
UNIVERSITATEA PARIS 8 — VINCENNES-SAINT-DENIS

Departamentul de Geografie

Master 1 G2M — Geodecizional, Geomarketing și Multimedia

Anul universitar 2025-2026

Document anexă la lucrarea de Aplicație Profesională

Anexe tehnice

Completări la lucrare

Amalgamarea voluntară a comunei Onișcani

*Analiză geomatică și geodecizională a clusterului oficial din Călărași
(șaptesprezece UAT), Republica Moldova*

★ ★ ★

Document de citit împreună cu lucrarea principală

Memoire_M1_G2M_Gaina_Onascu_v2.pdf

Autor:

Mihai GAINA

Master 1 G2M — Universitatea Paris 8

Originar din satul Onișcani

gaina.mihai.pro@gmail.com

Tutore pedagogic:

dl Vincent GODARD

Directorul UFR ériTES

Universitatea Paris 8

vgodard@univ-paris8.fr

Cod sursă publicat pe GitHub sub **licență MIT**:

<https://github.com/7gMi/oniscani-amalgamare-toolkit>

<https://github.com/7gMi/jakarta-pipeline>

Anexe tehnice — versiune de depunere

Iunie 2026

Cuprins

Cuvânt înainte	1
A1 Hărți tematice în format mare	2
A1.1 Harta H01 — Vedere națională a Republicii Moldova	2
A1.2 Harta H02 — Localizare regională în raionul Călărași	4
A1.3 Harta H03 — Limita administrativă a clusterului (17 UAT)	5
A1.4 Harta H04 — Rețea rutieră și transport	6
A1.5 Harta H05 — Hidrografie (iazuri și rețea)	7
A1.6 Harta H06 — Patrimoniu cultural-religios	8
A1.7 Harta H07 — Echipamente publice	9
A1.8 Harta H08 — Densitatea populației (coropletă)	10
A2 Tabel demografic complet al raionului Călărași	11
A3 Cod sursă Python — formula oficială AmalgaSim 2.6.4	14
A4 Scripturi R — modelare probabilistică	15
A4.1 Scriptul R.1 — Programarea buclei Monte Carlo	15
A4.2 Scriptul R.2 — Regresie spațială Moran I	15
A4.3 Scriptul R.3 — Test de robustețe bayesian asupra pragului legal	16
A4.4 Script Python de validare statistică — lucrarea v2.6	16
A4.5 Rezultate detaliate ale testului Moran's I (Scenariul A)	17
A5 Modelul conceptual de analiză geodecizională (detaliat)	19
A5.1 Entități principale și atribute	20
A5.2 Ponderări multicriteriale (AHP / Saaty)	20
A5.3 Codificarea pozițiilor politice ale celor cinci primari parteneri	20
A5.4 Matricea de comparație AHP/Saaty 4×4 (criterii ale probabilității de aderare)	24
A5.4.1 Criterii evaluate și nomenclatură	25
A5.4.2 Structurarea matricei de decizie (AHP)	25
A5.4.3 Vectorul mediilor geometrice (aproximarea lui Saaty)	26
A5.4.4 Vectorul w al ponderilor normalizate	27

A5.4.5	Test de coerență: raportul CR al lui Saaty	27
A5.4.6	Analiza de sensibilitate a ponderilor AHP	28
A6	Arhitectura și punctele de acces ale platformei web SIG	30
A6.1	Arhitectură pe trei niveluri	30
A6.2	Puncte de acces (endpoints)	31
A6.3	Securizarea interogării	31
A6.4	Implementare	32
A7	Pipeline de teledetecție Sentinel-2A (7 etape)	33
A7.1	Prezentare generală a procesării Sentinel-2A	33
A7.2	Detalierea celor șapte etape	34
A7.3	Reproductibilitate și eficiență metodologică	36
A8	Glosar terminologic trilingv (RO / FR / EN)	38
	Precizări privind cadrul legal	39

Cuvânt înainte

Acest fascicul de anexe reunește materialul tehnic al lucrării mele de Aplicație Profesională (Master 1 G2M, Universitatea Paris 8), consacrată amalgamării voluntare a comunei Onișcani din raionul Călărași (Republica Moldova). Urmăresc aici două scopuri: să prezint metodele folosite pentru a analiza clusterul și să ofer oricărui cititor mijloacele de a-mi reproduce experimentele. În acest scop, includ aici întregul material brut. Se vor găsi tabelul demografic al celor 22 de comune din raion, codul Python care reproduce formula oficială AmalgaSim, scripturile R de modelare probabilistică (Monte Carlo, regresie spațială, test bayesian), precum și Modelul Conceptual de Date complet și un glosar terminologic trilingv.

Standardizarea și transparența datelor. Diagnosticul teritorial se sprijină pe opt planșe tematice. Le prezint pe fiecare pe pagină întreagă, însoțită de o fișă de metadate care precizează sistemul de proiecție, scara, sursa, data producerii și opțiunile de concepție grafică.

Reproductibilitate și cadre juridice. Am conceput ansamblul scripturilor de procesare astfel încât să fie reproductibile. Lanțurile de calcul rulează sub Python 3.12 (bibliotecile `numpy`, `pandas`, `matplotlib`) și R 4.x (pachetele `sp`, `sf`, `spdep`, `gstat`, `spatstat`).

Modelul se sprijină pe o bază documentară în mare parte deschisă; pe această accesibilitate a surselor se întemeiază interesul său.

- Pentru componenta demografică, mă bazez pe datele oficiale ale **BNS RPL 2024**, Biroul Național de Statistică al Republicii Moldova.
- Fondul geografic provine din **OpenStreetMap**, bază colaborativă difuzată sub licența ODbL.
- Imageria satelitară de înaltă rezoluție provine de la **Copernicus (Sentinel-2A)**, sub licența ESA.

Într-o logică a împărtășirii, plasez acest document sub licență liberă, utilizarea sa rămânând limitată la cadrul academic și necomercial.

Mihai GAINA — Lucrare M1 G2M, Universitatea Paris 8 — Mai 2026.

Anexa A1

Hărți tematice în format mare

Cele opt hărți tematice utilizate în lucrarea principală sunt prezentate în continuare în format individual pe pagină întreagă (rezoluție 300 dpi). Ele au fost realizate în **QGIS 3.40 LTR Bratislava** și respectă cele opt reguli de semiologie cartografică academică franceză (cf. lucrarea principală, secțiunea 2.6), precum și standardele COVADIS v2.1 și ISO 19115:2014.

A1.1 Harta H01 — Vedere națională a Republicii Moldova

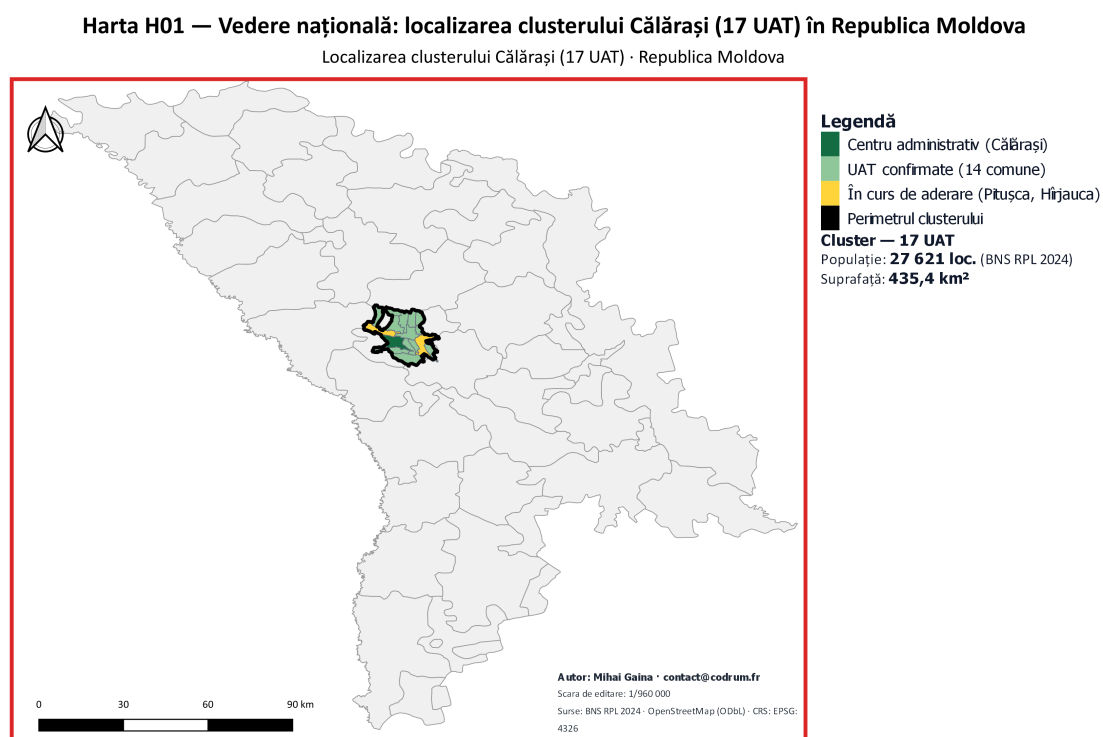


Figura A1.1. Localizarea clusterului Onișcani la scară națională a Republicii Moldova. *Sursa: BNS RPL 2024, AGCC, OpenStreetMap. Proiecție: EPSG:4326 (WGS84). — Concepție: M. Gaița, 2026.*

