

Nombre de participant·e·s maximal pour l'atelier 15		Nombre de sessions de 45mn que vous pouvez réaliser	1 / 2
Matériel nécessaire (vidéo-projection, grande salle, autre ...) Vidéo-projection			

QueryCraft : un outil pour l'initiation aux bases de données

Exécuter une requête SQL en mode « pas à pas »

Emmanuel Desmontils (1,2) & Laura Monceaux (1)

(1) LS2N, Nantes Université, École Centrale Nantes, CNRS, UMR 6004

(2) Centre de recherche en éducation de Nantes (CREN), Nantes Université

RÉSUMÉ : La manipulation de SQL n'est pas toujours aisée et les erreurs retournées par les SGBD utilisés ne sont pas toujours faciles à comprendre. Cet atelier propose de présenter un outil d'aide à la compréhension du langage SQL : QueryCraft. À travers différents cas d'usage, que l'on pourrait utiliser lors d'un enseignement de Base de Données, les participants de cet atelier pourront découvrir les différentes fonctionnalités proposées par l'outil QueryCraft pour les aider à construire une requête SQL répondant à un besoin. L'outil permet en effet de reformuler, via un système génératif, les éventuelles erreurs syntaxiques remontées par le SGBD de leur requête, mais aussi d'exécuter pas à pas leur requête SQL pour comprendre le sens de chaque opérateur utilisé (jointure, sélection, projection, regroupement, etc.).

MOTS-CLÉS • Didactique de l'informatique – Bases de données – SQL – NSI – IA générative

The screenshot shows the QueryCraft Web interface. At the top, it says "QueryCraft Web" and "Interface d'exécution pas à pas de requêtes SQL". Below that, there are tabs for "Base : sqllite", "Nom : cours.db", and "IA activée". The main area is titled "Requête SQL :" and contains the query: "Select * From etudiants Where nom like "D%";". There are checkboxes for "Modé pas à pas" and "Aide de l'IA". A button "Exécuter la requête" is visible. Below the query, there is a section "Explication de la requête par IA générative" which explains that the query returns all records from the 'etudiants' table where the name starts with 'D'. The interface shows the execution progress through three steps: "Étape N°1/3", "Étape N°2/3", and "Étape N°3/3 (Résultat)". Each step shows the SQL query and the resulting table of student data. The final result shows 4 tuples.

etudiants.noetu	etudiants.nom	etudiants.prenom
28936E	Dupont	Franck
46283B	Dupont	Isabelle
86719E	Martin	Adrien
99628C	Robert	Adrien
99321C	Denou	Michelle
99322C	Dupont	Isabelle

Fig 1. : Exemple de trace de QueryCraft

1. Déroulement de l'atelier

Cet atelier a pour objectif de prendre en main l'outil QueryCraft et d'évoquer les pratiques et difficultés autour de l'enseignement de SQL via des exemples concrets.

L'atelier se déroulera en plusieurs parties :

- aide à l'installation simplifiée (ou par clonage) de l'outil et paramétrage de base ;
- installation de la base de données exemple pour tester les pas à pas ;
- à travers différents cas d'usage proposés, test des fonctionnalités d'exécution et de correction des requêtes ;
- mise en place d'exercices ;
- utilisation de l'IA générative (pour les erreurs et les exercices).

Nous terminerons par une discussion sur la mise en œuvre d'un tel outil dans une classe et ses évolutions possibles.

Le matériel nécessaire est un simple ordinateur portable, si possible sous Linux ou équivalent, avec un accès au Web, Python 3.11 installé ainsi qu'un SGBD (SQLite, MySQL ou PostgreSQL). Pour l'utiliser, deux approches sont possibles : une approche simplifiée en utilisant *pip install* ou une approche par clonage du Gitlab.

