



Formation « Planification, construction, exploitation et fermeture des décharges contrôlées au Maroc »

un projet du

**Programme de Gestion et de Protection de
l'Environnement en Maroc (PGPE)**

en coopération avec



Auf der Breit 11
D-76227 Karlsruhe



Module 2 : Spécifications techniques applicables aux décharges *Code de Bonnes Pratiques (CBP) § 2*

1er JOUR

Présentation 1 : Résumé du module 1	09:00 – 10:00
Présentation 2 : Systèmes d'étanchéité à la base	10:30 – 12:30
Présentation 3 : Formation des lixiviats & Quantités	14:00 – 14:45
Présentation 4 : Exercice : Calcul de la quantité de lixiviats	14:45 – 15:45
Présentation 5 : Collecte des lixiviats / Principes de conception	15:45 – 16:30
Présentation 6 : Curage des tuyaux de drainage des lixiviats	16:30 – 17:00
Discussion : Questions / Réponses	17:00 – 17:30

Exercice : Calcul de la quantité de lixiviats

Données de l'exercice

- Population de la région (2014) : 625.000 hab.
- Quantité de déchets (2014) : 256 kg par an et hab.
- Croissance démographique : 2,5 % par an
- Augmentation de la quantité de déchets spécifique : 0 % par an
- Durée de vie de la décharge : 20 ans
- Pas de prétraitement des déchets

- Eaux de lavage des engins : 350 m³/an
- Eaux usées : 430 m³/an

- Agencement de la décharge :
 - Casier 1 : 9 ha (3 alvéoles de 3 ha chacune)
 - Casier 2 : 9 ha
 - Casier 3 : 7 ha

- Précipitations dans la région d'étude (Béja, Tunisie, moyenne sur la période 2000-2009)

Mois	P [mm]
Janvier	94,7
Février	78,1
Mars	64,4
Avril	71,9
Mai	30,1
Juin	16,1
Juillet	4,1
Août	16,8
Septembre	53,3
Octobre	53,8
Novembre	57,1
Décembre	101,9
Total	642,3



1 – Calcul de la quantité de lixiviats provenant de la consolidation des déchets

Année		Habitants	Quantité de déchets (kg/an *hab)	Quantité de déchets (t/an)	Lixiviats / déchets	Quantité de lixiviats (t ou m ³ /an)	Quantité de lixiviats cumulée (m ³ /an)
1	2015	640.625	256,0	164.000	10%	16.400	16.400
2	2016						
3	2017						
4	2018						
5	2019						
6	2020						
7	2021						
8	2022						
9	2023						
10	2024						
11	2025						
12	2026						
13	2027						
14	2028						
15	2029						
16	2030						
17	2031						
18	2032						
19	2033						
20	2034						

Qconsolidation moy =m³/an

2 – Calcul de la quantité de lixiviats provenant d’origines diverses (ni déchets, ni précipitations : voir les données de l’exercice)

.....

Qdiv =m³/an



3 – Calcul de la quantité de lixiviats provenant des précipitations dans les cas suivants, en tenant compte de la surface des casiers et du pourcentage d’infiltration des eaux de pluie donnés ci-dessous :

- Cas n°1 :
 - Casier 1 en début d’exploitation
 - pas de séparation de la collecte des eaux de pluie dans les différentes alvéoles
 - Casiers 2 et 3 non construits

- Cas n°2 :
 - Casier 1 : Alvéole 1 en service, alvéoles 2 et 3 aménagées mais pas encore en service
 - Collecte séparée des eaux de pluie
 - Casiers 2 et 3 non construits

- Cas n°3 :
 - Casier 2 en service
 - Casier 1 avec couverture temporaire
 - Casier 3 non construit

- Cas n°4 :
 - Casier 3 en service
 - Casier 2 avec couverture temporaire
 - Casier 1 avec couverture finale

Pourcentages d’infiltration

- | | |
|--|-----|
| • Décharge/Casier/Alvéole encore non-aménagée | 0% |
| • Décharge/Casier/Alvéole après mise en service | 90% |
| • Décharge/Casier/Alvéole en service | 50% |
| • Décharge/Casier/Alvéole avec couverture temporaire | 30% |
| • Décharge/Casier/Alvéole avec couverture finale | 5% |

4 – En déduire pour chaque cas la quantité totale de lixiviats : $Q_{cons} + Q_{div} + Q_L$

- Cas n°1 :
- Cas n°2 :
- Cas n°3 :
- Cas n°4 :



