirail.

Ce bilan est destiné à évaluer la production de lixiviats de l'ISDND depuis le début d'exploitation de la zone de stockage jusqu'à la fin de la période de post-exploitation.

2. GENERALITES ET PRINCIPES DE CALCUL DU PRONOSTIC LIXIVIAT

Les paragraphes suivants sont relatifs au pronostic lixiviat du projet d'extension. Il permet d'estimer la production de lixiviats de l'ensemble des casiers du projet d'extension. L'équation qui représente le pronostic lixiviat est la suivante :

$$IE = PE - R - RFU$$

Avec :

- IE = Infiltration Efficace (ou percolation) (mm)
- PE = Pluie Efficace (mm) = P-ETR
 - P = Précipitation (mm)
 - ETR = Evapotranspiration réelle (mm)
- R = Ruissellement (mm)
- RFU = Réserve en eau Facilement Utilisable (mm)

Ces paramètres sont estimés à partir des données météorologiques mesurées localement (cf. paragraphes suivants). La RFU est la quantité d'eau que le sol peut absorber et restituer au milieu.

2.1. DEFINITION ET ESTIMATION DE L'ETR

L'ETP (évapotranspiration potentielle) représente le maximum d'eau qu'il serait possible d'éliminer par évaporation ou transpiration dans un lieu et climat donnés. L'ETP est fonction des vents, de la température, des précipitations, de l'ensoleillement et de la végétation.

L'ETR est l'évapotranspiration qui a réellement lieu en fonction des caractéristiques édaphiques et botaniques du site étudié. Elle est estimée à partir de l'ETP, des précipitations et des réserves en eau du sol (RFU).

Les relations qui lient ces paramètres entre eux sont basées sur les principes suivants : $ETR \leq ETP$. L'évapotranspiration réelle est toujours plus faible que l'évapotranspiration potentielle qui traduit son optimum.

2.1.1. QUAND $P > ETP$, ALORS $ETR = ETP$

Quand les précipitations sont supérieures à l'ETP, l'ETR est maximale (=ETP). L'excédent d'eau, aussi appelé PE (pluie efficace), sert à la reconstitution de la réserve en eau du sol. Si la RFU est maximale, le surplus (PE) est éliminé par ruissellement ou par infiltration dans le sol pour alimenter une nappe d'eau par exemple.

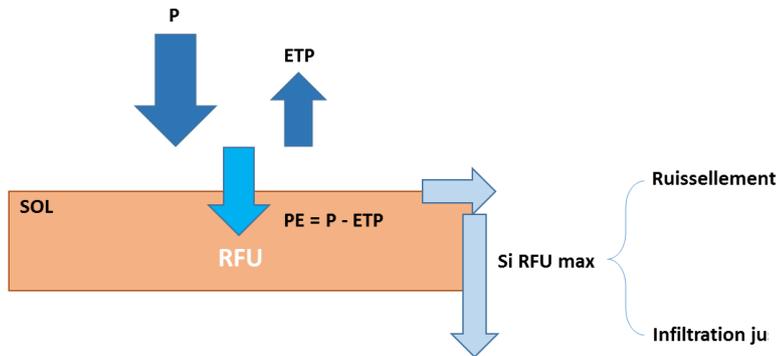


Figure 1 : Schéma de principe : Pluviométrie > Evapotranspiration
Cas $ETR = ETP$

2.1.2. QUAND $P < ETP$, ALORS $ETR = P + RFU$ (DU MOIS PRECEDENT)

Quand les précipitations sont inférieures à l'ETP, il s'évapore plus d'eau qu'il n'en tombe, alors ETR puise dans la RFU pour contrebalancer le déficit de la pluie efficace (P-ETP). Cependant quand la réserve en eau du sol du mois précédent est nulle, l'ETR ne peut plus puiser dans le sol pour compenser le déficit, alors ETR est au maximum égale aux précipitations.