Pour la reformulation des erreurs, en cas d'absence d'Ollama sur les ordinateurs des participants, l'outil interrogera un LLM des organisateurs lors de l'atelier. Toutefois, l'installation préalable d'Ollama (<https://ollama.com>) avec un SLM de type "codellama:7b" ou "gemma3:4b" est possible pour une utilisation pouvant aller au-delà de l'atelier. L'outil peut aussi accéder à des LLM externes par API (Open AI, POE, Google...). L'utilisation de ces ressources est assez libre puisqu'aucune donnée sensible n'est manipulée.

2. Description de la ressource / activité / projet présenté dans l'atelier

L'objectif principal de l'outil QueryCraft [Desmontils, 2025] est de fournir une aide supplémentaire aux apprenants pour comprendre le langage SQL et les aider dans l'écriture de requêtes pour répondre à un besoin via deux aspects :

- une reformulation des erreurs syntaxiques d'une requête SQL détectées par un SGBD, en utilisant un système artificiel intelligent génératif ;
- une exécution de la requête de manière logique et progressive (pas à pas) pour mieux appréhender les opérateurs SQL.

Quel que soit le SGBD utilisé (Oracle, MySQL, PostgreSQL, etc.), les messages d'erreurs syntaxiques d'une requête SQL ne sont pas toujours faciles à interpréter pour des débutants. En cas d'erreur syntaxique, l'outil QueryCraft proposera ainsi à l'apprenant une reformulation du message produit par le SGBD en utilisant un système artificiel intelligent génératif. Par exemple, pour la requête « *select noetu, AVG((noteex+notecc)/2) FROM note Group By notes.noetu ;* », l'outil QueryCraft retournera l'analyse figure 2 gauche de l'erreur détectée. La requête « *Select * From etudiants Where nom lie "D%";* » donnera l'analyse figure 2 droite. En rouge, on retrouve le message d'erreur retourné par le SGBD, complété par une partie verte contenant la reformulation du message d'erreur proposée par le système génératif Ollama (spécifié dans la partie bleue) qui contient une proposition de correction de la requête pour corriger l'erreur notifiée par le SGBD. Le modèle de langage utilisé peut être facilement modifié en fonction des attentes et des contraintes techniques. Ici, nous avons utilisé un SLM s'exécutant en local sur un ordinateur portable. Comme la figure 2 le montre, il existe une version en ligne de commande et une version en appli Web.

```

=====
===== Erreur de syntaxe =====
=====
----- Requête proposée -----

SELECT noetu, AVG((noteex+notecc)/2)
FROM note
GROUP BY notes.noetu ;

----- Message SQLite -----

no such table: note

----- Explication de l'erreur par IA générative -----

L'erreur vient du fait que tu utilises le nom de table 'note' alors que la table corr
ecte s'appelle 'notes'. SQL est sensible à la casse, donc 'note' et 'notes' sont des
noms différents.

La requête corrigée est :

```sql
SELECT noetu, AVG((noteex + notecc) / 2) FROM notes GROUP BY noetu;
```

Source : Ollama (https://ollama.com/) avec gemma3:4b.
Le 2026-02-14 à 09:03:35.828866.
Attention, Ollama/gemma3:4b ne garantit pas la validité de l'aide.
Veuillez vérifier la réponse et vous rapprocher de vos enseignants si nécessaire.
(From cache file error_ollama_gemma3_4b - information freshness 100%)