A1.2 Harta H02 — Localizare regională în raionul Călărași

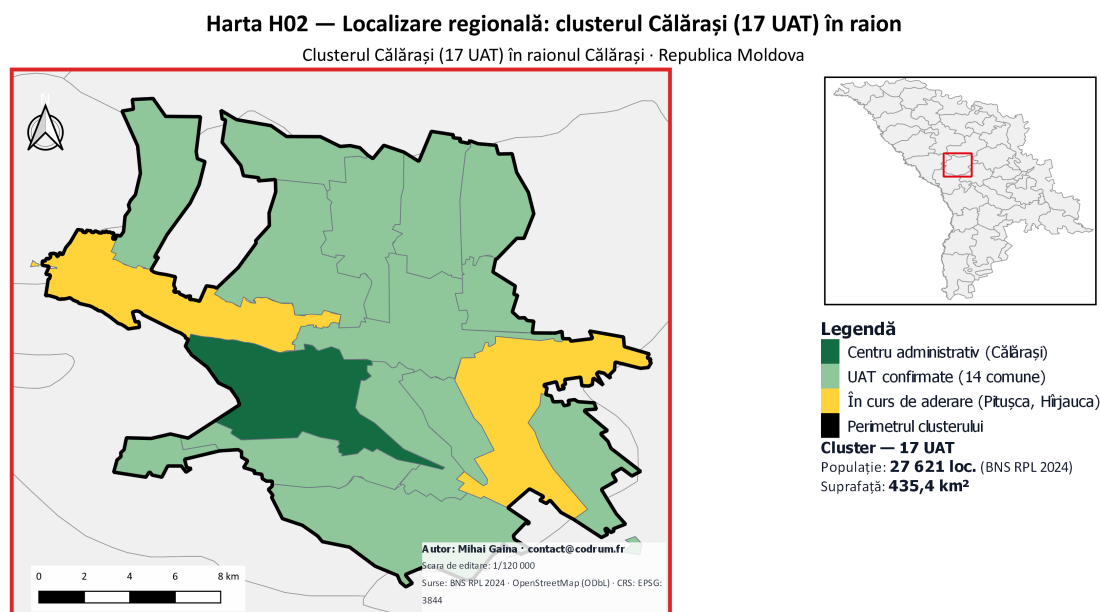


Figura A1.2. Localizarea regională a clusterului Onișcani în raionul Călărași. *Sursa: BNS RPL 2024, OpenStreetMap. Proiecție: EPSG:3844 (Stereo 70 — standard AGCC Moldova). — Concepție: M. Gaița, 2026.*

A1.3 Harta H03 — Limita administrativă a clusterului (17 UAT)

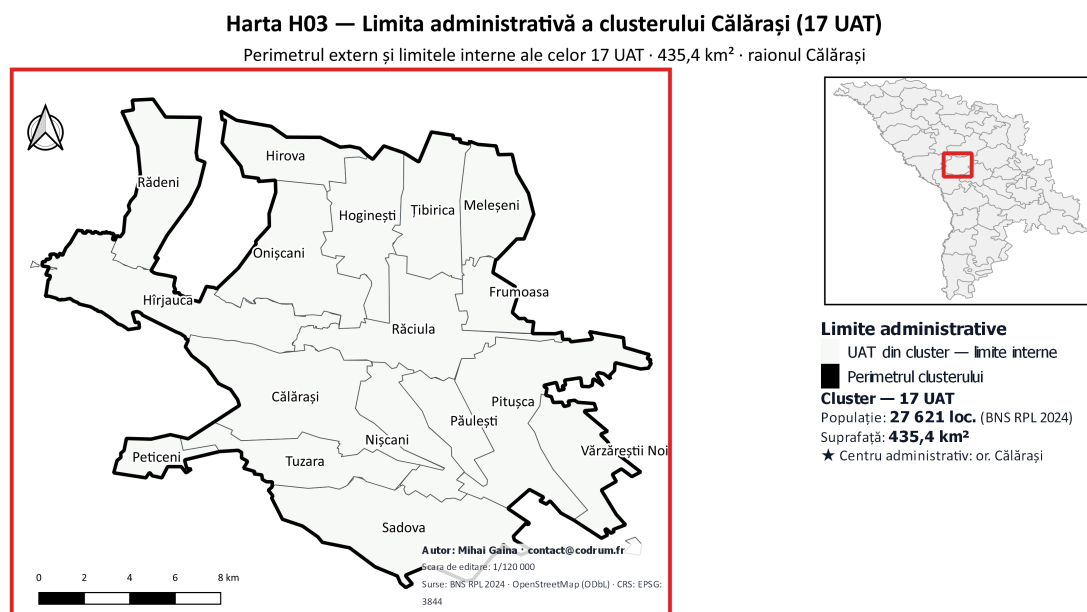


Figura A1.3. Limita administrativă a clusterului oficial Călărași: șaptesprezece UAT contigue, însumând 435,4 km², în jurul orașului-reședință Călărași. *Sursa: BNS RPL 2024, OpenStreetMap. Proiecție: EPSG:3844. — Concepție: M. Găina, 2026.*

A1.4 Harta H04 — Rețea rutieră și transport

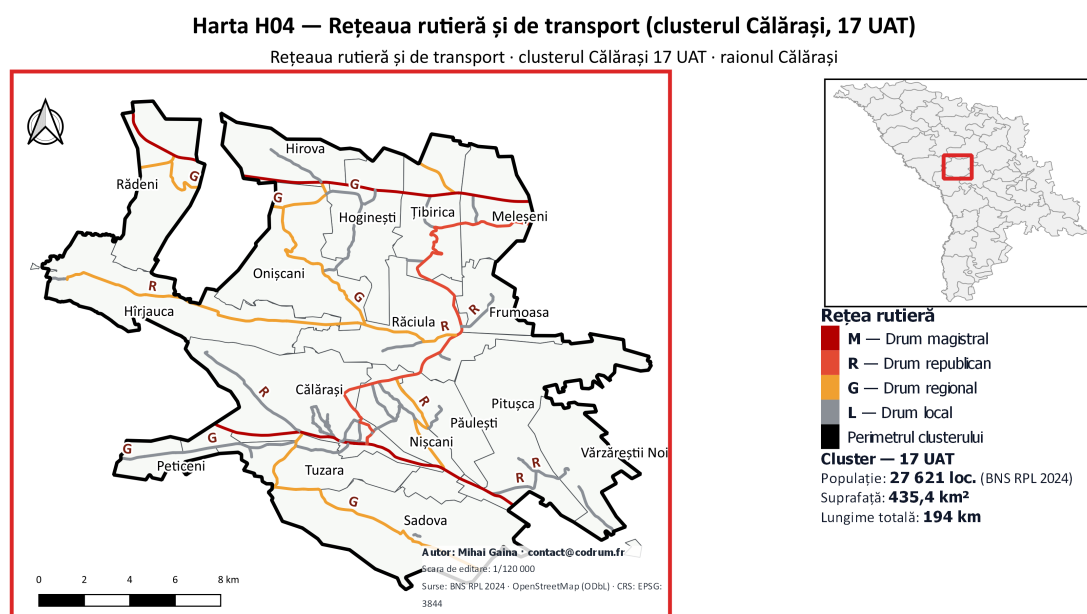


Figura A1.4. Rețeaua rutieră a clusterului oficial Călărași (17 UAT): 194 km de drumuri, de la axele magistrale M și naționale R la căile regionale G și locale L (situația din septembrie 2025). Sursa: OpenStreetMap, MIDR Moldova. Proiecție: EPSG:3844. — Concepție: M. Gaița, 2026.

A1.5 Harta H05 — Hidrografie (iazuri și rețea)

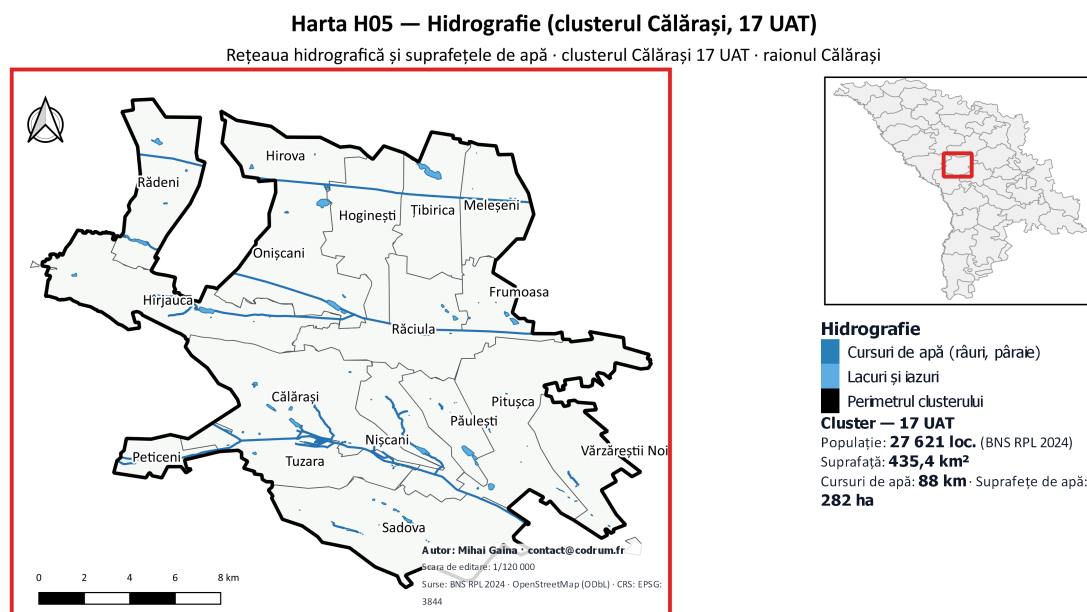


Figura A1.5. Hidrografia clusterului oficial Călărași (17 UAT): 88 km de cursuri de apă și 101 iazuri, însumând aproximativ 344 hectare. *Sursa: OpenStreetMap (straturile natural=water și waterway). Proiecție: EPSG:3844. — Concepție: M. Gaița, 2026.*

