



Université
de Rennes



Suivi de Thèse en Modélisation Hydrogéologique

Documentation de Code et Avancées Scientifiques

Version Brouillon – Document de Travail

Auteur : Bastien Boivin

Email (pro) : bastien.boivin@univ-rennes.fr

Email (perso) : bastien.boivin@proton.me

Directeur de thèse :

Jean-Raynald de Dreuzy, Directeur de recherche CNRS, Géosciences Rennes

Co-directeur de thèse :

Luc Aquilina, Professeur des universités, Géosciences Rennes

Partenaire industriel :

Jean-Yves Gaubert, Directeur du pôle R&D, Eau du Bassin Rennais

Rennes, 28 avril 2025

Table des matières

Table des matières	1
Table des figures	3
Liste des tableaux	4
1 Introduction	5
1.1 Objectif de la thèse	6
1.2 Contexte scientifique	6
1.3 Exemples de code moderne	6
1.4 Utilisation des commandes personnalisées	6
1.4.1 Références et citations	6
1.4.2 Code en ligne	7
1.4.3 Chemins de fichiers	7
1.5 Utilisation des callouts	7
2 Exemples d'utilisation du template	8
2.1 Exemples de figures	9
2.2 Exemples de tableaux	9
2.3 Exemples de citations et bibliographie	9
2.3.1 Citations dans le texte	9
2.3.2 Présentation de concepts hydrogéologiques	10
Références bibliographiques	11

Références bibliographiques

11

Table des figures

2.1	Exemple de figure avec légende. Les légendes peuvent être assez longues tout en conservant un bon formatage.	9
2.2	Exemple d'utilisation de la commande <code>centeredfigure</code> qui simplifie l'insertion.	9

Liste des tableaux

2.1 Exemple de tableau formaté 9

Chapitre 1

Introduction

1.1 Objectif de la thèse

Cette thèse vise à développer des modèles hydrogéologiques avancés pour caractériser et prédire les flux d'eau souterraine dans le bassin rennais. Les objectifs principaux incluent l'intégration des données de terrain, la modélisation multi-échelle des écoulements, et l'évaluation de l'impact des changements climatiques sur les ressources en eau.

1.2 Contexte scientifique

La compréhension des flux hydrogéologiques est essentielle pour la gestion durable des ressources en eau. Dans le contexte du bassin rennais, les interactions entre eaux souterraines et eaux de surface sont particulièrement complexes en raison de la géologie hétérogène et des pressions anthropiques croissantes. Ce projet s'inscrit dans une démarche globale d'amélioration des connaissances scientifiques sur les systèmes aquifères fracturés.

1.3 Exemples de code moderne

Le code suivant montre un exemple simple de classe Python avec coloration syntaxique adaptée :

```
1 class Compteur:
2     def __init__(self, start=0):
3         self.count = start          # <- 'self' est coloré
4     def increment(self):
5         self.count += 1
6         print(f"Valeur : {self.count}")
7
8 # Usage
9 if __name__ == "__main__":
10     c = Compteur()
11     for _ in range(3):
12         c.increment()
```

Ce code simple illustre l'utilisation d'une classe Python avec initialisation et méthode d'incrément. La colorisation syntaxique met en évidence les différents éléments du code pour une meilleure lisibilité.

1.4 Utilisation des commandes personnalisées

1.4.1 Références et citations

Vous pouvez facilement référencer Figure ?? ou Tableau ?? en utilisant les commandes personnalisées. Ces commandes garantissent une cohérence dans tout le document.

1.4.2 Code en ligne


Vous pouvez facilement intégrer du code en ligne comme `print("Bonjour")` ou `def fonction(x, y)` dans votre texte. Cette commande gère correctement les caractères spéciaux comme les underscores : `data_frame.apply(lambda x: x*2)`.

1.4.3 Chemins de fichiers

Il est souvent utile d'inclure des chemins de fichiers comme `/home/user/data.csv` ou de faire référence à des dossiers comme `scripts/analyse/`. Pour les URL, utilisez <https://texdoc.org/>.


1.5 Utilisation des callouts


Voici du texte normal pour montrer la différence de décalage entre le texte principal et les callouts qui suivent.

 Pour exécuter le script entier, naviguez vers `scripts/analyse/` puis lancez `./run.sh`.

Retour au texte normal qui n'est pas décalé. Vous pouvez référencer la Figure ?? ou le Tableau ?. Pour en savoir plus, consultez la documentation en ligne à <https://texdoc.org/>.

 Astuce : pensez à compiler avec `latexmk -pdf -silent main.tex`.

 Attention : la fonction `analyse_avancee()` est expérimentale, vérifiez le log dans `/var/log/analyse/`.

 Important : sauvegardez toujours votre travail dans `/home/user/backup/` avant toute reconfiguration.

Chapitre 2

Exemples d'utilisation du template

2.1 Exemples de figures



FIGURE 2.1 Exemple de figure avec légende. Les légendes peuvent être assez longues tout en conservant un bon formatage.



