

**Ressources en eaux souterraines en Wallonie,  
principaux aquifères, aspects sécheresses et  
réinfiltrations**

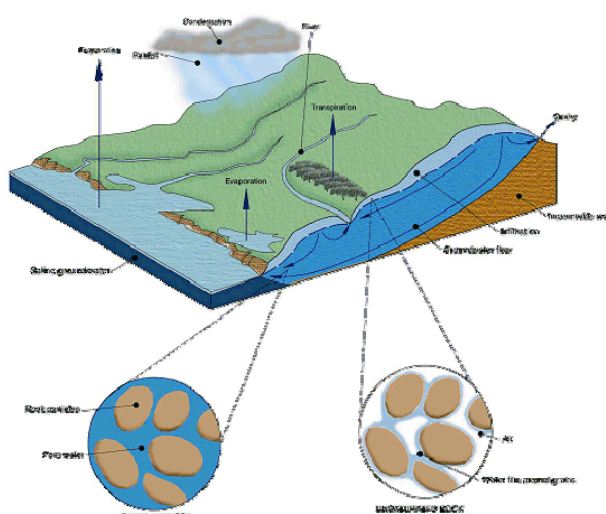


**Prof. A.Dassargues**

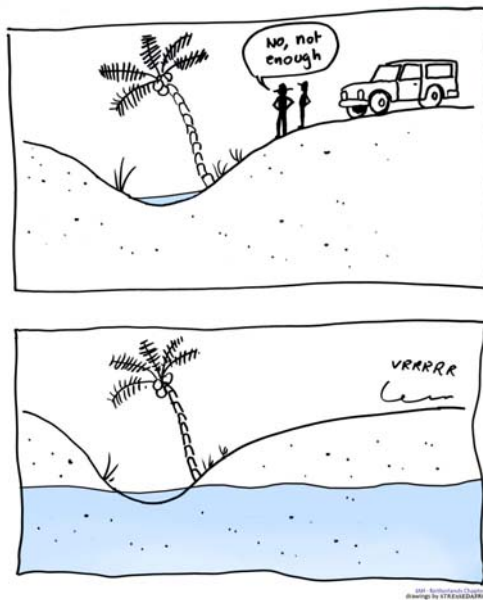
Université de Liège  
CIEP 22/02/2021



**Sous-sol partiellement saturé (non saturé) et saturé**

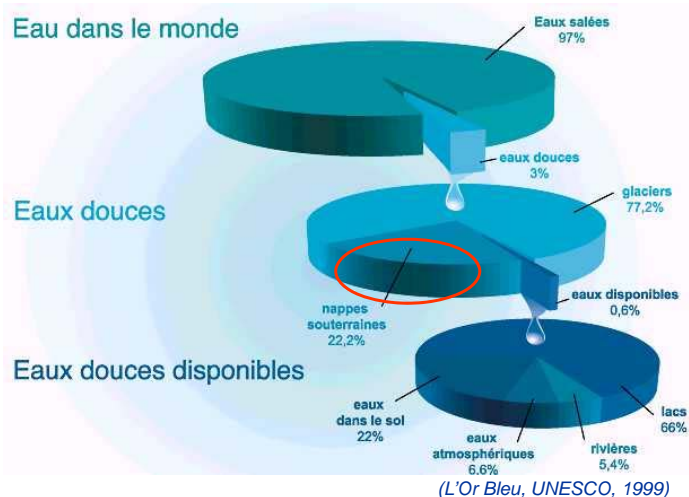


### Avantages et désavantages des eaux souterraines



3

### Eaux souterraines dans le monde



4

## Eaux souterraines en Belgique

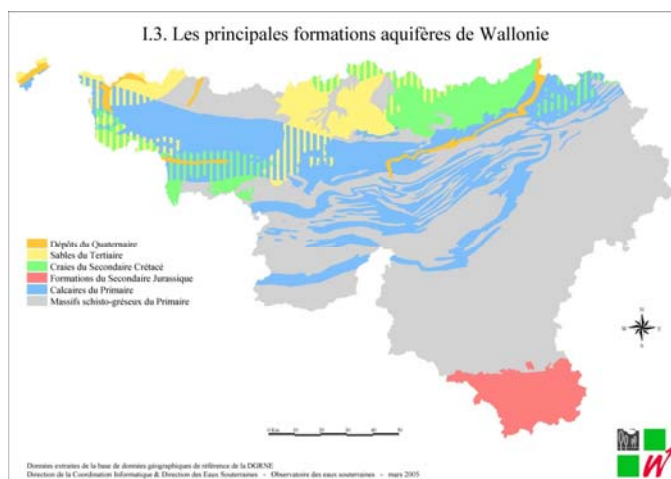
**Eaux souterraines = ... plus de 70 % de l'approvisionnement en Belgique ( 81 % Wallonie et Bruxelles; environ 60 % Flandre)**

**Productivité de quelques grands ensembles aquifères en Belgique (en % de la production totale en eau souterraine):**

1. Calcaires du Carbonifère (et assimilés) du synclinorium de Namur	18.6 %
2. Sables du Miocène	15.9 %
3. Calcaires du Carbonifère (et assimilés) du synclinorium de Dinant	11.4 %
4. Crétacé crayeux du bassin de Mons	9.7 %
5. Sables du Bruxellien	7.9 %
6. Crétacé crayeux de Hesbaye (~ 100.000 m <sup>3</sup> /j)	5.0 %
7. Alluvions de la Meuse (Wallonie)	4.0 %
8. Craies du Maastrichtien (autres)	3.0 %
9. Crétacé crayeux du Brabant	2.6 %
10. Terrasses alluviales de la Meuse	2.6 %
11. Socle ardennais	2.5 %
12. Sables du Landenien	1.8 %
13. ...	
14. ...	
15. ...	