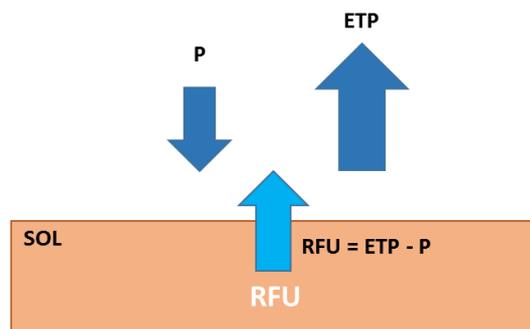


Figure 2 : Schéma de principe : Pluviométrie < Evapotranspiration
Cas $ETR = P + RFU$ (du mois précédent)

On considère le pronostic lixiviat dans trois cas correspondant à différentes phases d'exploitation de l'installation de stockage :

- les zones exploitées (avec des déchets) ;
- les casiers recouverts (avec une couche intermédiaire) ;
- les casiers recouverts et remis en végétation (réaménagement final).

Pour les casiers en attente d'être exploités, les eaux sont collectées et dirigées vers le bassin des eaux de ruissellement interne.

2.2. COEFFICIENT DE RUISSELEMENT ET INFILTRATION

La mise en place d'une couverture sur un casier a pour objectif d'isoler la masse de déchets de son environnement immédiat et donc des intempéries.

Les données utilisées pour calculer la quantité d'eau qui percole dans les déchets sont les suivantes :

- **Casier en exploitation, Cr=0** : le coefficient de ruissellement est nul car toute la pluie s'infiltré dans les déchets.
- **Couverture intermédiaire, Cr=0,40** : le coefficient de ruissellement pour une couverture de type semi-perméable est estimé à 0,40.
- **Couverture finale, Cr=0,90 ou 0,95** : le coefficient de ruissellement est estimé à 0,95 pour une couverture finale comprenant une géomembrane ; l'augmentation du coefficient de ruissellement est également liée à la mise en végétation des casiers remblayée et recouverts qui a pour effet de favoriser la diminution du volume des infiltrations.
 - Couverture finale classique : Cr=0,90
 - Couverture finale d'un casier bioréacteur : Cr=0,95

Il est considéré que toute l'eau de pluie qui ne ruisselle pas est infiltrée à travers les couvertures et participe à la production de lixiviats.

Il apparaît ainsi que la mise en place d'une couverture finale augmente de façon très significative le coefficient de ruissellement, diminuant de ce fait la quantité d'eau infiltrée et donc la production de lixiviats.

2.3. RELARGAGE D'EAU PAR LES DECHETS STOCKES

Il est également pris en compte, dans le bilan hydrique, le relargage d'eau par les déchets qui participe à la production de lixiviats.

La courbe de décroissance de la production de lixiviats dans un casier est simulée sur la même cinétique que le processus de dégradation de la matière organique aboutissant à la production de biogaz. Le modèle de production de lixiviats retenu est le suivant :

$$Q = V_s \cdot Q_r \cdot (1 - e^{-k \cdot t})$$

Avec :

- Q = volume cumulé de production de lixiviats entre l'année 0 et l'année t (m³),
- V_s = tonnage de déchets stockés dans le casier (t),
- Q_r = volume maximal de lixiviats qui peut être relargué (m³ d'eau par tonne de déchet),
- k = constante cinétique,
- t = âge des déchets stockés dans le casier (année).

Le volume maximal pouvant être relargué est fonction de la quantité d'eau contenue dans les déchets. Il est considéré que :

- les déchets apportés sur le casier ont une teneur en eau initiale de 20%, soit 0,2 m³ d'eau par tonne de déchet,
- les déchets ont une capacité au champ minimale de 10%, c'est-à-dire que la quantité d'eau qui est retenue dans les déchets naturellement est estimée, au minimum, à 0,1 m³ d'eau par tonne de déchet.

Ainsi Q_r est calculé selon la formule suivante : $Q_r = C - C_{\min}$

Avec :

- C = teneur en eau des déchets stockés dans le casier,
- C_{\min} = capacité au champ minimale des déchets.

3. APPLICATION A L'EXTENSION DE MONTMIRAIL

3.1. HYPOTHESES D'EXPLOITATION RETENUES

3.1.1. ETAT DE COUVERTURE DES CASIERS

L'état de couverture des casiers est estimé année par année, entre le début d'exploitation et la fin du réaménagement.