Formation « Planification, construction, exploitation et fermeture des décharges contrôlées au Maroc »

un projet du

Programme de Gestion et de Protection de l'Environnement en Maroc (PGPE)

en coopération avec



Module 2 : Spécifications techniques applicables aux décharges *Code de Bonnes Pratiques (CBP) § 2*

1^{er} JOUR

- Présentation 1 : Résumé du module 1 09:00 – 10:00
- Présentation 2 : Systèmes d'étanchéité à la base 10:30 – 12:30
- Présentation 3 : Formation des lixiviats & Quantités 14:00 – 14:45
- **Présentation 4 : Exercice : Calcul de la quantité de lixiviats 14:45 – 15:45**
- Présentation 5 : Collecte des lixiviats / Principes de conception 15:45 – 16:30
- Présentation 6 : Curage des tuyaux de drainage des lixiviats 16:30 – 17:00
- Discussion : Questions / Réponses 17:00 – 17:30



Présentation 4 : Exercice : calcul de la quantité de lixiviats (CBP § 2.4)

1. Enoncé de l'exercice
2. Résolution de l'exercice



01

1. Enoncé de l'exercice : « calcul de la quantité de lixiviats »

02

Rappel :

$$Q_{Ltot} = Q_{cons} + Q_L + Q_{div}$$

Avec:

- Q_{cons} : Quantité de lixiviats libérée lors de la **consolidation des déchets**
- Q_L : Quantité de lixiviats issues des **précipitations** tombées sur la décharge
- Q_{div} : **Eaux extérieures diverses** en provenance des autres zones de la décharge



01

1. Enoncé de l'exercice : « calcul de la quantité de lixiviats »

02

A. Calcul de Qcons (consolidation des déchets)

- Population de la région (2014) : 625.000 hab.
- Quantité de déchets (2014) : 256 kg par an et hab.
- Croissance démographique : 2,5 % par an
- Augmentation de la quantité de déchets spécifique : 0 % par an
- Durée de vie de la décharge : 25 ans
- Pas de prétraitement des déchets

Présentation 4



01

1. Enoncé de l'exercice : « calcul de la quantité de lixiviats »

02

A. Calcul de Qcons

Qcons moyenne ?

Année	Habitants	Quantité de déchets (kg/an *hab)	Quantité de déchets (t/an)	Lixiviats / déchets	Quantité de lixiviats (t ou m ³ /an)	Quantité de lixiviats cumulée (m ³ /an)	
1	2015	640.625	256,0	164.000	10%	16.400	16.400
2	2016						
3	2017						
4	2018						
5	2019						
6	2020						
7	2021						
8	2022						
9	2023						
10	2024						
11	2025						
12	2026						
13	2027						
14	2028						
15	2029						
16	2030						
17	2031						
18	2032						
19	2033						
20	2034						

Présentation 4



01

1. Enoncé de l'exercice : « calcul de la quantité de lixiviats »

02

B. Calcul de Q_{div} (eaux en provenance de l'extérieure de la décharge)

- Eaux de lavage des engins : **350 m³/an**
- Eaux usées : **430 m³/an**

Présentation 4



01

1. Enoncé de l'exercice : « calcul de la quantité de lixiviats »

02

C. Calcul de Q_L (issu des précipitations sur la décharge)

Précipitations à Béja - Tunisie (valeurs moyennes sur 2000-2009 ans)

Mois	P [mm]	Pmax [mm]
Janvier	94,7	160,0
Février	78,1	171,0
Mars	64,4	119,9
Avril	71,9	245,3
Mai	30,1	14,6
Juin	16,1	0,0
Juillet	4,1	3,2
Août	16,8	59,8
Septembre	53,3	89,3
Octobre	53,8	59,4
Novembre	57,1	47,4
Décembre	101,9	61,6
Total	642,3	1.031,5

