

الجمهورية الشعبية الديمقراطية الجزائرية
People's Democratic Republic of Algeria
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministry of Higher Education and Scientific Research
المدرسة العليا للإعلام الآلي 8 ماي 5491 - سيدي بلعباس
Higher School of Computer Science
8 Mai 1945 - Sidi Bel Abbès



Master's Thesis

To obtain the diploma of Master's Degree

Field of Study: **Computer Science**

Specialization: **Artificial Intelligence and Data Science (AIDS)**

Theme

A Comparative Study of Agentic LLM Approaches for Reliable Constrained-Answer Tutoring: Gap Analysis and Framework Proposal

Presented by
Hossem Eddine Yakoub CHARRAK
Tarik Abdelhadi BENAOUA

Defended on: **July 2026**
In front of the jury composed of

Dr. BELALIA Amina
Dr. BOUSMAHA Rabab
Dr. Belkacem KHALDI
Dr. ABDELHAK Soumia

President of the Jury
Examiner
Thesis Supervisor
Representative of the incubator

Academic Year: 2025/2026

Abstract

This thesis studies the reliability of agentic large language model (LLM) tutors through a structured survey of four approaches — ReAct, Reflexion, Toolformer, and Chain-of-Verification — analysed under a unified comparison template covering methodology, advantages, and limitations. A seven-criteria comparative framework (grounding, structured output, determinism of grading, pedagogical adaptation, observability, cost, and per-learner sampling) is derived and applied to all five approaches, revealing three consistent gaps: none provides a deterministic grader separate from the LLM, none is designed for per-learner longitudinal tutoring, and none instruments interactions with replayable telemetry. To address these gaps, a framework is proposed for a single-agent, two-mode tutoring system grounded in three design principles: structured-output reliability via a deterministic post-hoc verifier (C1), pedagogical reliability via server-authoritative grading and mode-consistency enforcement (C2), and observability via fire-and-forget per-call telemetry (C3). The framework is positioned against the five surveyed approaches through a comparative table, demonstrating that the proposed combination of deterministic verification, per-learner longitudinal adaptation, and instrumented telemetry fills structural gaps that none of the existing approaches individually address for the constrained-answer adaptive-learning setting.

Keywords — LLM-based tutoring, agentic systems, comparative study, gap analysis, constrained-answer tutoring, adaptive learning, structured output, deterministic verification

الملخص

تدرس هذه الأطروحة موثوقية المدرّسات القائمة على النماذج اللغوية الكبيرة (LLM) الويكية من خلال مسح منظم لأربعة مناهج — ReAct و Reflexion و Toolformer و Chain-of-Verification — محللة وفق قالب مقارنة موحد يغطي المنهجية والمزايا والقيود. يُشتق إطار مقارن بسبعة معايير (التأريض، المخرجات المنظّمة، حتمية التصحيح، التكيف التربوي، قابلية المراقبة، التكلفة، وأخذ العينات لكل متعلم) ويُطبّق على المناهج الأربعة، مكشفاً عن ثلاث فجوات متسقة: لا يوفر أي منها مصححاً حتمياً منفصلاً عن النموذج اللغوي، ولا صُمم أي منها للتدريس الطولي لكل متعلم، ولا يُسجل أي منها التفاعلات ببيانات تتبع قابلة للإعادة. لمعالجة هذه الفجوات، يُقترح إطار لنظام تدريس قائم على وكيل واحد بنمطين، يركز على ثلاثة مبادئ تصميمية: موثوقية المخرجات المنظّمة عبر متحقق حتمي لاحق (C1)، والموثوقية التربوية عبر تصحيح خادم سلطوي وفرض اتساق النمط (C2)، وقابلية المراقبة عبر تتبع لكل استدعاء بنمط أطلق وانس (C3). يُوضع الإطار المقترح مقابل المناهج الأربعة المستطلعة من خلال جدول مقارن، موضحاً أن التوليفة المقترحة من التحقق الحتمي والتكيف الطولي لكل متعلم والتتبع الآلي تسد فجوات هيكلية لا يعالجها أي من المناهج القائمة بشكل فردي في سياق التعلم التكيفي ذي الإجابات المقيدة.

الكلمات المفتاحية: التدريس القائم على LLM، الأنظمة الويكية، دراسة مقارنة، تحليل الفجوات، التدريس ذو الإجابات المقيدة، التعلم التكيفي، المخرجات المنظّمة، التحقق الحتمي

Résumé

Cette thèse étudie la fiabilité des tuteurs agentiques basés sur les grands modèles de langage (LLM) à travers une étude structurée de quatre approches — ReAct, Reflexion, Toolformer et Chain-of-Verification — analysées selon un modèle de comparaison unifié couvrant la méthodologie, les avantages et les limites. Un cadre comparatif à sept critères (ancrage, sortie structurée, déterminisme de la correction, adaptation pédagogique, observabilité, coût et échantillonnage par apprenant) est dérivé et appliqué aux quatre approches, révélant trois lacunes cohérentes : aucune ne fournit un correcteur déterministe distinct du LLM, aucune n'est conçue pour un tutorat longitudinal par apprenant, et aucune n'instrumente les interactions avec une télémétrie rejouable. Pour combler ces lacunes, un cadre est proposé pour un système de tutorat à agent unique bimodal, fondé sur trois principes de conception : la fiabilité des sorties structurées via un vérificateur déterministe post-hoc (C1), la fiabilité pédagogique via une correction serveur autoritaire et l'application de la cohérence modale (C2), et l'observabilité via une télémétrie par appel de type « fire-and-forget » (C3). Le cadre proposé est positionné par rapport aux quatre approches étudiées à travers un tableau comparatif, démontrant que la combinaison proposée de vérification déterministe, d'adaptation longitudinale par apprenant et de télémétrie instrumentée comble des lacunes structurelles qu'aucune des approches existantes ne traite individuellement pour le cadre d'apprentissage adaptatif à réponses contraintes.

Mots-clés : tutorat basé sur LLM, systèmes agentiques, étude comparative, analyse des lacunes, tutorat à réponses contraintes, apprentissage adaptatif, sortie structurée, vérification déterministe