```

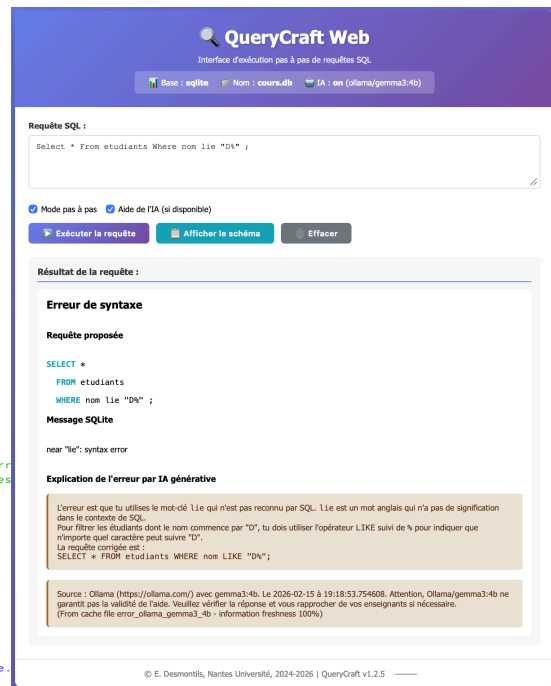


Fig 2. : Exemple de trace de QueryCraft en cas d'erreur (versions terminal et Web)

L'outil QueryCraft, développé à des fins pédagogiques, permet également d'exécuter des requêtes de recherche SQL (*Select*) en décomposant les opérateurs utilisés de manière logique et progressive. Cela permet aux apprenants de comprendre, pas à pas, comment s'exécute leur requête et la logique des opérateurs utilisés. Comme le montre la figure 3, exemple du pas par pas de la requête « *select Distinct nom, prenom from etudiants join notes using(noetu) where noteex >= 10;* », les traces sont présentées dans l'ordre suivant :

- visualisation du contenu des tables utilisées (étapes n°1 et 2) ;
- application progressive des jointures une par une (étape n°3) ;
- sélection des tuples (étape n°4) ;
- projection (étape n°5) ;
- suppression des doublons (étape n°6)...

Au-delà de cet exemple, l'outil propose également l'exécution pas à pas pour les requêtes contenant des regroupements (*group by*) et les conditions sur ces groupes constitués (*having*), pour une utilisation de l'outil en premier cycle universitaire. Cette fonctionnalité d'exécution pas à pas peut être utilisée dans différents cas d'usage, comme lors de l'apprentissage des opérateurs SQL, via la construction de requêtes de manière itérative pour répondre aux besoins didactiques.

3. Expérimentations réalisées ou envisagées

Cette application a, pour l'instant, été utilisée dans le cadre de modules de didactique de l'informatique en L3 Informatique à l'université de La Réunion et en M1 MEEF 2D NSI à Nantes Université. Les étudiants ont trouvé cette application utile pour une meilleure compréhension des opérateurs. Elle a permis d'amener une discussion sur la manière de présenter ces opérateurs. Nous envisageons de l'utiliser en L1 et en L3 informatique pour l'initiation ou la mise à niveau de SQL. Nous cherchons aussi des enseignants volontaires pour la tester en lycée.

The screenshot displays the QueryCraft Web interface with a SQL query: `SELECT distinct nom, prenom FROM etudiants where nom Like "D*";`. It shows the execution process through several steps:

- Étape N°1/4:** Shows the original query and a table with 6 rows of student data.
- Étape N°2/4:** Shows the query with a filter `WHERE nom Like "D*";` and a table with 4 rows.
- Étape N°3/4:** Shows the query with a filter `WHERE nom Like "D*";` and a table with 3 rows.
- Étape N°4/4 (Résultat):** Shows the final result set with 3 rows.

The final result set is as follows:

| etudiants.nom | etudiants.prenom |
|---------------|------------------|
| Dupont | Franck |
| Dupont | Isabelle |
| Denou | Michelle |

Fig 3. : Exemple de trace de QueryCraft (version Web)