5

## Eaux souterraines en Wallonie



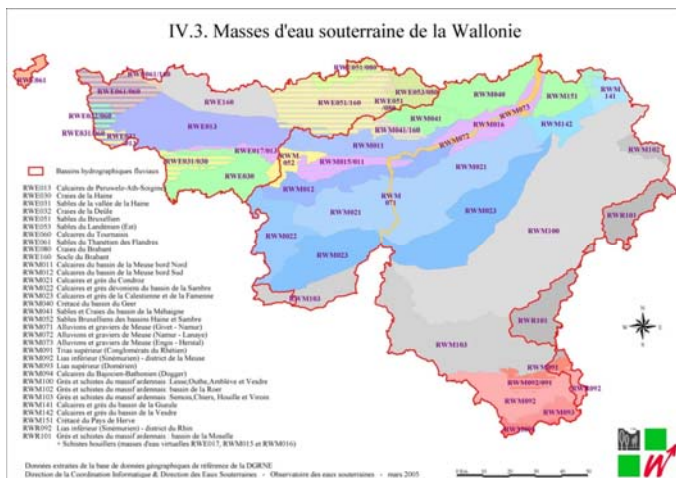
**Contexte géologique (lithologique et structural) varié :**

Terrains rocheux vs meubles

Terrains monoclinaux vs plissés

6

## Unité de gestion : les masses d'eau souterraine

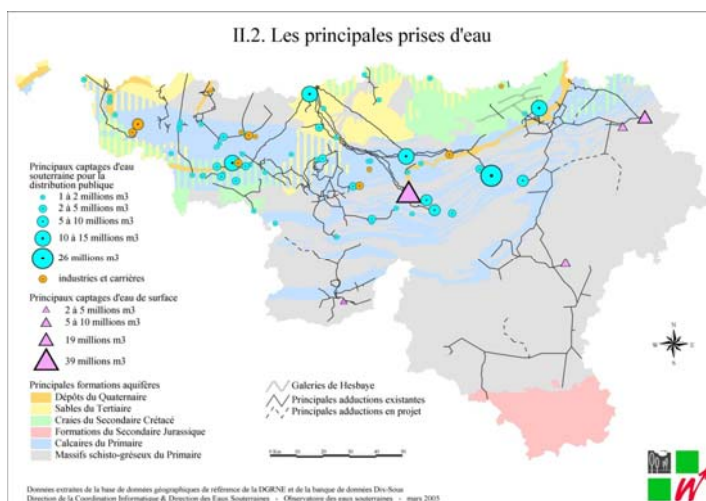


Mise en application de la DCE => définition des unités de gestion = les Masses d'eau souterraine

Fiches de caractérisation des MESO établies par le SPW-DESO

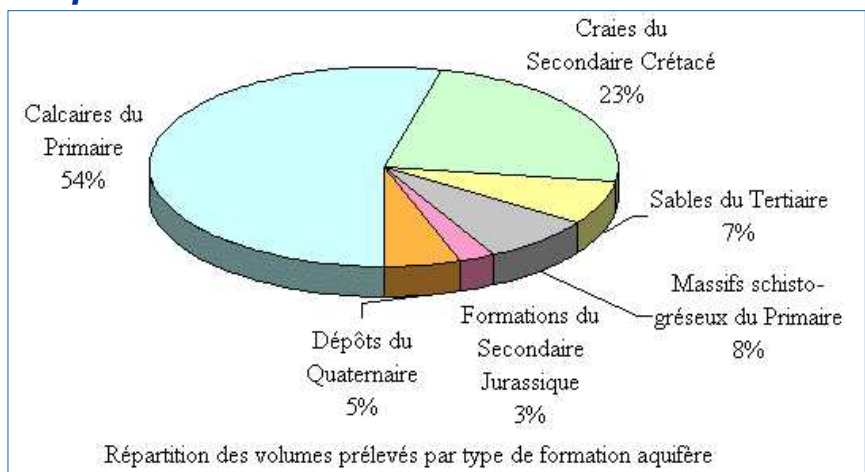
<http://spw.wallonie.be/dce/spip.php?rubrique67>

## Principales prises d'eau



Les principales prises d'eau souterraine exploitent les calcaires, craies et sables

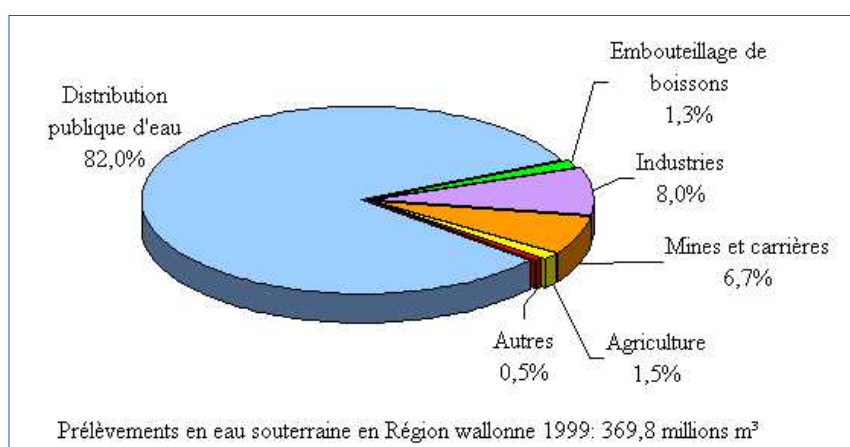
## Répartition des prélèvements par type d'aquifères



(Observatoire des Eaux Souterraines, DGRNE, Ministère de la Région Wallonne, 2002)