A1.6 Harta H06 — Patrimoniul cultural-religios

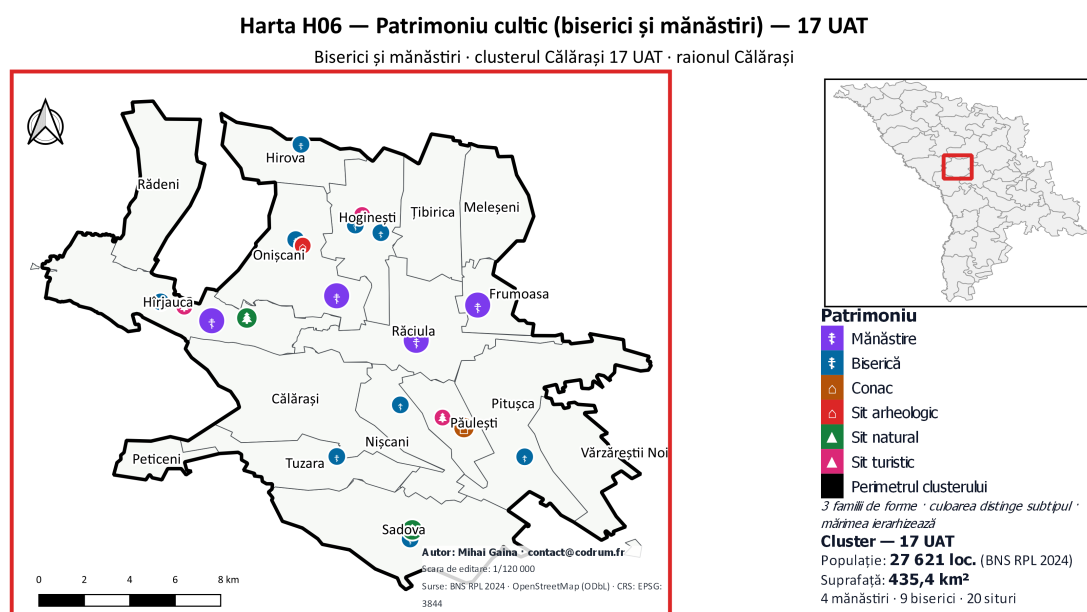


Figura A1.6. Patrimoniul cultural al clusterului oficial Călărași (17 UAT): 9 biserici și 4 mănăstiri. Include Mănăstirea de la Hirbovăț, reprezentată pe bancnota de 50 lei MDL. Sursa: OpenStreetMap, silvicultura.md, scoalamea.md, MoldPres 2024. Proiecție: EPSG:3844. — Concepție: M. Gaiță, 2026.

A1.7 Harta H07 — Echipamente publice

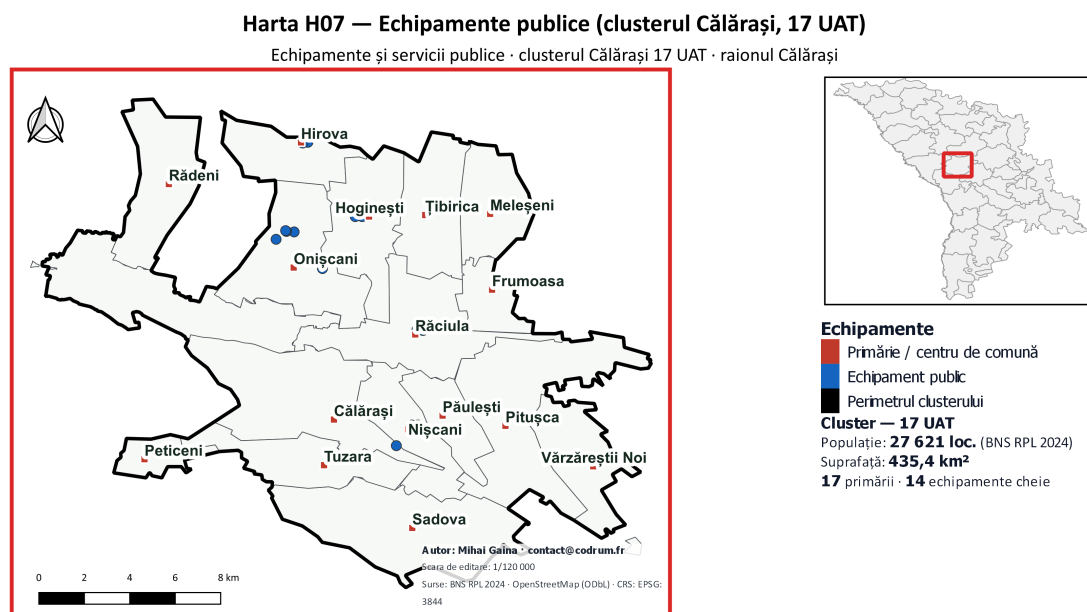


Figura A1.7. Echipamentele publice ale clusterului oficial Călărași (17 UAT): școli, primării, dispensare, puncte poștale și alte infrastructuri de serviciu public. *Sursa: OpenStreetMap (straturile amenity), inventar local. Proiecție: EPSG:3844. — Concepție: M. Gaița, 2026.*

A1.8 Harta H08 — Densitatea populației (coropletă)

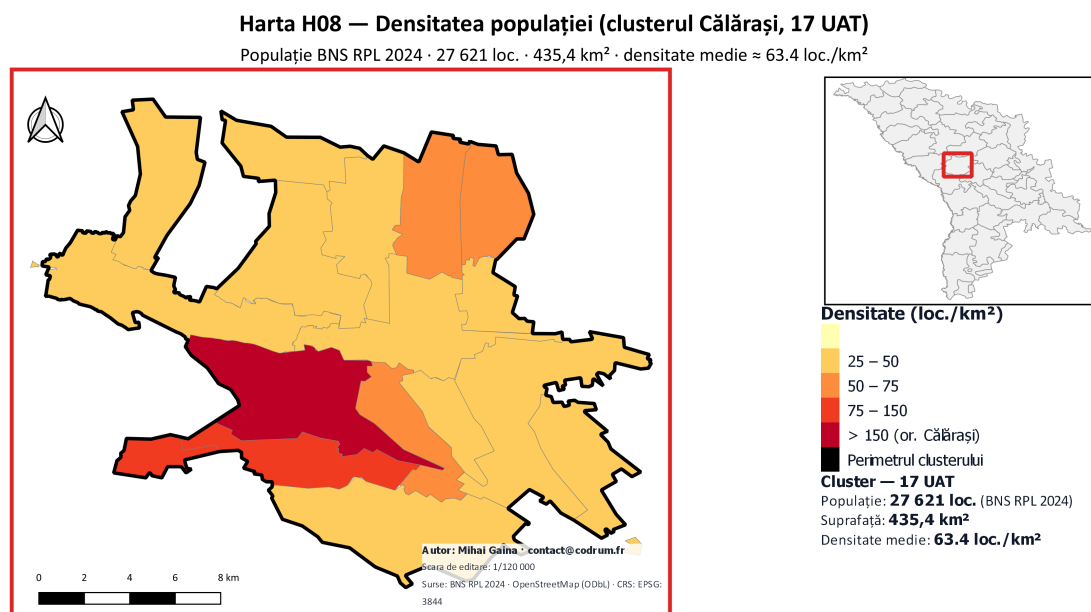


Figura A1.8. Densitatea populației pe comună (clusterul Onișcani, 2024). Discretizare în șase clase prin metoda Q6 (cuantile plus extreme). Variabilă vizuală: *valoare*¹. Sursa: BNS RPL 2024, OpenStreetMap. Proiecție: EPSG:3844. — Concepție: M. Gaița, 2026.

Anexa A2

Tabel demografic complet al raionului Călărași

Setul de date BNS RPL 2024 consolidat pe unitățile administrativ-teritoriale (UAT) efective ale raionului Călărași face obiectul unui fișier de lucru în format Excel (`dataset_BNS_RPL_2024_raionul_Calarasi.xlsx`). Tabelul de mai jos detaliază componența fiecărei UAT (tip: *oraș / comuna pluri-sate / sat-comuna*), populația sa din 2014 și 2024, partidul primarului în exercițiu, precum și apartenența sa la cele două perimetre succesive ale clusterului oficial de la Călărași: **lista inițială de 11 UAT** anunțată public de dna deputată Tatiana Rotari la 23 aprilie 2026 pe pagina sa oficială de Facebook, și **lista finală de 17 UAT** stabilită în urma consultărilor publice din 17 mai 2026 și a pivoturilor cetățenești consecutive.

Pentru a construi acest tabel de sinteză, m-am bazat pe trei piloni documentari. Baza demografică provine cu prioritate de la Biroul Național de Statistică¹. Am avut grijă să confirm aceste cifre cu ajutorul setului de date oficial RPL 2024 și să le compar cu rezultatele simulatorului AmalgaSim 2.6.1. Atunci când o dată lipsea, am calculat o estimare (marcată cu simbolul $\approx$) aplicând factorul mediu de variație decenală observat la scară națională (adică o scădere de aproximativ 27%). În privința etichetei politice a aleșilor, referința mea este registrul public al celor 28 de primari ai raionului Călărași, actualizat la 18 februarie 2025 pe portalul calarasi.md. În fine, pentru a trasa evoluția statuturilor de amalgamare, am compilat trei evenimente-cheie: declarația inițială a deputatei Tatiana Rotari din 23 aprilie 2026², reacțiile din cadrul consultărilor publice din 17 mai,

¹Biroul Național de Statistică al Republicii Moldova, *Recensământul Populației și Locuințelor 2024 (RPL 2024)*, 2024, URL: <https://statistica.gov.md/ro/recensamantul-populatiei-si-al-locuintelor-2024-9940.html>.