Présentation 4



01

1. Enoncé de l'exercice : « calcul de la quantité de lixiviats »

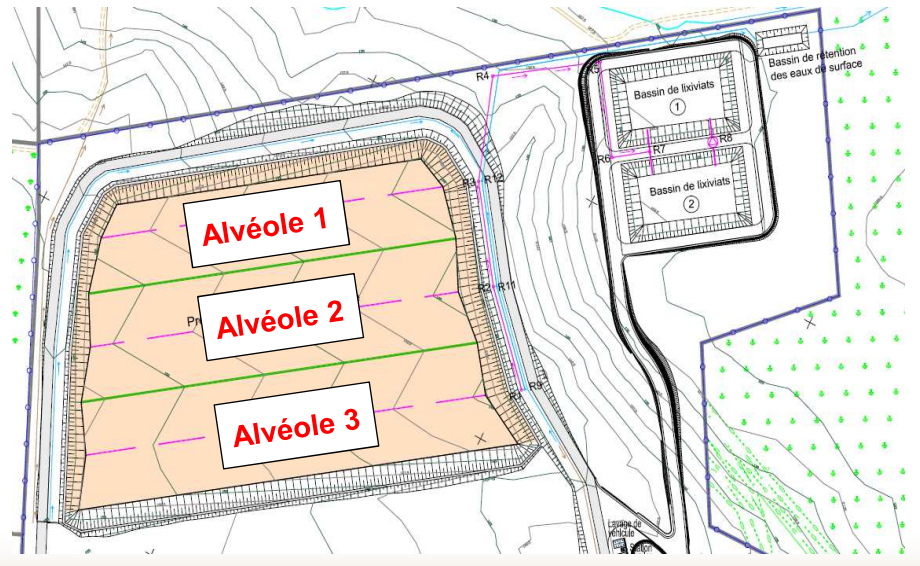
02

C. Calcul de Q_L (issu des précipitations sur la décharge)

Casier 1 : 9 ha
3 Alvéoles : 3 ha

Extension de la
Décharge :

Casier 2 : 9 ha
Casier 3 : 7 ha



Présentation 4



01

1. Enoncé de l'exercice : « calcul de la quantité de lixiviats »

02

C. Calcul de Q_L (issu des précipitations sur la décharge)

Pourcentage d'infiltration

Par exemple :

- Décharge/Casier/Alvéole **encore non-aménagée** **0%**
- Décharge/Casier/Alvéole **après mise en service** **90%**
- Décharge/Casier/Alvéole **en service** **50%**
- Décharge/Casier/Alvéole **avec couverture temporaire** **30%**
- Décharge/Casier/Alvéole **avec couverture finale** **5%**

Présentation 4



01

1. Enoncé de l'exercice : « calcul de la quantité de lixiviats »

02

Calcul de la quantité de lixiviats totale : $Q_{cons} + Q_{div} + Q_i$

- Cas n°1 :
 - Casier 1 en début d'exploitation
 - pas de séparation de la collecte des eaux de pluie dans les différentes alvéoles
- Cas n°2 :
 - Casier 1 : Alvéole 1 en service
 - Collecte séparée des eaux de pluie

Présentation 4



01

1. Enoncé de l'exercice : « calcul de la quantité de lixiviats »

02

Calcul de la quantité de lixiviats totale : $Q_{cons} + Q_{div} + Q_i$

- Cas n°3 :
 - Casier 2 en service
 - Casier 1 avec couverture temporaire
- Cas n°4 :
 - Casier 3 en service
 - Casier 2 avec couverture temporaire
 - Casier 1 avec couverture finale

Présentation 4



Présentation 4 : Exercice : calcul de la quantité de lixiviats (CBP § 2.4)

1. Enoncé de l'exercice

2. Résolution de l'exercice



01

2. Résolution de l'exercice : « calcul de la quantité de lixiviats »

02

Qcons

Qcons moyenne :
20.947 m³/an

Année	Habitants	Quantité de déchets (kg/an *hab)	Quantité de déchets (t/an)	Lixiviats / déchets	Quantité de lixiviats (t ou m ³ /an)	Quantité de lixiviats cumulée (m ³ /an)	
1	2015	640.625	256,0	164.000	10%	16.400	16.400
2	2016	656.641	256,0	168.100	10%	16.810	33.210
3	2017	673.057	256,0	172.303	10%	17.230	50.440
4	2018	689.883	256,0	176.610	10%	17.661	68.101
5	2019	707.130	256,0	181.025	10%	18.103	86.204
6	2020	724.808	256,0	185.551	10%	18.555	104.759
7	2021	742.929	256,0	190.190	10%	19.019	123.778
8	2022	761.502	256,0	194.944	10%	19.494	143.272
9	2023	780.539	256,0	199.818	10%	19.982	163.254
10	2024	800.053	256,0	204.814	10%	20.481	183.735
11	2025	820.054	256,0	209.934	10%	20.993	204.729
12	2026	840.556	256,0	215.182	10%	21.518	226.247
13	2027	861.569	256,0	220.562	10%	22.056	248.303
14	2028	883.109	256,0	226.076	10%	22.608	270.911
15	2029	905.186	256,0	231.728	10%	23.173	294.084
16	2030	927.816	256,0	237.521	10%	23.752	317.836
17	2031	951.011	256,0	243.459	10%	24.346	342.182
18	2032	974.787	256,0	249.545	10%	24.955	367.136
19	2033	999.156	256,0	255.784	10%	25.578	392.715
20	2034	1.024.135	256,0	262.179	10%	26.218	418.932