9

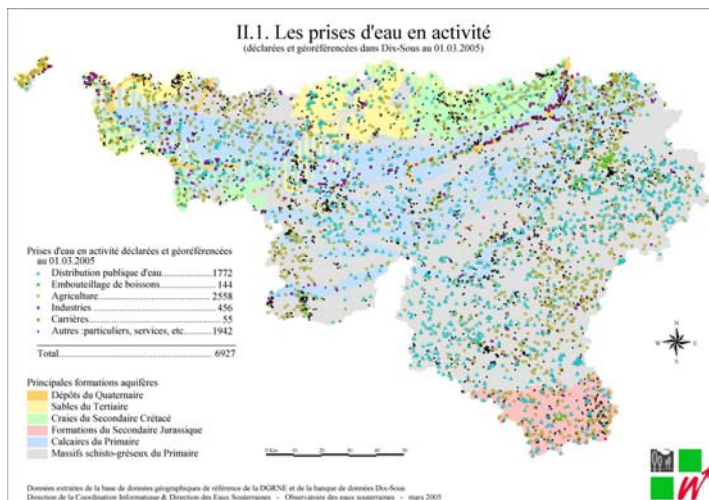
## Utilisation de l'eau souterraine



(Observatoire des Eaux Souterraines, DGRNE, Ministère de la Région Wallonne, 2002)

10

## Prises d'eau en activité



Il existe des captages quasiment partout en RW même dans les formations définies comme aquitards... => retour au concept de nappes exploitables ou non

11



Code	Nappe principale	Cl-	SO4-	NO3-	HCO3-	Ca++	Mg++	Na+	K+
		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Aq01	Calcaires du bord Nord du bassin de Namur	31.9	83.5	10.1	353.7	125.4	18.8	12.7	2.17
Aq02	Calcaires carbonifères du bassin de Dinant	32.1	40.9	23.4	324.1	107	16.6	11	2.31
Aq06	Calcaires carbonifères du Tournaisis	47	133.6	6.4	433.2	138.2	27.8	39.9	12.4
Aq12	Calcaires dévoniens du bassin de Dinant	28.3	39.9	31.1	306.8	112.1	12.7	10	1.86
Aq14	Aquifères du massif de la Vesdre	13.5	39.6	28.4	181.4	65.5	14	8.1	2.42
Aq10	Massif schisto-gréseux de l'Ardenne	16	7	12	37.3	12.9	4.1	7.4	1
Aq11	Massif schisto-gréseux du bassin de Dinant	23.1	31.6	26.5	185.1	65.7	11.9	9.1	1.82
Aq13	Socle cambro-silurien de l'Ardenne	9.5	5.9	6.6	14.6	6	2.1	5.3	0.76
Aq16	Socle cambro-silurien du Brabant	45.3	87.6	15.9	212.6	101.5	13.7	16.4	2.51
Aq03	Craies du bassin de Mons	44.8	121	24.4	352.2	149.4	10.5	27.3	4.61
Aq04	Craies de Hesbaye	47.7	51.8	32.6	343.4	137.6	13.7	13.2	2.24
Aq08	Craies captives du Brabant	36.9	61.3	15.8	338.2	119.7	14.3	15.7	3.06
Aq15	Crétacé du Pays de Herve	10.4	37.5	22	218.2	84.1	2.8	8.3	1.09
Aq09	Formations jurassiques du Sud-Luxembourg	13.7	22.2	12.8	209.5	77	3.9	5.9	1.11
Aq05	Sables Bruxelliens et Landéniens du Brabant	47.2	77.5	40.6	268.8	131.4	10.5	14.9	1.94
Aq07	Graviers de la Meuse	43.8	88.8	18.8	320.6	120.7	14.5	29.9	4.47
Aq17	Eaux Carbo-gazeuses (pour mémoire)	2.3	1.2	0	275.2	32.5	22	10	1.96

Concentrations moyennes en éléments majeurs dans les principaux aquifères  
(Etat des nappes d'eau souterraine de la Wallonie, DGRNE 2006)

12



Code	Nappe principale	F-	PO4-	NO2-	Br-	NH4+	Sr++	Ba++	SiO2	Al	Fe++	Mn++
		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Aq01	Calcaires du bord Nord du bassin de Namur	0.27	0.03	0	0.1	0.03	251	101	13.9	11	391	62
Aq02	Calcaires carbonifères du bassin de Dinant	0.11	0.05	0	0	0.01	120	15.7	9.4	67	132	3
Aq06	Calcaires carbonifères du Tournaisis	0.81	0.29	0.02	0.1	0.53	2059	54.2	17.3	13	2364	51
Aq12	Calcaires dévonien du bassin de Dinant	0.07	0.05	0	0	0	192	25.2	8.6	31	27	2
Aq14	Aquifères du massif de la Vesdre	0.07	0.04	0	0	0	122	29.4	7.2	54	62	50
Aq10	Massif schisto-gréseux de l'Ardenne	0.05	0.02	0	0	0.01	49	15.3	6.2	53	137	19
Aq11	Massif schisto-gréseux du bassin de Dinant	0.07	0.05	0.01	0	0	102	20.8	13.2	23	31	6
Aq13	Socle cambro-silurien de l'Ardenne	0.05	0.03	0	0	0	19	17.8	6.2	135	116	30
Aq16	Socle cambro-silurien du Brabant	0.11	0.04	0.02	0.1	0.03	254	44	13.6	62	647	402
Aq03	Craies du bassin de Mons	0.2	0.08	0	0.1	0.08	500	33.2	18.2	11	141	5
Aq04	Craies de Hesbaye	0.13	0.11	0.01	0.1	0.01	250	39.4	19	21	28	2
Aq08	Craies captives du Brabant	0.13	0.05	0	ND	0.05	453	115.7	26.5	52	456	29
Aq15	Crétacé du Pays de Herve	0.08	0.29	0	0	0	216	26.7	17.9	91	548	5
Aq09	Formations jurassiques du Sud-Luxembourg	0.09	0.04	0	0.1	0.01	151	7.8	7.9	16	52	12
Aq05	Sables bruxellois et Landéniens du Brabant	0.1	0.11	0	0.1	0.01	353	38.2	26	20	32	3
Aq07	Graviers de la Meuse	0.12	0.03	0.03	0.1	0.08	230	21.6	10.8	17	31	162
	Eaux Carbo-gazeuses (pour mémoire)	0.08	ND	ND	0	ND	48	83.8	22.9	71	19740	1675
	Limite de détection usuelle	0.1	0.05	0.02	0.1	0.05	-	50	-	10	20	5
	ND : non disponible											