²T. Rotari, *Annonce vidéo du plan d'amalgamation volontaire à quatre clusters pour le raionul Călărași*, Facebook Reel, Vidéo (Reel) publiée le 23 avril 2026 par la députée PAS Tatiana Rotari sur sa page Facebook officielle. Présentation des quatre clusters de fusion proposés pour les 28 UAT du raionul Călărași dans le cadre du programme « Primării puternice » du gouvernement Buzu : cluster n° 1 « fanion » Călărași oraș et dix communes (20 551 hab), clusters n° 2 et 3 (configurations sans Onișcani) et cluster n° 4 bilatéral Onișcani+Hirova (1 749 hab, juridiquement inviable car sous-seuil démographique),

și confirmarea de către primarul Gheorghe Grecu Constantin — anunțată pe pagina sa de Facebook la 18 mai și apoi formalizată prin decizia de inițiere a Consiliului Local din Onișcani (nr. 04/02 din 22 mai 2026).

#	Tip	UAT	Sate componente	Pop. 14	Pop. 24	Partid primar	11 UAT (23/04)	17 UAT (17/05)
<i>Clusterul oficial de la Călărași — perimetrul final de 17 UAT confirmat post-17/05/2026:</i>								
1	oraș	Călărași	Călărași + Oricova	14 498	9 514	PAS	✓	✓
2	sat-com.	Răciula	—	2 517	1 443	PAS	✓	✓
3	sat-com.	Frumoasa	—	690	410	non préc.	✓	✓
4	sat-com.	Peticeni	—	1 168	838	PAS	✓	✓
5	sat-com.	Păulești	—	901	547	non préc.	✓	✓
6	sat-com.	Sadova	—	2 420	1 441	Indép.	✓	✓
7	comuna	Țibirica	Țibirica + Schinoasa	2 262	1 486	CUB	✓	✓
8	sat-com.	Meleșeni	—	1 572	945	PDCM	✓	✓
9	comuna	Tuzara	Tuzara + Novaci + Seliștea Nouă	2 685	1 738	PAS	✓	✓
10	sat-com.	Nișcani	—	1 595	1 034	PAS	✓	✓
<i>Pivoturi și aderări complementare (post-17/05/2026):</i>								
11	comuna	Onișcani	Onișcani + Hîrbovăț + Sverida	1 925	982	PAS	—	✓
12	sat-com.	Hirova	—	1 370	796	non préc.	—	✓
13	sat-com.	Hoginești	—	1 687	1 155	CUB	—	✓
14	sat-com.	Pitușca	—	2 832	1 810	PSRM	—	✓
15	comuna	Hîrjauca	Hîrjauca + Leordoaia + Mindra + Palanca	2 505	1 826	PSRM	—	✓
16	sat-com.	Vărzăreștii Noi	—	1 323	776	PSRM	—	✓
17	sat-com.	Rădeni	—	1 519	880	PAS	—	✓
TOTAL clus- ter Călărași (17 UAT post- 17/05)				43 469	27 621	5 partide	10	17
<i>Clusterul rural CL01 (înregistrat în martie 2025, distinct de clusterul oficial):</i>								
18	sat-com.	Horodiște	—	2 480	≈ 1 636	non préc.	✓	—
19	comuna	Buda	Buda + Ursari	1 004	≈ 776	Renaștere	—	—
20	sat-com.	Pîrjolteni	—	1 640	≈ 935	non préc.	—	—
21	sat-com.	Căbăiești	—	979	≈ 533	Renaștere	—	—
<i>Alte clustere de amalgamare identificate în raionul Călărași:</i>								
22	sat-com.	Vălcineț (sat)	—	—	—	non préc.	—	—
23	sat-com.	Temeleuți	—	—	≈ 5 433	non préc.	—	—
<i>Clusterul #2 Vălcineț + Temeleuți (2 UAT, ~ 5 433 loc., autonom)</i>								
24	sat-com.	Bravicea	—	3 112	≈ 2 270	PAS	—	—
25	comuna	Săseni	Săseni + Bahu	2 249	≈ 1 640	non préc.	—	—
<i>Clusterul #3 Bravicea + Săseni (2 UAT, ~ 3 403 loc., autonom bottom-up)</i>								
<i>UAT autonome (în afara clusterelor la 22/05/2026):</i>								
26	comuna	Sipoteni	Sipoteni + Podul Lung	6 200	4 503	PAS	—	—
27	sat-com.	Bahmut	—	1 670	1 137	PAS	—	—
28	comuna	Dereneu	Dereneu + Bularda + Duma	1 301	≈ 950	PSRM	—	—

Apr. 2026, URL: <https://www.facebook.com/reel/2684980435232680>.

#	Tip	UAT	Sate componente	Pop. 14	Pop. 24	Partid primar	11 UAT (23/04)	17 UAT (17/05)
		TOTAL nul (28 UAT + 40 sate în Călărași)	raio- Călărași afara Călărași)	$\approx 71\,100$	$\approx 47\,450$	—	11	17

Tabelul A2.1. Tabel demografic consolidat al raionului Călărași, BNS RPL 2014/2024.

Legendă: **Tip:** oraș = oraș reședință de raion ; comuna = UAT compusă din mai multe sate cu o primărie comună ; sat-comuna = UAT compusă dintr-un singur sat cu primărie proprie. **Lista de 11 UAT:** componență inițială anunțată de dna deputată Tatiana Rotari la 23 aprilie 2026 pe Facebook oficial. **Lista de 17 UAT:** componență finală stabilită în urma consultărilor publice din 17 mai 2026 și a deciziilor de pivot cetățenesc consecutive (în special decizia de unificare a Consiliului Comunal din Onișcani cu satele sale componente Hîrbovăț și Sverida, validată la 17 mai 2026 și confirmată prin postarea oficială de Facebook a primarului Gheorghe Grecu Constantin din 18 mai 2026). **Actualizare (08/06/2026):** perimetrul oficial constituit în cele din urmă totalizează **27 621 de locuitori** pentru șaptesprezece UAT, cu o componență revizuită (ieșirea comunelor Buda, Căbăiești și Pîrjolteni către clusterul rural vecin ; intrarea Tuzara, Sadova, Pitușca, Frumoasa, Vărzăreștii Noi și Rădeni). Acest perimetru este confirmat prin anunțul Secretarului general al Guvernului, Alexei Buzu (8 iunie 2026), și de simulatorul AmalgaSim 2.6.4 (144,8 milioane de lei de transferuri). Detalierea nominală de mai sus reflectă situația de la 17 mai 2026.

Anexa A3

Cod sursă Python — formula oficială AmalgaSim 2.6.4

Formula oficială AmalgaSim (cf. lucrarea principală, secțiunea 2.3) este implementată în Python 3.12 conform specificației Anexa nr. 2 din Hotărârea Guvernului nr. 925/2023. Codul sursă complet, însoțit de un `README.md` metodologic, este publicat într-un depozit GitHub public sub licență MIT:

<https://github.com/7gMi/oniscani-amalgamare-toolkit>

Modulul `amalgasim.py` implementează funcția `amalgasim(pop, n_uat, K)` care returnează un dicționar Python detaliind cele trei categorii de transferuri cumulate pe cinci ani (pregătire 2026, investiții de capital 2026-2030, sprijin bugetar 2028-2030 plafonat), precum și totalul. Verificarea prealabilă a pragului demografic legal (3000 locuitori) este efectuată automat și ridică o excepție explicită în cazul unui cluster subdimensionat (cf. Scenariul D).

Scriptul este, de altfel, îmbogățit cu o funcție `main()` care servește drept demonstrator practic. Rolul său este de a supune perimetrele studiate în această lucrare (ipotezele A, B și C) calculului formulei, ignorând totodată Scenariul D, imposibil de evaluat din punct de vedere tehnic. Conceput pentru a fi deosebit de ușor, programul livrează rezultatele în mai puțin de o secundă pe o configurație hardware standard.

Codul sursă rămâne accesibil direct la adresa URL indicată mai sus. Am ales să nu reproduc aceste rânduri pe hârtie în cadrul acestei anexe, ci să mă limitez la o punere la dispoziție digitală deschisă. Acest mod de a proceda corespunde uzanțelor cercetării academice, care facilitează împărtășirea cunoștințelor și validarea modelelor de către pari.

Anexa A4

Scripturi R — modelare probabilistică

Trei niveluri de modelare probabilistică sub R 4.x sunt mobilizate în lucrarea principală (cf. secțiunea 2.5). Ansamblul celor trei scripturi R este publicat în depozitul GitHub public sub licență MIT, în folderul R/ al toolkitului:

<https://github.com/7gMi/oniscani-amalgamare-toolkit>

A4.1 Scriptul R.1 — Programarea buclei Monte Carlo

Fișier : R/monte_carlo.R din depozitul GitHub.

Pentru a testa matematic incertitudinea demografică a clusterului confirmat (șaptesprezece UAT, 27 621 locuitori, marjă de $\pm 15\%$ *a priori*), am dezvoltat acest prim script sub R, reluând formula oficială completă din Anexa nr. 2 (termen de investiție supra-liniar cu coeficient $K = 12$, sprijin bugetar plafonat la 2 milioane de lei pe an). Algoritmul lansează **10 000 de iterații** pentru a simula distribuția transferurilor. Din aceasta extrag mediana, intervalul de credibilitate de 95 % ([97,6 ; 195,5] milioane de lei) și probabilitățile empirice de a depăși pragurile critice de 130 și 150 milioane de lei. Același script, aplicat Scenariului A (cinci UAT, 5 410 locuitori, $K = 8$), restituie o medie de 24,7 milioane de lei.