Présentation 4



01

2. Résolution de l'exercice : « calcul de la quantité de lixiviats »

02

Q_{div}

• Eaux de lavage des engins : **350 m³/an**

• Eaux usées : **430 m³/an**

= 780 m³/an

Présentation 4



01

2. Résolution de l'exercice : « calcul de la quantité de lixiviats »

02

Calcul de la quantité de lixiviats totale : Q_{cons} + Q_{div} + Q_L

Cas n°1 :

- Casier 1 en début d'exploitation
- pas de séparation de la collecte des eaux de pluie dans les différentes alvéoles

Q_{cons} **20.947 m³/an**

Q_{div} **780 m³/an**

Q_L **Précipitations [mm/an] x Surface décharge x % Infiltration**

642 mm/an x 90.000 m² x 90% => 52.002 m³/an

Total = 73.729 m³/an

Présentation 4



01

2. Résolution de l'exercice : « calcul de la quantité de lixiviats »

02

Calcul de la quantité de lixiviats totale : $Q_{cons} + Q_{div} + Q_L$

Cas n°2 :

- Casier 1 : Alvéole 1 en service
- Collecte séparée des eaux de pluie

Q_{cons}	20.947 m³/an
Q_{div}	780 m³/an
Q_L	Précipitations [mm/an] x Surface décharge x % Infiltration 642 mm/an x 30.000 m² x 50% => 9.630 m³/an

Total = 31.357 m³/an

Présentation 4



01

2. Résolution de l'exercice : « calcul de la quantité de lixiviats »

02

Calcul de la quantité de lixiviats totale : $Q_{cons} + Q_{div} + Q_L$

Cas n°3 :

- Casier 2 en service
- Casier 1 avec couverture temporaire

Q_{cons}	20.947 m³/an
Q_{div}	780 m³/an
Q_L	Précipitations [mm/an] x Surface décharge x % Infiltration 642 mm/an x 90.000 m² x 50% => 28.890 m³/an 642 mm/an x 90.000 m² x 30% => 17.334 m³/an 46.224 m³/an

Total = 67.951 m³/an

Présentation 4



01

2. Résolution de l'exercice : « calcul de la quantité de lixiviats »

02

Calcul de la quantité de lixiviats totale : $Q_{cons} + Q_{div} + Q_L$

Cas n°4 :

- Casier 3 en service
- Casier 2 avec couverture temporaire
- Casier 1 avec couverture finale

Q_{cons}	20.947 m³/an	
Q_{div}	780 m³/an	
Q_L	Précipitations [mm/an] x Surface décharge x % Infiltration	
	642 mm/an x 70.000 m² x 50% => 22.470 m³/an	} 42.693 m³/an
	642 mm/an x 90.000 m² x 30% => 17.334 m³/an	
	642 mm/an x 90.000 m² x 5% => 2.889 m³/an	
	Total = 64.420 m³/an	

Présentation 4



01

2. Résolution de l'exercice : « calcul de la quantité de lixiviats »

02

Résultats

Cas	Hypothèses	Quantité de lixiviats	
N°1	Objet : casier 1 (3 alvéoles) Etat : début d'exploitation	73.729 m ³ /an	105.238 m³/an
N°2	Objet : casier (alvéole 1) de la décharge Etat : en service	31.357 m ³ /an	37.192 m³/an
N°3	Objet : casiers 1 et 2 Casier 2 : en service Casier 1 : couverture temporaire	67.951 m ³ /an	95.959 m³/an
N°4	Objet : casiers 1, 2 et 3 Casier 3 : en service Casier 2 : couverture temporaire Casier 1 : couverture finale	64.420 m ³ /an	90.289 m³/an

Et si on faisait le calcul avec une année pluvieuse (2009) ?

Présentation 4

**Merci pour
votre
attention**



giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH



Gerd BURKHARDT
Directeur général
burkhardt@icp-ing.de

Pélagie BALL
Gestion de projets
ball@icp-ing.de



Auf der Breit 11
76227 Karlsruhe
Allemagne
www.icp-ing.de