Concentrations moyennes en éléments mineurs dans les principaux aquifères  
(Etat des nappes d'eau souterraine de la Wallonie, DGRNE 2006)

13

## Sources d'informations/références générales



### Sites institutionnels – SPW :

- Etat des nappes d'eau souterraine de la Wallonie (mis à jour chaque année par la DGARNE)

<http://environnement.wallonie.be/de/eso/atlas/>

- Cartes hydrogéologiques de Wallonie et BD associée

<http://environnement.wallonie.be/cartosig/cartehydrogeo/index.htm>

- Banque de données des captages d'eau souterraine 10-sous

<http://carto1.wallonie.be/10SousInt//Default.asp>

- Fiches de caractérisation des Masses d'eau souterraine établies par le SPW-DESO

<http://spw.wallonie.be/dce/spip.php?rubrique67>

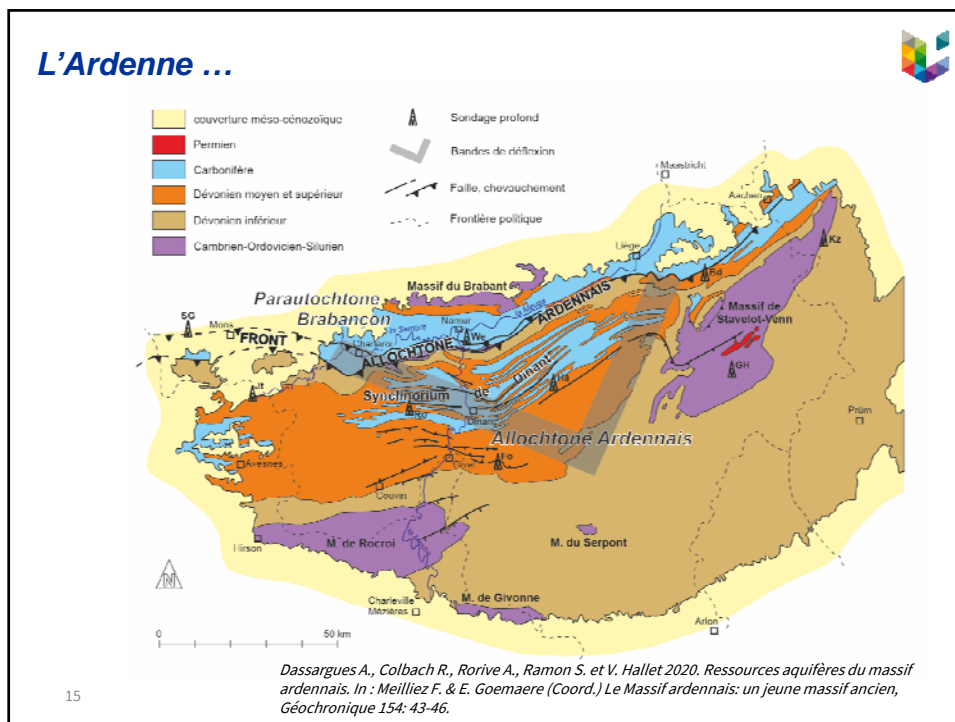
### Autres ressources :

- Aquifères et Eaux Souterraines en Belgique, Comité belge des hydrogéologues

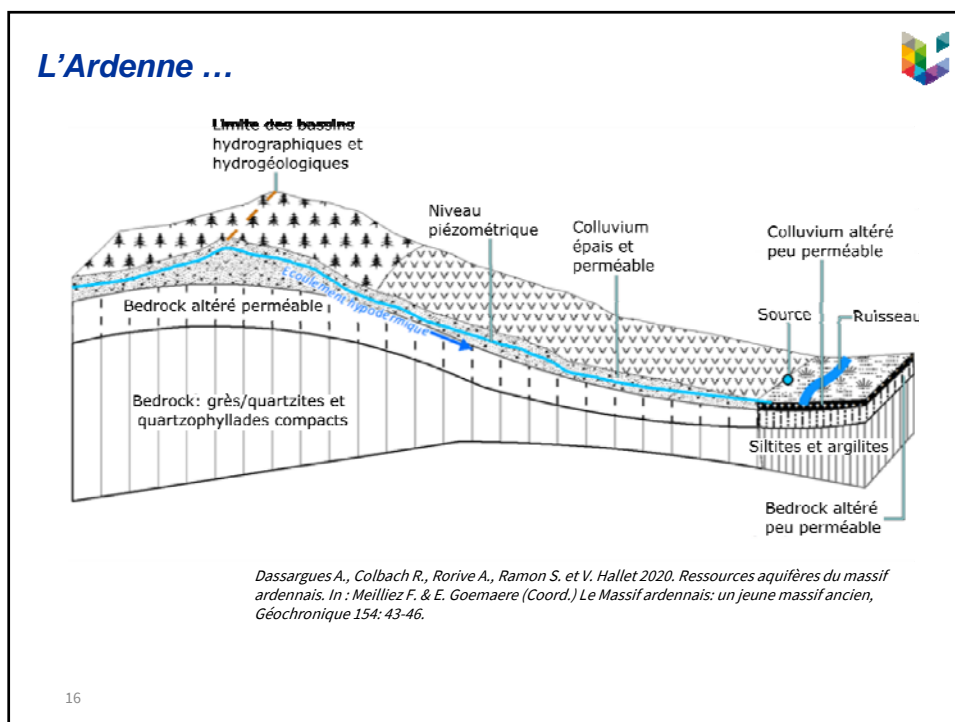
[http://iah-belgium.be/sites/default/files/Aquifer-Book-Purchase-Info\\_FR\\_2.pdf](http://iah-belgium.be/sites/default/files/Aquifer-Book-Purchase-Info_FR_2.pdf)

- L'état quantitatif et qualitatif des eaux souterraines en Région wallonne : Dossier scientifique réalisé dans le cadre de l'élaboration du Rapport analytique 2006-2007 sur l'état de l'environnement wallon <http://orbi.ulg.ac.be/handle/2268/151829>