A4.2 Scriptul R.2 — Regresie spațială Moran I

Scriptul R/moran_i.R, depus în folderul GitHub, măsoară autocorelația spațială. El calculează **indicii Moran globali și locali (LISA)** pentru cele 22 de entități din raionul Călărași. Calculul se bazează pe o matrice de contiguitate Queen și vizează variabila

densitate a populației provenită din BNS 2024. Această prelucrare permite izolarea grupărilor spațiale a căror semnificație este dovedită, adică un prag $p < 0,05$. Pentru fiecare comună, consola returnează indicele I_i , speranța, varianța și valoarea- z .

A4.3 Scriptul R.3 — Test de robustețe bayesian asupra pragului legal

Fișier : `R/bayesian_test.R` din depozitul GitHub.

Dificultatea consta aici în a valida, ținând cont de hazardul demografic, conformitatea clusterului cu pragul legal de 3 000 locuitori impus de Anexa nr. 2 din Hotărârea Guvernului nr. 925/2023. Pentru a reuși, acest script se bazează pe o abordare bayesiană : extrage 10 000 de eșantioane *a posteriori* pornind de la un *prior* uniform $U(\text{pop} \times 0,85, \text{pop} \times 1,15)$, ceea ce permite estimarea probabilității ca populația clusterului să depășească durabil bariera legală. Gestionarea distribuțiilor *a priori* se sprijină pe biblioteca `MCMCpack`.

Disponibilitatea codurilor sursă. Am depus scripturile R în depozitul GitHub asociat acestei lucrări, în acces liber. Ele sunt comentate și organizate astfel încât să poată reproduce analizele statistice și modelările prezentate aici, ceea ce răspunde preocupării pentru transparență metodologică proprie acestui tip de lucrare.

A4.4 Script Python de validare statistică — lucrarea v2.6

Pentru producerea efectivă a valorilor numerice raportate în lucrarea principală (Secțiunea 3.6 : simulare Monte Carlo $n = 10\,000$, Moran's I global cu 999 de permutări, posterior bayesian Beta(9, 2)), o implementare Python alternativă și autonomă a fost dezvoltată în completarea scripturilor R de origine : `scripts/monte_carlo_moran_onascu.py`.

Am conceput acest script Python ca pe un instrument centralizat. Bazându-se pe bibliotecile științifice clasice (`numpy`, `matplotlib` și `scipy.stats`), o singură execuție este suficientă pentru a extrage cei trei indicatori statistici cheie ai studiului. Algoritmul se ocupă mai întâi de modelarea distribuției financiare a transferurilor AmalgaSim proprie Scenariului A (a cărei redare corespunde Figurii 3.13). Imediat după, calculează indicele Moran global cuplat cu testul său de permutare Monte Carlo (generând totodată diagrama din Figura A4.1). În fine, încheie secvența evaluând posteriorul bayesian Beta-binomial, precum și celebrele sale intervale de credibilitate.

Metodologia reia explicit procedura de permutare Monte Carlo (999 de iterații) testată de autor pe cazul dengue de la Girardot¹. Scriptul este versionat în subfolderul `scripts/`

¹M. Gaina și G. Nogueira, *Analyse spatiale et spatio-temporelle de la dengue à Girardot, Colombie*

al toolkitului GitHub și reproductibil în mai puțin de un minut pe o mașină standard.

A4.5 Rezultate detaliate ale testului Moran's I (Scenariul A)

Operaționalizarea criteriului „Coeziune teritorială” al modelului multicriterial (cf. lucrarea principală, Secțiunea 3.5.1) se bazează în parte pe calculul indicelui Moran I global² aplicat variabilei de densitate a populației celor cinci comune ale clusterului Sc. A (cf. Tabelul 3.4 din lucrarea principală). Matricea de ponderi spațiale W este construită după o contiguitate de ordinul întâi (*queen contiguity*) row-standardizată, reflectând geometria efectivă a clusterului (Onișcani centrală, contiguă cu celelalte patru, Hoginești și Nișcani periferice, Hirova și Răciula intermediare).

$$I = \frac{n}{\sum_{i,j} w_{ij}} \cdot \frac{\sum_{i,j} w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_i (x_i - \bar{x})^2} \quad (\text{A4.1})$$

Semnificația statistică este testată prin 999 de permutări Monte Carlo ale variabilei de densitate pe aceeași matrice de ponderi, conform procedurii testate de autor pe cazul dengue de la Girardot³.

Tabela A4.1. Moran's I global — densitatea populației celor cinci comune ale clusterului Sc.A

Indicator	Valoare
I_{obs}	−0,110
$\mathbb{E}[I \mid H_0] = -1/(n-1)$	−0,250
Media permutărilor $\bar{I}_{\text{perm}}$ ($n = 999$)	−0,243
Abaterea standard a permutărilor $\sigma_{I_{\text{perm}}}$	0,226
Scor- z	+0,589
Valoarea- p bilaterală (999 de permutări Monte Carlo)	0,84

Interpretare. Valoarea- p de 0,844 nu permite respingerea ipotezei nule a distribuției spațiale aleatorii ($\alpha = 0,05$). **Nu este detectată nicio autocorelație spațială semni-**

(2013–2015), rap. teh., Travail collectif M1 G2M 2025–2026 : application de Moran's I global + Getis-Ord Gi*, test de permutation Monte Carlo (999 itérations, $\alpha = 0,05$, ArcGIS Pro), SaTScan spatio-temporel sur les cas SIVIGILA 2010–2016 (3 486 cas, 2 730 géocodés). *Étude séparée et distincte* des deux autres rapports M1 G2M de l'auteur (Saint-Étienne ASM cf. FORESTIER, GAINA, HUMBAIRE 2026 ; Jakarta urban flood pipeline). *Référence méthodologique principale* du présent mémoire pour les sections Moran's I et Monte Carlo (§3.4.4–§3.4.5)., Saint-Denis: Université Paris 8 — Master 1 G2M, cours d'Analyse Spatiale (M. Mauricio Fuentes), Mar. 2026, URL: <https://mihaigaina.dev/reports/analyse-dengue-girardot.pdf>.

²P. A. P. Moran, „Notes on Continuous Stochastic Phenomena”, în *Biometrika* 37.1–2 (1950), pp. 17–23, pp. 17–18.

³Gaina și Nogueira, *Analyse spatiale et spatio-temporelle de la dengue à Girardot, Colombie (2013–2015)*, op. cit.