L'ensemble des casiers du projet seront exploités en mode bioréacteur.

3.1.2. DONNEES PLUVIOMETRIQUES

Les données de pluie et d'évapotranspiration sont issues de données météorologiques locales (Météo France) : fiche climatologique de Cormes (72) pour les précipitations et de Châteaudun (28) pour l'ETP.

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Année
Précipitations (mm)	71.0	59.1	59.0	55.4	59.0	52.9	57.9	46.1	50.5	70.7	67.3	81.4	730.3
ETP (mm)	9.8	18.8	49.6	79.0	109.3	128.6	142.1	126.0	76.0	36.8	1.0	7.6	784.6

3.2. ZONE EN COURS D'EXPLOITATION

La zone exploitée est à ciel ouvert et reçoit l'eau des précipitations. Nous considérons ici que la RFU (représentant les réserves en eau du sol) et R sont nuls, car le sol est constitué de déchets qui ne permettent pas le ruissellement ni la constitution d'une RFU.

Comme il n'est pas prouvé que les déchets sont susceptibles de permettre une quelconque transpiration (étude sur huit décharges - ANRED - 1986), ou même une évaporation, nous prendrons le cas extrême où :

$$PE = P$$

Il est considéré que toute l'eau de pluie est retenue dans le massif de déchets et participe à son humidification, favorisant ainsi la décomposition des déchets organiques.

3.3. ZONE AVEC COUVERTURE INTERMEDIAIRE

La mise en place d'une couverture intermédiaire sur un casier en exploitation a pour objectif d'isoler la masse de déchets de son environnement immédiat et notamment des intempéries.

Les données utilisées pour calculer la quantité d'eau qui percole dans les déchets sont les suivantes :

- Le coefficient de ruissellement (Cr) pour une couverture intermédiaire, de type semi-perméable, est estimé à 0,40 ;
- La RFU (réserve facilement utilisable) maximale est de manière classique estimée à 75 mm.

Le ruissellement superficiel d'eau sur la couverture intermédiaire se dirige vers des zones exemptes de déchets et rejoint donc le flux des eaux météoriques propres générées sur les zones non exploitées.

Il est considéré que toute l'eau de pluie infiltrée participe à la production de lixiviats.

3.4. ZONE AVEC COUVERTURE FINALE

La mise en végétation des casiers remblayée et recouverts a pour effet d'augmenter le coefficient de ruissellement et donc de favoriser la diminution du volume des infiltrations. Cette caractéristique est prise en compte lors des calculs par le coefficient de ruissellement (Cr) imposé.

Il est considéré que toute l'eau de pluie infiltrée participe à la production de lixiviats.

4. RESULTATS DU PRONOSTIC LIXIVIAT

Suivant les hypothèses précédentes, la production de lixiviats varie de la façon suivante :

	Année	Volume de lixiviats produits (m3/an)	Volume d'eau relargué par les déchets (m3/an)	Volume d'eau infiltrée (m3/an)
Exploitation	2031	714	714	0
	2032	2 003	1 360	642
	2033	2 277	1 945	332
	2034	2 670	2 474	196
	2035	3 486	3 283	203
	2036	4 185	3 970	215
	2037	4 607	4 552	55
	2038	5 856	5 043	812
	2039	5 994	5 459	535
	2040	6 612	5 810	802
	2041	6 439	6 106	333
	2042	6 468	6 355	113
	2043	6 695	6 564	131
	2044	7 314	6 739	575
	2045	7 825	6 886	939
	2046	7 388	7 009	380
	2047	6 643	6 065	578
	2048	5 442	5 250	192
	2049	5 235	4 546	689
	2050	4 622	3 937	685
Post-exploitation	2051	3 901	3 411	490
	2052	3 178	2 955	222
	2053	2 784	2 562	222
	2054	2 443	2 221	222
	2055	2 149	1 927	222
	2056	1 894	1 672	222
	2057	1 673	1 451	222
	2058	1 482	1 260	222
	2059	1 316	1 094	222
	2060	1 173	951	222
	2061	1 048	826	222
	2062	941	719	222
	2063	847	625	222
	2064	766	544	222
	2065	696	474	222
	2066	635	413	222
	2067	582	360	222
	2068	536	314	222
	2069	496	274	222
	2070	461	239	222
	2071	430	208	222
	2072	404	182	222
	2073	381	159	222
	2074	361	139	222
	2075	344	122	222
	2076	329	107	222