14



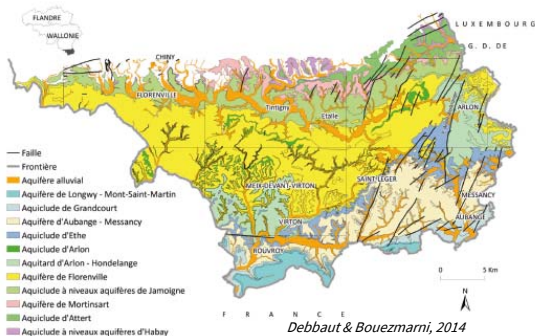
15



16

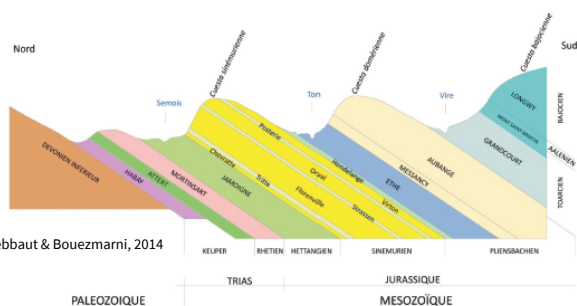


## Lorraine belge...



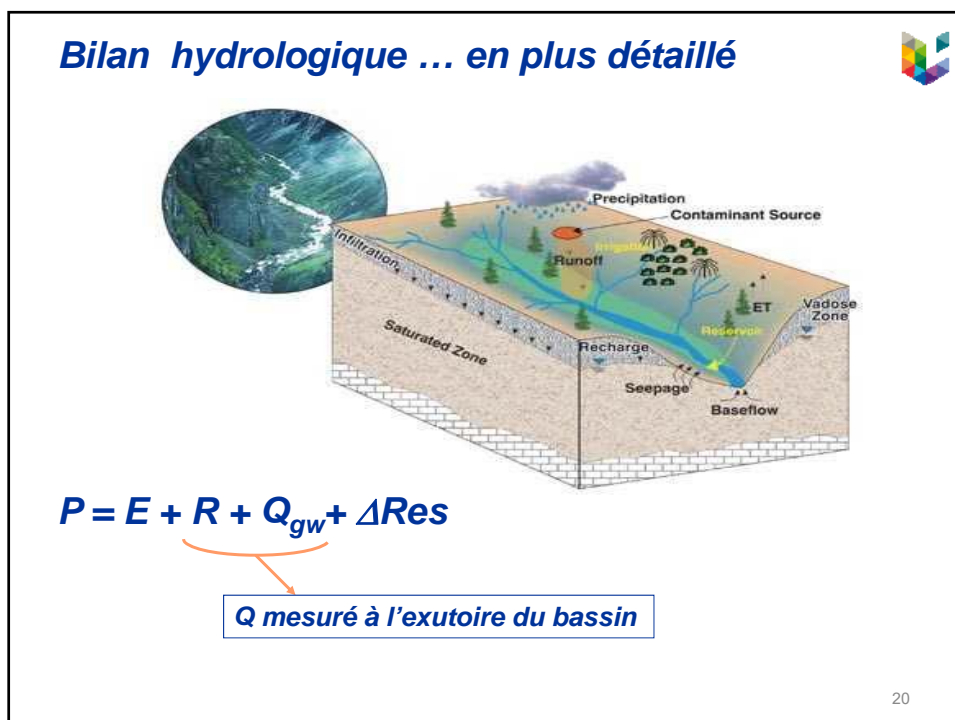
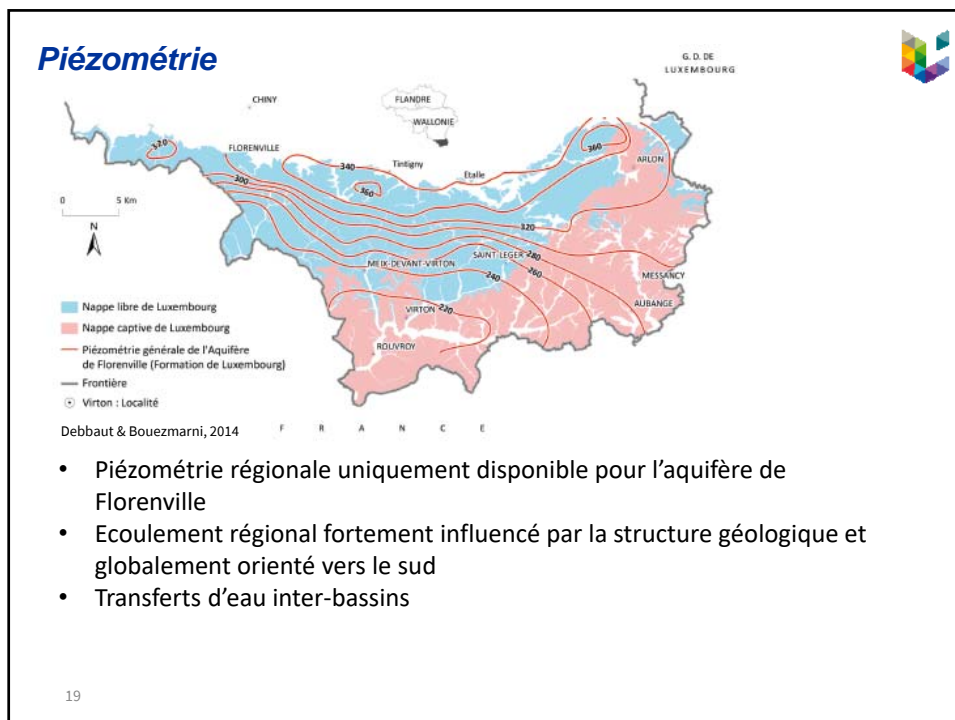
- Formations du Sud Luxembourg
- Formations du Secondaire (Trias – Jurassique)
- Structures du bassin de Paris
- Structure monoclinale à pendage sud
- Importance des variations latérales de faciès et des discontinuités