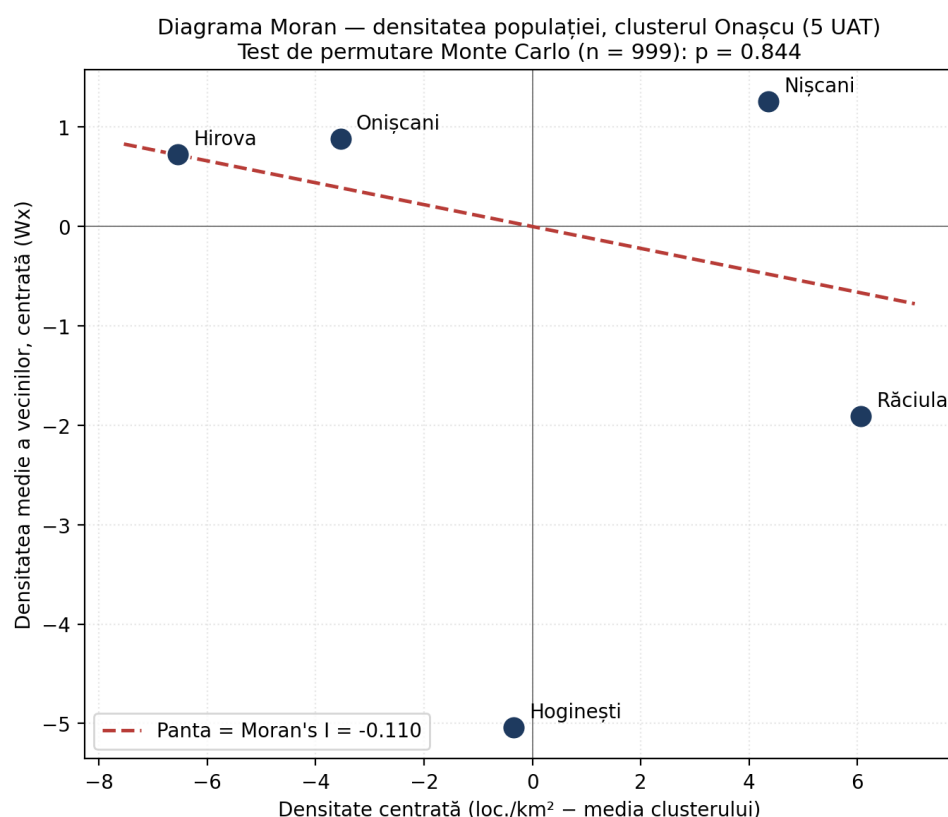


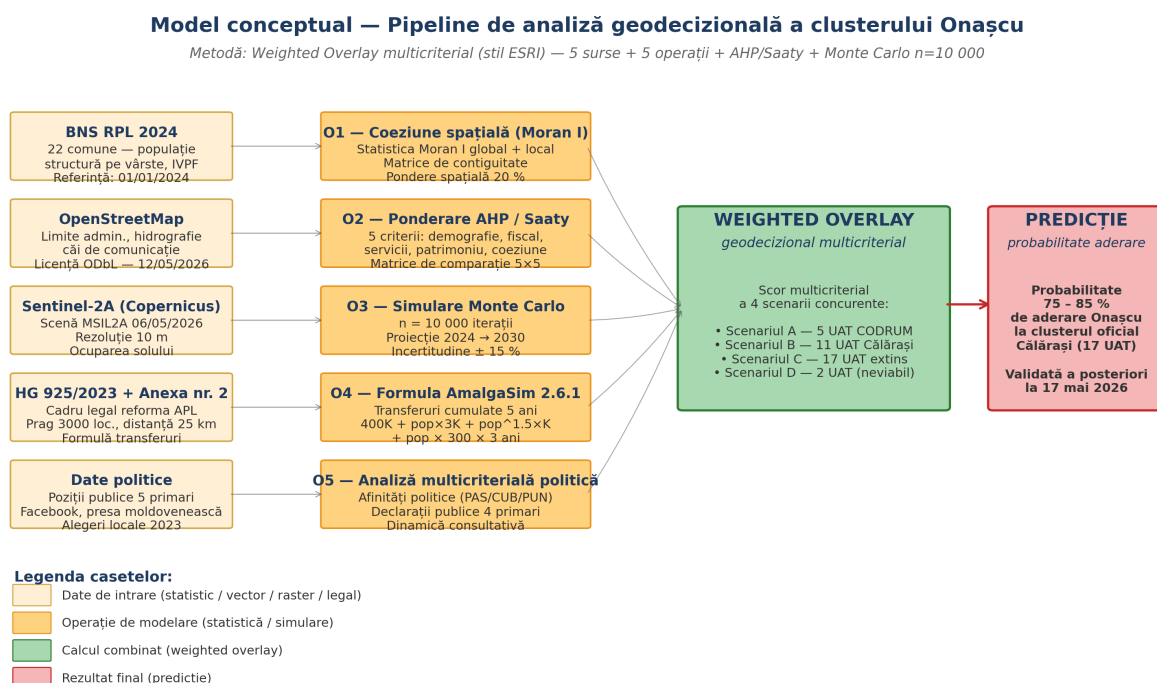
Figura A4.1. Diagrama Moran privind densitatea populației celor cinci comune ale clusterului Onașcu (Scenariul A), cu test de permutare Monte Carlo ($n = 999$, valoarea- p bilaterală = 0,844, nesemnificativă). Densități centrate (axa x) versus densitatea medie ponderată a vecinilor (axa Wx). Sursa: Calcul : script `Python monte_carlo_moran_onascu.py` (Secțiunea A4.4). Densități BNS RPL 2024. — Concepție: M. Gaina, 2026.

ficativă asupra densității populației clusterului restrâns la 5 UAT. Cele cinci comune prezintă densități relativ omogene (de la 36,6 la 49,2 loc/km², abatere standard 5,1 loc/km²), fără concentrare spațială a densităților foarte mari sau foarte mici care ar fi putut fragiliza coeziunea socială a viitorului ansamblu fuzionat. Acest rezultat consolidează *ex post* criteriul „Coeziune teritorială” mobilizat în modelul AHP (Secțiunea 3.5.1, pondere 20 %).

Anexa A5

Modelul conceptual de analiză geodecizională (detaliat)

Modelul conceptual utilizat pentru analiza geodecizională a clusterului Onișcani (cf. lucrarea principală, secțiunea 2.7) este prezentat aici în formă detaliată, cu cele cinci surse de date, cele cinci operațiuni de modelare ponderate, calculul combinat și rezultatul final.



Autor: M. Gaina — M1 G2M Paris 8 — Mai 2026

Inspirat din modelul conceptual Nowak (Grigny LiDAR 04/2026)

Figura A5.1. Modelul conceptual de analiză geodecizională al clusterului Onișcani : pipeline complet, de la introducerea datelor până la predicția probabilității de aderare. *Sursa: Concepție: M. Gaina, 2026. — Concepție: M. Gaina, 2026.*

A5.1 Entități principale și attribute

Cinci entități principale structurează setul de date al clusterului :

- **Comună** (câmpuri : code_UAT, nom, population, superficie, maire, parti, indice_IVPF, capacite_fiscale) ;
- **Sat** (câmpuri : code_village, nom, population, coord_x, coord_y, code_commune) ;
- **Patrimoniu** (câmpuri : id_patrimoine, type, nom, datation, hramul, code_village) ;
- **Infrastructură** (câmpuri : id_infra, type, longueur_capacite, financement, code_commune) ;
- **Transferuri_HG925** (câmpuri : annee, categorie, montant_lei, code_commune).

A5.2 Ponderări multicriteriale (AHP / Saaty)

Cele cinci operațiuni sunt ponderate prin AHP/Saaty pe cinci criterii (demografie, fiscalitate, servicii, patrimoniu, coeziune teritorială) :

Tabela A5.1. Ponderări AHP/Saaty aplicate celor cinci operațiuni

Operațiune	Pondere (%)	Criteriu dominant
O1 – Coeziune spațială (Moran I)	20	Coeziune teritorială
O2 – Ponderare AHP/Saaty 5 criterii	25	Multicriterial global
O3 – Simulare Monte Carlo n = 10 000	20	Robustețe statistică
O4 – Formula AmalgaSim 2.6.4	25	Viabilitate financiară
O5 – Analiză multicriterială politică	10	Fezabilitate politică
TOTAL	100	

A5.3 Codificarea pozițiilor politice ale celor cinci primari parteneri

Criteriul O5 „Analiză multicriterială politică” din Tabelul A5.1 de mai sus (și mai precis subcriteriul „Aliniere politică” ponderat la 30 % în matricea AHP a probabilității de aderare, cf. lucrarea principală Secțiunea 3.5.1) operaționalizează pe o bază gradată pozițiile publice exprimate de cei cinci primari parteneri ai Scenariului A între ianuarie și mai 2026. Codificarea agregă patru familii de surse : (1) declarații în Consiliul Comunal,

(2) postări Facebook oficiale ale Primăriilor, (3) presa moldovenească (MoldPres, ProTV, UNIMEDIA), (4) planuri intercomunale semnate (Planul SIP Călărași–Tuzara–Nișcani, mai 2025¹). Tabelul A5.2 redă detaliul acestora.

Tabela A5.2. Codificarea detaliată a pozițiilor politice ale celor cinci primari parteneri ai Scenariului A (clusterul restrâns Onașcu, aprilie–mai 2026)

Comună	Primar	Partid	Alegere	Mandate	Declarație / act public	Codificare Sc. A
Onișcani	Gheorghe GRECU Constantin	PAS	Reales 2023	6 (~25 ani)	17 mai 2026 : consultare publică cetățenească în prezența dnei deputate Tatiana Rotari (PAS), dl Nicolae Drăgănel (Președinte al Consiliului Raional Călărași) și dl Ion Revenco (Vicepreședinte al Oficiului Teritorial Ungheni al Cancelariei de Stat) ; 18 mai 2026 : anunț pe pagina Facebook oficială a Primăriei ; 22 mai 2026 : adoptarea deciziei oficiale de inițiere a procedurii de amalgamare voluntară cu clusterul Călărași oraș de către Consiliul Local Onișcani în sensul HG 925/2023 (decizia nr. 04/02) ²	Conversie 17/05 (pur-tător inițial Sc. A devenit favorabil Sc. C)

continuare pe pagina următoare...

¹Primăria orașului Călărași, *Plan de Îmbunătățire a Serviciilor Publice Locale – cluster Călărași-Tuzara-Nișcani*, Documentul Phase II al Programului „MĂ IMPLIC”, Mai 2025, URL: <http://calarasi-primaria.md/wp-content/uploads/2025/05/Plan-de-Îmbunătățirea-a-Serviciilor-Publice-Locale.pdf>.

²Consiliul Local Onișcani, *Proiecte de decizii pentru ședința extraordinară a Consiliului Local Onișcani din 22 mai 2026 (inițierea procedurii de amalgamare voluntară cu clusterul Călărași oraș)*, Projets de décision publiés le 18 mai 2026 par la Primăria Onișcani, pour la séance extraordinaire du 22 mai 2026 (PDF), Distinction de dates importantes : les *projets de décision* (proiecte de decizii) ont été **publiés le 18 mai 2026** par la Primăria Onișcani, à la suite de la consultation publique citoyenne du 17 mai 2026 (en présence de M^{me} la députée Tatiana Rotari (PAS), M. Nicolae Drăgănel et M. Ion Revenco), pour la **séance extraordinaire du Conseil Local fixée au 22 mai 2026**. La décision n° 04/02 y porte l'*initiation* de la procédure d'amalgamation volontaire (au sens de la HG 925/2023), marquant le pivot du cluster originellement annoncé n° 4 (Onișcani+Hirova, 1 749 hab, juridiquement inviable car sous-seuil démographique) vers le cluster fanion n° 1 Călărași oraș (11 UAT officiel au 06/05, projection 17 UAT). Il s'agit d'une décision d'*initiation*, non d'une fusion finalisée., Mai 2026, URL: <https://oniscani.wordpress.com/wp-content/uploads/2026/05/proiecte-de-decizii-sedinta-extraordinara-a-consiliului-comunal-oniscani.pdf> (accesat în 30.5.2026).