Figure 3 : Résultats du pronostic lixiviat

Le schéma ci-dessous présente l'évolution temporelle de la quantité totale de lixiviats produit :

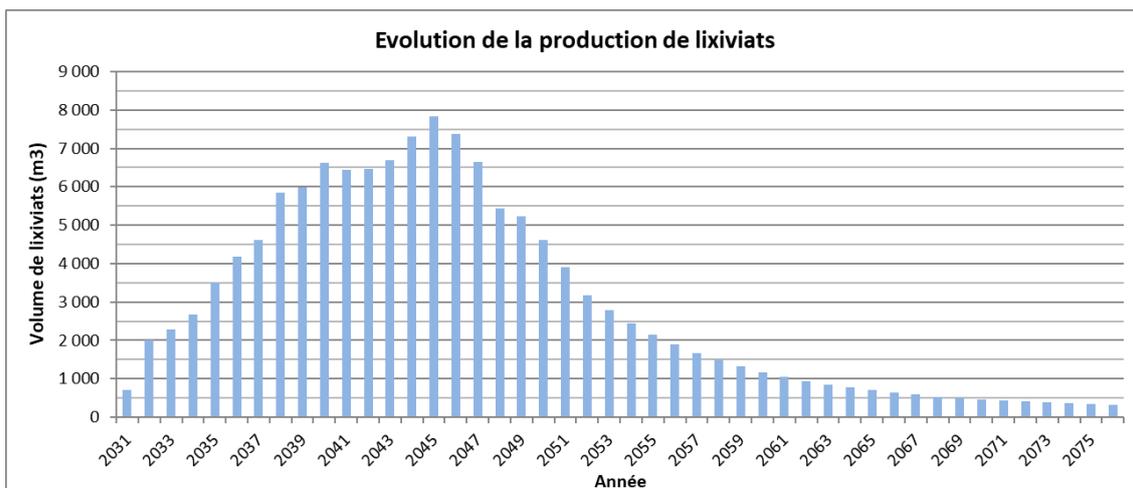


Figure 4 : Evolution prospective de la production totale de lixiviats jusqu'à la fin de la post-exploitation

Les quelques pics de production de lixiviats sont liés aux différentes phases de réaménagement du site, avec des superficies en couverture intermédiaire importantes. Ils apparaissent en fin d'exploitation, période où le relargage d'eau par les déchets est le plus élevé et contribue à la production de lixiviats.

Pendant l'exploitation, le site produira en moyenne $14 \text{ m}^3/\text{jour}$ de lixiviats, soit $5\,124 \text{ m}^3/\text{an}$.

Le volume maximal de lixiviats est quant à lui estimé à $21,4 \text{ m}^3/\text{jour}$, soit $7\,825 \text{ m}^3/\text{an}$.

Conformément à l'article 11 de l'arrêté ministériel du 15 février 2016 relatif aux installations de stockage de déchets non dangereux : « II. [...] Leurs capacités minimales correspondent à la quantité de lixiviats produite en quinze jours en période de pluviométrie décennale maximale qui pourra être adaptée au territoire. »

	Capacité du bassin de lixiviats	
	Stockage 2 mois de production	Stockage 15 j de production + une pluie décennale
Volume moyen (exploitation)	842 m ³	678 m ³
Volume maximal	1 286 m ³	789 m ³
Capacité utile retenue	1 500 m³	

Les calculs réalisés permettent d'aboutir à une capacité totale de stockages de lixiviats de $1\,500 \text{ m}^3$ les bassins existants sont donc largement dimensionnés pour stocker avant traitement les lixiviats produits sur le site.