17



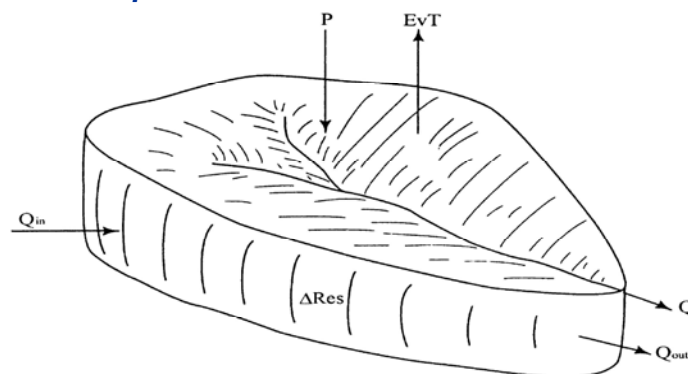
- Alternance de formations peu perméables et perméables :
  - Aquiclude à niveaux aquifères d'Habay : alternance d'argiles et conglomérats dolomitiques
  - Aquifère de Mortinsart : grès sableux de la Formation de Mortinsart (Rhétien),
  - Aquifère de Florenville : sables et les calcaires gréseux de la Formation de Luxembourg,
  - Aquifère d'Aubange et de Messancy : calcaires grés-silteux,
  - Aquifère de Longwy et de Mont-Saint-Martin : calcaires.
- Aquifères libre puis captif vers le sud

18



➔ **une étude de bilan doit être réalisée sur une ensemble fermé**

➔ **ou alors tenir compte de flux entrants et sortants par les frontières latérales**

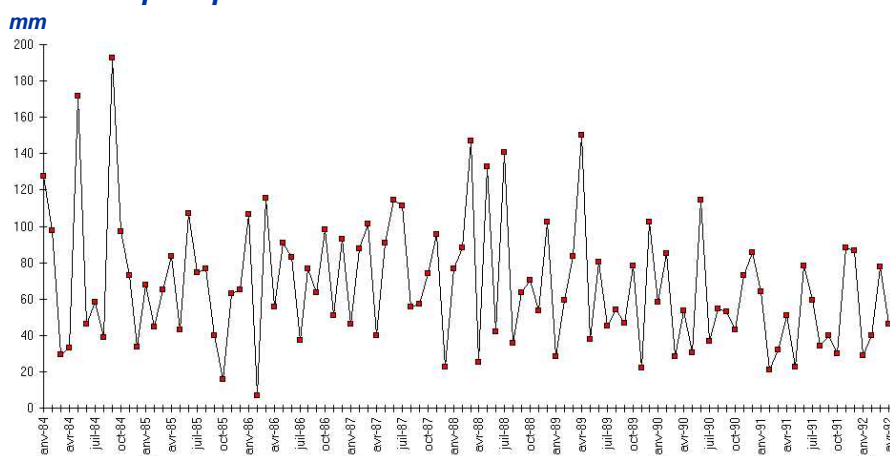


$$P + Q_{in} = Q + EvT + Q_{out} + \Delta Res$$

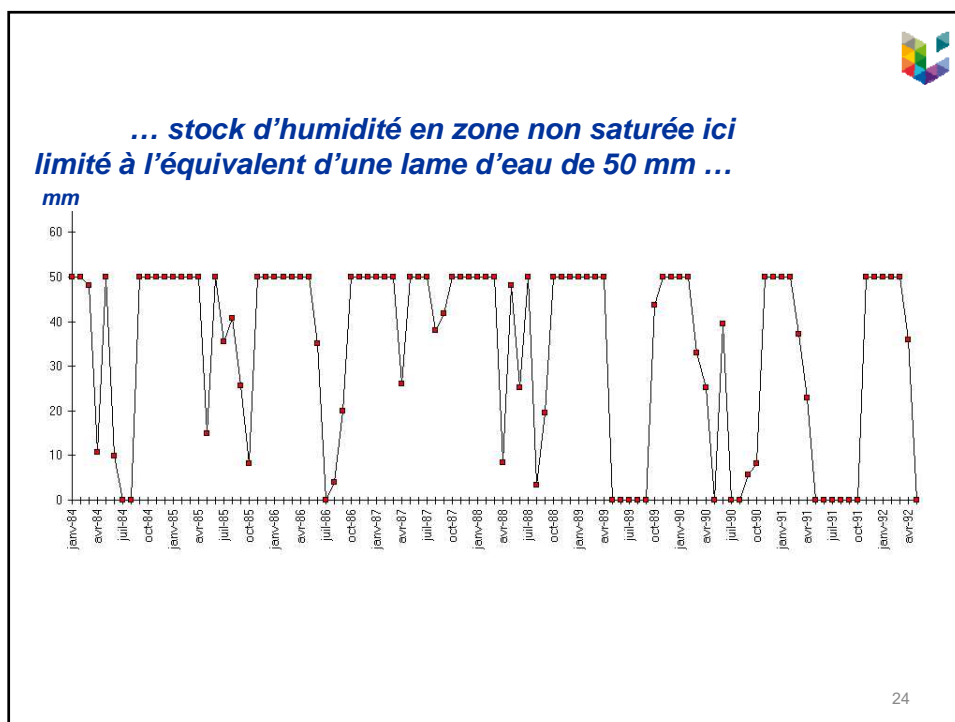
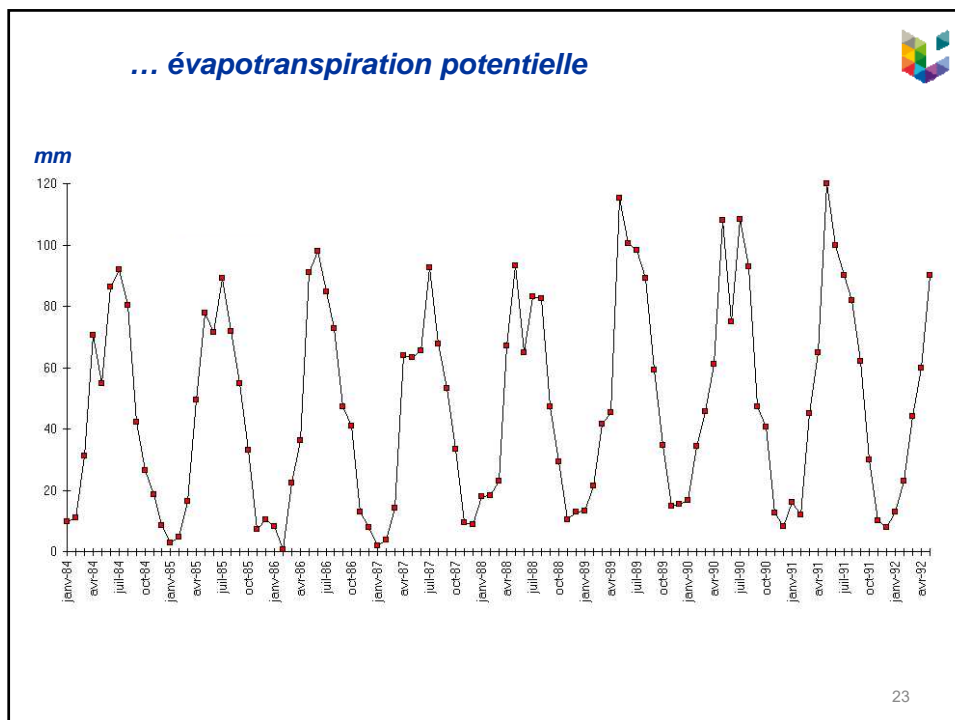
21