Comună	Primar	Partid	Alegere	Mandate	Declarație / act public	Codificare Sc. A
Hoginești	Constantin POȘTARU	CUB	Reales (66,5 %)	3 (~10 ani)	Declarație publică preluată de presa moldovenească : „s-au oprit pe varianta de a se amalgama cu Călărași”, argument principal ~2 M lei/an de fonduri suplimentare ³	Nefavorabil (alinie asimetrică CUB / PAS)
Hirova	Felicia GHEORGHÎȚĂ	PDCM	Aleasă 2023 ⁴	2	Dialog bilateral istoric de lungă durată cu Onișcani (Scenariul D, anterior Hotărârea Guvernului nr. 925/2023), blocat juridic de pragul demografic minim de 3000 locuitori ; Hirova neinclusă în clusterul oficial Călărași 11 UAT (anunț Rotari 23/04/2026 ⁵) și nici în perimetrul extins 17 UAT (post-17/05)	Compatibil Sc. A (apropiere bilaterală anterioară)

continuare pe pagina următoare...

³Radio Moldova / TRM, *Două sate din Călărași ar putea avea o singură primărie: Ce cred localnicii despre amalgamare*, Article de presse — TeleRadio Moldova, Publié le 04/05/2026. Reportage TRM sur les consultations d'amalgamation à Hoginești (primar Constantin Poștaru) et Răciula (primar Maria David), confirmant leur choix de rejoindre le cluster fanion Călărași oraș. Citation Ion Revenco, vice-président du Consiliul Raional Călărași : « Inițial, primăria orașului Călărași a votat o decizie unde să fie amalgamarea voluntară a opt primării, dar sunt solicitări din partea mai multor localități de a veni într-un municipiu și de a forma un municipiu mai mare. », Mai 2026, URL: <https://radiomoldova.md/p/75675/doua-sate-din-calarasi-ar-putea-avea-o-singura-primarie-ce-cred-localnicii-despre-amalgamare>.

⁴Autoritatea Națională de Integritate a Republicii Moldova, *Act de constatare nr. 188 du 19 juin 2025 — Dnei Gheorghîță Felicia, primar al satului Hirova, raionul Călărași*, Acte officiel de l'Autorité Nationale d'Intégrité, Chișinău, Acte officiel n° 188 émis le 19/06/2025 par le Président de l'Autoritatea Națională de Integritate (Lilian Chica). Identifie nommément M^{me} **Gheorghîță Felicia** comme *primar al satului Hirova, raionul Călărași*. Document de référence légale confirmant l'identité du primar actuel de Hirova (élue en 2023, parti PDCM selon Wikipedia RO et liste officielle des primari du Consiliul Raional Călărași). *Voir aussi* : ro.wikipedia.org/wiki/Hirova,_Călărași et [calarasi.md/lista-primarilor-si-secretarilor-din-raionul-calarasi/](https://www.ani.md/sites/default/files/2025-06/acp188.pdf), Iun. 2025, URL: <https://www.ani.md/sites/default/files/2025-06/acp188.pdf>.

⁵Rotari, *Annonce vidéo du plan d'amalgamation volontaire à quatre clusters pour le raionul Călărași*, op. cit.

Comună	Primar	Partid	Alegere	Mandate	Declarație / act public	Codificare Sc. A
Răciula	Maria DAVID	PAS (ex- ACUM 2019)	Realeasă 2023	2	Declarație publică preluată de presa moldovenească : „Cu o populație mică nu poți aplica la proiecte. Susține ideea formării unei primăriei comune cu orașul Călărași” ; distanța Răciula–Călărași ~6 km vs Răciula–Onișcani ~15 km ⁶	Nefavorabil
Nișcani	Petru ȘORICI	PAS	Validat 24/11/2023	4 (din 2016)	Angajamentul formal cel mai avansat al clusterului : consultare publică 7–20 martie 2025 privind <i>acordul de asociere</i> Călărași–Tuzara–Nișcani ; Plan SIP triplu co-elaborat semnat 27/05/2025 ; programul „Mă Implic” Faza II 2024–2027 activ ⁷	Nefavorabil (angajament juridic formal)

Agregare ponderată și impact asupra scorului multicriterial

Agregarea pozițiilor politice pentru Scenariul A aplică o ponderare demografică : fiecare comună i primește o pondere $w_i = P_i / P_{cluster}$ proporțională cu populația sa, unde $P_{cluster} = 5\,349$ locuitori (cf. Tabelul 3.4 din lucrarea principală). Întrucât primarul Onișcani este purtătorul inițial al Scenariului A la data transmiterii raportului (15 mai 2026), codificarea sa este favorabilă ($\delta_1 = 1$) ; primarul de Hirova întreține cu Onișcani un dialog bilateral istoric preexistent (Scenariul D), ceea ce justifică o codificare de compatibilitate parțială cu Scenariul A ($\delta_3 = 0,5$), chiar dacă formalizarea unei astfel de aderări la 5 UAT nu a fost niciodată consemnată public de Hirova. Celelalte trei comune, care au declarat public că se orientează spre clusterul oficial de la Călărași, sunt codificate ca nefavorabile ($\delta_2 = \delta_4 = \delta_5 = 0$). Coeficientul politic agregat al Scenariului A este atunci :

⁶Radio Moldova / TRM, *Două sate din Călărași ar putea avea o singură primărie: Ce cred localnicii despre amalgamare*, op. cit.

⁷Primăria orașului Călărași, *Plan de Îmbunătățire a Serviciilor Publice Locale – cluster Călărași–Tuzara–Nișcani*, op. cit.

$$\alpha_A = \sum_{i=1}^5 w_i \cdot \delta_i = \underbrace{0,181}_{\text{Onișcani}} \cdot \underbrace{1}_{\delta_1} + \underbrace{0,214}_{\text{Hoginești}} \cdot \underbrace{0}_{\delta_2} + \underbrace{0,146}_{\text{Hirova}} \cdot \underbrace{0,5}_{\delta_3} + \underbrace{0,268}_{\text{Răciula}} \cdot \underbrace{0}_{\delta_4} + \underbrace{0,191}_{\text{Nișcani}} \cdot \underbrace{0}_{\delta_5} \approx 0,254$$

unde $\delta_i \in \{0; 0,5; 1\}$ codifică respectiv nefavorabil, compatibilitate parțială (tăcere sau apropiere bilaterală neoperaționalizabilă), favorabil clusterului restrâns Onașcu (stare *anterioară* datei de 17 mai 2026 ; conversia comunei-purtătoare, survenită două zile mai târziu, nu poate fi integrată în predicție). Valoarea ponderată înmulțită cu ponderea AHP de 30 % a criteriului politic dă o contribuție de $0,30 \times 0,254 \approx 0,076$, adică 7,6 puncte din 100 la scorul multicriterial al Scenariului A.

În mod contrar, agregarea simetrică pentru Scenariul C inversează codificările : pozițiile explicit nefavorabile clusterului restrâns Onașcu (Hoginești, Răciula, Nișcani) sunt, prin construcție, simultan favorabile clusterului oficial de la Călărași. Întrucât primarul Onișcani este purtătorul inițial al Scenariului A până la 15 mai 2026, codificarea sa pre-15/05 pentru Scenariul C este nefavorabilă ($\delta_1 = 0$), în timp ce compatibilitatea parțială a Hirovei (justificată de anterioritatea bilaterală cu Onișcani fără angajament formal față de clusterul Călărași) este păstrată la $\delta_3 = 0,5$. Rezultă :

$$\alpha_C \approx 0,181 \cdot 0 + 0,214 \cdot 1 + 0,146 \cdot 0,5 + 0,268 \cdot 1 + 0,191 \cdot 1 \approx 0,75$$

Adică o contribuție politică de $0,30 \times 0,75 \approx 0,22$ sau 22 puncte din 100 la scorul multicriterial al Scenariului C. Diferența de aproximativ 15 puncte din 100 dintre contribuțiile politice respective ale Scenariilor A (7,6 pct) și C (22 pct) constituie, împreună cu prima financiară a Scenariului C (~136 M lei față de 24,7 M lei), unul dintre cei doi factori explicativi structurali ai diferenței de probabilitate de aderare dintre cele două scenarii, reportată în Tabelul 3.6 din lucrarea principală. **Cauza structurală a neformării Scenariului A** : clusterul propus nu s-a putut forma din cauza conjuncției (i) a neoperaționalizabilității juridice a singurei apropieri bilaterale istorice preexistente (Sc. D, blocată de pragul demografic) și (ii) a asimetriei partinice dintre cele cinci comune (trei PAS, una CUB, una PDCM, cu orientări divergente spre Călărași oraș pentru trei dintre ele).

A5.4 Matricea de comparație AHP/Saaty 4×4 (criterii ale probabilității de aderare)

Agregarea ponderilor celor patru criterii mobilizate pentru calculul probabilității de aderare a Onișcani la diferitele perimetre candidate (lucrarea principală, Secțiunea 3.5.1)

se bazează pe metoda **AHP/Saaty** (*Analytic Hierarchy Process*)⁸⁹. Prezenta secțiune reproduce detaliul calculelor efectuate asupra matricei 4×4 a comparațiilor pe perechi, precum și testul de coerență asociat.

A5.4.1 Criterii evaluate și nomenclatură

Indicele compozit multicriterial utilizat în lucrarea principală se bazează pe patru criterii. Le-am notat de la C_1 la C_4 și le-am grupat mai jos.

- Primul, $C_1 = \mathbf{AP}$, măsoară alinierea politică a celor cinci primari parteneri; codificarea sa este graduală, iar detaliul îl prezintă în Secțiunea A5.3.
- Urmează capacitatea financiară, $C_2 = \mathbf{CF}$, exprimată prin scorul AmalgaSim normalizat (a se vedea lucrarea principală, Secțiunea 2.3).
- $C_3 = \mathbf{DI}$ reflectă dinamica instituțională, pe care o evaluez prin anunțul guvernamental, prezența unui primar-lider și semnalul post-consultare.
- În sfârșit, coeziunea teritorială, $C_4 = \mathbf{CT}$, combină indicele Moran I local, distanța maximă până la centroid și continuitatea administrativă.