4. Liens avec la recherche

L'enseignement des bases de données est présent dans les curriculums universitaires depuis très longtemps et, depuis 2019, dans un chapitre à part entière du programme de NSI de terminale [MENJ, 2019]. Nous constatons que l'enseignement en NSI est axé sur la compréhension et l'usage des bases de données en général ainsi que sur le questionnement et la modification des données d'une base de données relationnelle. Une difficulté particulière de cet enseignement est l'apprentissage des opérateurs du langage SQL, utilisé pour structurer et manipuler les données. En effet, ce langage de requête n'est pas très complexe en soi, surtout sur le programme de terminale, mais ce changement de paradigme peut troubler, voire poser des problèmes fondamentaux de compréhension [Ahadi et al., 2015]. Par ailleurs, la manipulation de SQL n'est pas toujours aisée et les erreurs retournées par les SGBD ne sont pas toujours faciles à comprendre. La recherche en didactique de l'informatique s'est assez peu intéressée aux bases de données. Il n'existe pas d'outils accessibles facilement par des débutants pour analyser l'exécution d'une requête comme il est possible d'en trouver dans les IDE en programmation. Il est difficile de constater ce que fait réellement une requête. Plusieurs travaux ont montré la difficulté de certains opérateurs comme la jointure (en particulier l'auto-jointure), les sous-requêtes (en particulier synchronisées) ou les regroupements (hors NSI) [Kearns et al., 1997], [Mitrovic, 1998], [Renaud and Van Biljon, 2004], [Ahadi et al., 2015], [Kleerekoper and Schofield, 2018], [Miedema et al., 2021]. Ceci est vrai aussi bien pour les développeurs professionnels que pour les étudiants. Il est nécessaire de porter un peu d'attention à ces points de difficultés et de proposer des exercices progressifs et variés [Desmontils and Monceaux, 2023]. Afin d'aider les apprenants, nous avons développé QueryCraft pour aider les débutants à découvrir le langage SQL et les aider dans l'écriture de leur requête.

5. Liens vers les ressources et point de contact

- Gitlab : <https://gitlab.univ-nantes.fr/l2n-didactique/querycraft>
- Serveur PyPI : <https://pypi.org/project/querycraft/>
- Mail : emmanuel.desmontils@univ-nantes.fr

6. Références

- [Ahadi et al., 2015] Ahadi, A., Prior, J., Behbood, V., and Lister, R. (2015). A quantitative study of the relative difficulty for novices of writing seven different types of sql queries. In Proceedings of the 2015 ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education, pages 201–206.
- [Desmontils, 2025] Desmontils, E. (2025). QueryCraft. <https://hal.science/hal-04964895v1> ([hal-04964895](https://hal.science/hal-04964895))
- [Desmontils and Monceaux, 2023] Desmontils, E. and Monceaux, L. (2023). Enseigner SQL en NSI. In Atelier « Apprendre la Pensée Informatique de la Maternelle à l’Université », dans le cadre de la conférence Environnements Informatiques pour l’Apprentissage Humain (EIAH), pages 17–24.
- [Kearns et al., 1997] Kearns, R., Shead, S., and Fekete, A. (1997). A teaching system for SQL. In Proceedings of the 2nd Australasian conference on Computer science education, pages 224–231.
- [Kleerekoper and Schofield, 2018] Kleerekoper, A. and Schofield, A. (2018). SQL tester : an online SQL assessment tool and its impact. In Proceedings of the 23rd annual ACM conference on innovation and technology in computer science education, pages 87–92.
- [MENJ, 2019] MENJ(2019). Programme de l’enseignement de spécialité de numérique et sciences informatiques de la classe terminale de la voie générale. Bulletin officiel spécial 8, Ministère de l’Éducation nationale et de la Jeunesse.
- [Miedema et al., 2021] Miedema, D., Aivaloglou, E., and Fletcher, G. (2021). Identifying SQL misconceptions of novices : Findings from a think-aloud study. In Proceedings of the 17th ACM Conference on International Computing Education Research (ICER 2021). ACM.
- [Mitrovic, 1998] Mitrovic, A. (1998). Learning SQL with a computerized tutor. In Proceedings of the twenty-ninth SIGCSE technical symposium on Computer science education, pages 307–311.
- [Renaud and Van Biljon, 2004] Renaud, K. and Van Biljon, J. (2004). Teaching SQL— which pedagogical horse for this course? In Key Technologies for Data Management : 21st British National Conference on Databases, BN