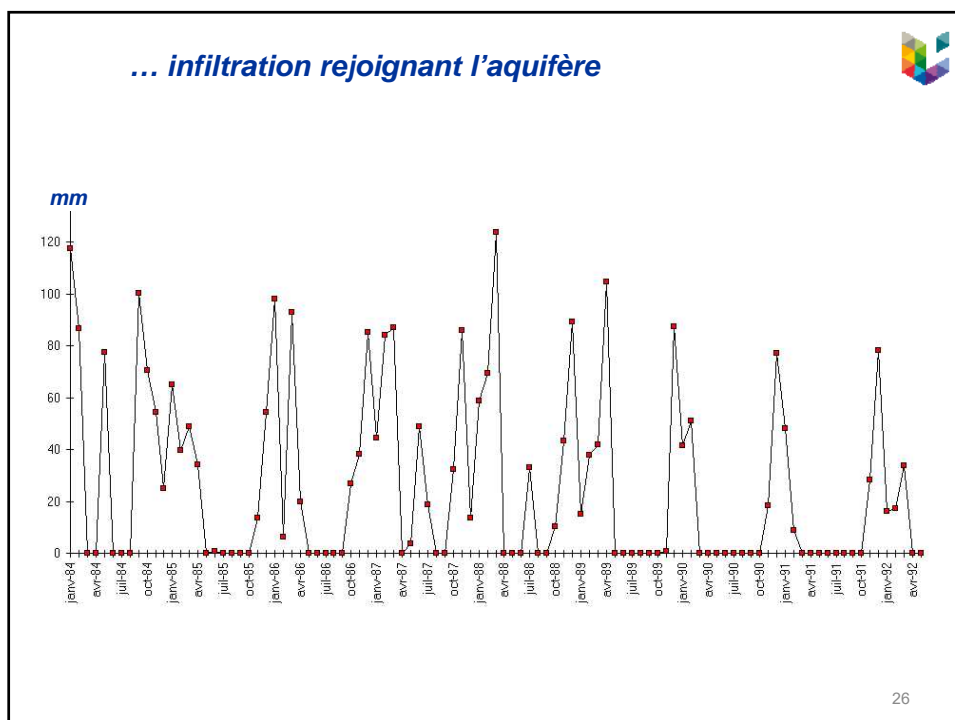
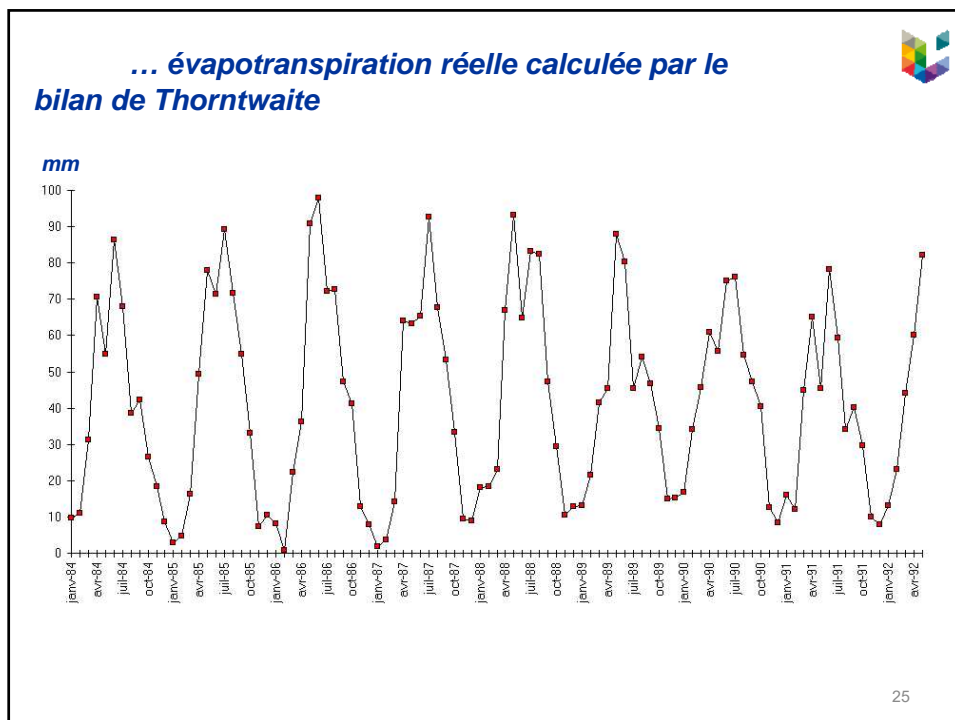
## Détermination de la recharge : exemple