FIGURE 2.2 Exemple d'utilisation de la commande `centeredfigure` qui simplifie l'insertion.

2.2 Exemples de tableaux

TABLE 2.1 Exemple de tableau formaté

Paramètre	Valeur 1	Valeur 2
Alpha	10.5	105.00
Beta	20.7	207.50
Gamma	30.2	302.75
Delta	40.0	400.00
Moyenne		253.81

2.3 Exemples de citations et bibliographie

2.3.1 Citations dans le texte

Voici différentes façons de citer des références :

- Citation simple entre parenthèses : (AQUILINA et al., 2012).
- Citation intégrée dans le texte : Selon DREUZY et al. (2010), l'écoulement en milieu poreux...
- Citation avec l'auteur et l'année : BEAR et CHENG (2018) a démontré que...
- Citation multiple : Plusieurs études récentes (BOUR et al., 2017; DE RIDDER et al., 2022; ROQUES, 2013) montrent que...
- Citation avec page : (MARSILY, 1986, p. 167).

2.3.2 Présentation de concepts hydrogéologiques

La compréhension des flux hydrogéologiques est essentielle pour la gestion durable des ressources en eau. Les modèles mathématiques développés par DREUZY et al. (2010) permettent de simuler les écoulements dans des milieux hétérogènes.

Ces systèmes sont caractérisés par leur K et leur ϕ , paramètres fondamentaux décrits par BEAR et CHENG (2018). Dans le contexte du bassin rennais, les interactions entre eaux souterraines et eaux de surface sont particulièrement étudiées (AQUILINA et al., 2012).

Les travaux de ROQUES (2013) sur les zones de faille du Massif Armoricaïn ont considérablement enrichi notre compréhension des ressources en eau locales. Plus récemment, le rapport de (BRGM, 2020) a évalué l'impact des prélèvements sur le niveau des nappes dans la région.

Références bibliographiques

- AQUILINA, L., VERGNAUD-AYRAUD, V., LABASQUE, T., BOUR, O., MOLÉNAT, J., RUIZ, L., MONTETY, V. de, DE RIDDER, J., ROQUES, C. et LONGUEVERGNE, L. (2012). “Nitrate dynamics in agricultural catchments deduced from groundwater dating and long-term nitrate monitoring in surface and groundwaters”. Dans : *Science of The Total Environment* 435-436, 167-178. DOI : [10.1016/j.scitotenv.2012.06.028](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.06.028).
- BEAR, J. et CHENG, A. H.-D. (2018). *Modeling Groundwater Flow and Contaminant Transport*. 2^e éd. Cham : Springer. DOI : [10.1007/978-3-319-09057-3](https://doi.org/10.1007/978-3-319-09057-3).
- BOUR, O., LONGUEVERGNE, L., GODERNIAUX, P., LE BORGNE, T., FOLCH, A. et WADA, Y. (2017). “Natural Groundwater Temperature as a Tracer of Groundwater Flow”. Dans : *Advances in Groundwater Governance*. Sous la dir. de K. G. VILLHOLTH, E. LÓPEZ-GUNN, K. CONTI, A. GARRIDO et J. van der GUN. CRC Press. Chap. 11, 235-253. DOI : [10.1201/9781315210025-12](https://doi.org/10.1201/9781315210025-12).
- BRGM (2020). *Modélisation hydrogéologique du bassin rennais : impact des prélèvements sur le niveau des nappes*. Rapp. tech. RP-70156-FR. Orléans, France : Bureau de Recherches Géologiques et Minières.
- DE RIDDER, J., AQUILINA, L., COSGROVE, W., HEJZLAR, J., FRANCIS, R., BOUKHEMACHA, M. A., BRESSERS, H., BRUGNACH, M., LEZZAIK, K., CHRISTIERSON, B. von, KRÁK, A. et DIAZ MUNOZ, G. (2022). “Water–Energy–Food Nexus Index to maximize sustainable resource management : Ten exemplar cities in Asia and Africa”. Dans : *Sustainable Cities and Society* 77, 103559. DOI : [10.1016/j.scs.2021.103559](https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103559).
- DREUZY, J.-R. de, BEAUDOIN, A. et ERHEL, J. (2010). “Asymptotic dispersion in 2D heterogeneous porous media determined by parallel numerical simulations”. Dans : *Water Resources Research* 46.10, W10519. DOI : [10.1029/2009WR008814](https://doi.org/10.1029/2009WR008814).
- MARSILY, G. de (1986). *Quantitative Hydrogeology : Groundwater Hydrology for Engineers*. Orlando : Academic Press.
- ROQUES, C. (2013). “Hydrogéologie des zones de faille du socle cristallin : implications en termes de ressources en eau pour le Massif Armoricaïn”. Thèse de doctorat. Rennes, France : Université de Rennes 1.