... précipitations



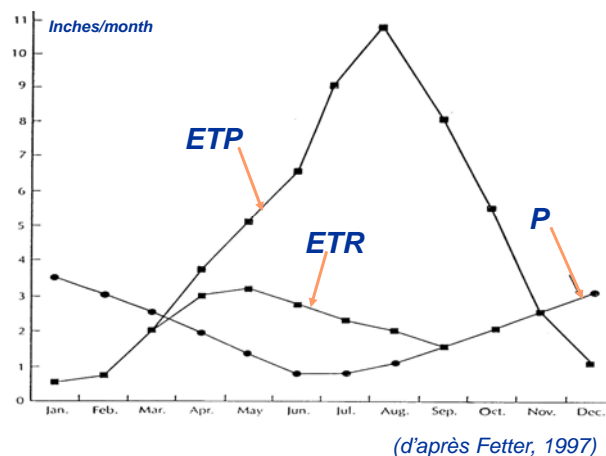
22





## ETP, ETR et P

- ➔ pour climat chaud et sec en été, froid et humide en hiver
- ➔ pour sol très grossier à capacité limitée de 'stockage' d'eau



27

## Références:



- Beaujean, J, Lemieux, J.M., Gardin, N., Dassargues, A., Therrien, R. and S. Brouyère. 2013. Physically-based groundwater vulnerability assessment using sensitivity analysis methods, *Groundwater* 52(6): 864-874.
- Dassargues, A. and A. Monjoie. 1993. Chalk as an aquifer in Belgium. In *Hydrogeology of the Chalk of North-West Europe*, ed. R.A. Downing, M. Price and G.P. Jones, 153-169. Oxford University Press.
- Dassargues A., 2018. *Hydrogeology: groundwater science and engineering*, 472p. Taylor & Francis CRC press, Boca Raton.
- Dassargues A. 2020. *Hydrogéologie appliquée : science et ingénierie des eaux souterraines*, 512p. Dunod. Paris.
- Dassargues A., Wildemeersch S., Rentier C., 2014, Gravieres de la Meuse (alluvions modernes et anciennes) en Wallonie, in *Watervoerende lagen & grondwater in België - Aquifères & eaux souterraines en Belgique*, Partie 1, Chapitre 4, pp. 37-46. Academia Press.
- Debbaut, V., Cajot, O., Ruthy, I., Dassargues, A., Hanson, A. et M. Bouezmarni. 2014. - Aquifères de l'Ardenne, In *Watervoerende lagen & grondwater in Belgique - Aquifères & eaux souterraines en Belgique*, Partie 1, Chapitre 24, 299-314. Academia Press.
- Derouane, J. and A. Dassargues, A.1998. Delineation of groundwater protection zones based on tracer tests and transport modelling in alluvial sediments, *Environmental Geology* 36(1-2): 27-36.
- De Vries, J.J. and I. Simmers. 2002. Groundwater recharge: an overview of processes and challenges. *Hydrogeology Journal* 10: 5-17.
- Fetter, C.W. 2001. *Applied hydrogeology* (4th edition). Pearson Education Limited.
- Goderniaux, P., Brouyère, S., Fowler, H.J., Blenkinsop, S., Therrien, R., Orban, P. and A. Dassargues. 2009. Large scale surface-subsurface hydrological model to assess climate change impacts on groundwater reserves. *Journal of Hydrology* 373(1-2): 122-138.
- Orban Ph., Brouyère S., Compère J.-M., Six S., Hallet V., Goderniaux P. Dassargues A., 2014, Aquifère crayeux de Hesbaye, In *Watervoerende lagen & grondwater in Belgique - Aquifères & eaux souterraines en Belgique*, Partie 1, Chapitre 12, pp. 143-159. Academia Press.
- Possemiers, M., Huysmans, M., Peeters, L., Batelaan, O. and A. Dassargues. 2012. Relationship between sedimentary features and permeability at different scales in the Brussels Sands, *Geologica Belgica* 15(3): 156-164.
- Rentier, C., Delloye, F., Brouyère, S. and A. Dassargues, A. 2006. A framework for an optimised groundwater monitoring network and aggregated indicators. *Environmental Geology* 50(2): 194-201.
- Ruthy I., van Ellen T., Dassargues A., 2014, Crétaé du Pays de Herve, In *Watervoerende lagen & grondwater in Belgique - Aquifères & eaux souterraines en Belgique*, Partie 1, Chapitre 16, pp. 191-202. Academia Press.
- Ruthy I., Biron J.-P., Dassargues A., 2014, Calcaires et grès des bassins de la Vesdre et de la Geule, In *Watervoerende lagen & grondwater in Belgique - Aquifères & eaux souterraines en Belgique*, Partie 1, Chapitre 21, pp. 245-256. Academia Press.
- Thornthwaite, C.W. and J.R. Mather. 1955. The water balance. *Publications in Climatology* VIII(1): 1-104.
- Thornthwaite, C.W. and J.R. Mather. 1957. Instructions and tables for the computing potential evapotranspiration and the water balance. *Publications in Climatology* X(3): 311.
- Van Camp, M., de Viron, O., Pajot-Métivier, G., Casenave, F., Watlet, A., Dassargues, A. and M. Vanclooster. 2016. Direct measurement of evapotranspiration from a forest using a superconducting gravimeter. *Geophysical Research Letters* 43(10): 225-231.
- Walraevens K., Biron J.-P., Dassargues A., 2014, Introduction générale et description du contexte hydrogéologique en Belgique - Algemene inleiding en beschrijving van de hydrogeologische context in België, In *Watervoerende lagen & grondwater in Belgique - Aquifères & eaux souterraines en Belgique*, pp. XI-XIV. Academia Press.

28