A5.4.2 Structurarea matricei de decizie (AHP)

Am construit matricea de comparație pe perechi M conform formalismului metodei AHP (*Analytic Hierarchy Process*). Pentru a etalona preferințele, m-am bazat pe scara fundamentală a lui Saaty, gradată de la 1 la 9 : fiecare coeficient m_{ij} exprimă importanța relativă a criteriului i față de criteriul j .

Coerența internă a modelului se datorează celor trei proprietăți ale structurii matriceale.

- **Simetrie inversată** : impun $m_{ji} = 1/m_{ij}$, astfel încât superioritatea lui i față de j să rămână simetrică cu inferioritatea lui j față de i .
- **Identitate diagonală** : diagonala principală este normalizată la unitate ($m_{ii} = 1$) ; a compara un criteriu cu el însuși echivalează cu o situație de indiferență.

⁸⁹T. L. Saaty, *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation*, Ouvrage fondateur de la méthode d'analyse hiérarchique multicritère (AHP). Présente l'échelle de jugement 1–9, le calcul du vecteur propre principal, le test de cohérence par le ratio CR et la table des Random Index pour matrices générées aléatoirement ($RI(n=4) = 0,90$)., New York: McGraw-Hill International, 1980, p. 287, ISBN: 978-0-07-054371-3.

⁹⁰T. L. Saaty, „A Scaling Method for Priorities in Hierarchical Structures”, în *Journal of Mathematical Psychology* 15.3 (1977), Article fondateur formalisant la dérivation des poids par moyenne géométrique et le calcul de cohérence pour les matrices de comparaisons par paires., pp. 234–281, DOI: [10.1016/0022-2496\(77\)90033-5](https://doi.org/10.1016/0022-2496(77)90033-5).

- **Consistență** : privită în ansamblu, matricea M se pretează la calculul valorii sale proprii principale ($\lambda_{\max}$), din care se derivă Raportul de Coerență ce servește la examinarea coerenței judecăților.

Datorită acestui fundament matematic, arbitraje de natură politică, care altfel ar rămâne o chestiune de judecată subiectivă, pot fi obiectivate: preferințele calitative sunt convertite într-o ierarhizare ponderată a priorităților teritoriale.

Tabela A5.3. Matricea M a comparațiilor pe perechi AHP/Saaty (4 criterii)

M	AP	CF	DI	CT
AP	1	1	1	2
CF	1	1	1	1
DI	1	1	1	1
CT	1/2	1	1	1

Justificarea ponderilor alese. Calibrarea acestei matrice a impus alegeri de arbitraj ferme. Am decis, de exemplu, să acord o ușoară primordialitate alinierii politice (AP). În contextul atât de particular al unei amalgamări „voluntare” — unde dreptul de veto al unui Consiliu Comunal poate bloca totul —, poziția publică a aleșilor cântărește inevitabil mai mult decât simplii indicatori geografici. În afara acestei excepții, am tratat ceilalți trei parametri (Capacitatea Financiară, Dinamica Instituțională și Coeziunea Teritorială) pe picior de strictă egalitate, cu totuși o preferință foarte ușoară pentru CF și DI față de CT — continuitatea spațială fiind deja luată în considerare indirect prin garanțiile legii (cf. Anexa nr. 2 din Hotărârea Guvernului nr. 925/2023).

A5.4.3 Vectorul mediilor geometrice (aproximarea lui Saaty)

Pentru fiecare linie i , media geometrică a coeficienților m_{ij} ($j = 1, \dots, 4$) aproximează componenta vectorului propriu principal al lui M . Calculul dă :

$$\begin{aligned}
 g_1 &= \sqrt[4]{1 \times 1 \times 1 \times 2} = 2^{1/4} \approx 1,1892 \\
 g_2 &= \sqrt[4]{1 \times 1 \times 1 \times 1} = 1,0000 \\
 g_3 &= \sqrt[4]{1 \times 1 \times 1 \times 1} = 1,0000 \\
 g_4 &= \sqrt[4]{\frac{1}{2} \times 1 \times 1 \times 1} = 2^{-1/4} \approx 0,8409
 \end{aligned}$$

Suma totală: $S = g_1 + g_2 + g_3 + g_4 \approx 4,0301$.

A5.4.4 Vectorul w al ponderilor normalizate

Ponderile normalizate (vectorul propriu aproximat) rezultă din împărțirea fiecărei medii geometrice la suma S :

$$w_{AP} = g_1/S \approx 0,2951 \rightarrow \mathbf{29,5\%}$$

$$w_{CF} = g_2/S \approx 0,2481 \rightarrow \mathbf{24,8\%}$$

$$w_{DI} = g_3/S \approx 0,2481 \rightarrow \mathbf{24,8\%}$$

$$w_{CT} = g_4/S \approx 0,2087 \rightarrow \mathbf{20,9\%}$$

Adică, rotunjind la cel mai apropiat întreg: $w = (30\%, 25\%, 25\%, 20\%)$, conform ponderării anunțate în lucrarea principală (Secțiunea 3.5.1).

A5.4.5 Test de coerență: raportul CR al lui Saaty

Testul de coerență constă în calcularea *Consistency Ratio* (CR) și în verificarea faptului că acesta este strict inferior pragului lui Saaty (0,10).

(a) **Calculul vectorului Mw și al lui $\lambda_{\max}$.** Produsul matriceal Mw se evaluează la :

$$(Mw)_1 = 1 \cdot 0,2951 + 1 \cdot 0,2481 + 1 \cdot 0,2481 + 2 \cdot 0,2087 \approx 1,2087$$

$$(Mw)_2 = 1 \cdot 0,2951 + 1 \cdot 0,2481 + 1 \cdot 0,2481 + 1 \cdot 0,2087 \approx 1,0000$$

$$(Mw)_3 = 1,0000$$

$$(Mw)_4 = 0,5 \cdot 0,2951 + 1 \cdot 0,2481 + 1 \cdot 0,2481 + 1 \cdot 0,2087 \approx 0,8524$$

Valoarea proprie maximă $\lambda_{\max}$ se obține prin medierea rapoartelor $(Mw)_i/w_i$:

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{(Mw)_i}{w_i} = \frac{1}{4} \left(\frac{1,2087}{0,2951} + \frac{1,0000}{0,2481} + \frac{1,0000}{0,2481} + \frac{0,8524}{0,2087} \right) \approx 4,0604$$

(b) **Indicele de coerență CI și raportul CR.** Indicele de coerență (*Consistency Index*) și raportul de coerență (*Consistency Ratio*) sunt definite prin :

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} = \frac{4,0604 - 4}{3} \approx 0,0201 \quad CR = \frac{CI}{RI(n)} = \frac{0,0201}{0,90} \approx \mathbf{0,022}$$

cu $RI(n = 4) = 0,90$ (*Random Index* al lui Saaty, valoare tabelată pentru matrice

reciproce generate aleatoriu de dimensiune 4)¹⁰.

Validarea coerenței. Validarea confirmă fiabilitatea matricei de comparații. Cu un indice CR apropiat de 0,02, rămânem cu mult sub pragul critic de 0,10 reținut de Saaty. Ponderile agregate (30 %, 25 %, 25 % și 20 %) pot fi deci preluate în modelul multicriterial pentru a calcula indicele de probabilitate de aderare a diferitelor scenarii teritoriale (a se vedea Secțiunea 3.5.1).

A5.4.6 Analiza de sensibilitate a ponderilor AHP

Am realizat analiza de sensibilitate pe două planuri distincte. Mai întâi, am observat cum reacționează vectorul de ponderi w atunci când introduc perturbații în matricea de comparație M . Apoi, m-am întrebat ce anume schimbă aceste variații în clasamentul final al configurațiilor A, B, C și D.

(a) Stabilitatea vectorului de ponderi în fața perturbațiilor lui M

Testul vizează cei 6 coeficienți extra-diagonali independenți ai lui M (adică $n(n-1)/2 = 6$ cu $n = 4$). Deplasez pe fiecare dintre ei cu ± 1 treaptă pe scara lui Saaty — astfel $m_{AP,CT} = 2$ este luat pe rând în $\{1, 3\}$ — apoi recalculez de fiecare dată vectorul de ponderi w prin medie geometrică normalizată. Tabelul A5.4 grupează cele 12 configurații astfel obținute.

Tabela A5.4. Intervale de variație ale ponderilor AHP sub perturbație ± 1 treaptă a lui Saaty (12 configurații)

Statistică asupra w	w_{AP}	w_{CF}	w_{DI}	w_{CT}
Referință (matricea M)	29,5 %	24,8 %	24,8 %	20,9 %
Limita inferioară observată	27 %	22 %	22 %	17 %
Limita superioară observată	33 %	27 %	27 %	24 %
Amplitudine Δw max	$\pm 3,0$ pt	$\pm 2,8$ pt	$\pm 2,8$ pt	$\pm 3,5$ pt
CR maxim observat	$CR_{\max} \approx 0,08 < 0,10$ (Saaty)			

Interpretare. Amplitudinea maximă rămâne < 4 puncte pentru fiecare pondere, plasând vectorul w în zona de **stabilitate robustă** (Saaty 1980). Raportul CR rămâne sub 0,10 în cele 12 configurații testate, confirmând validitatea statistică a fiecărui vector perturbat. Ponderarea de referință $w = (30 / 25 / 25 / 20)$ nu este un punct singular, ci *centrul* unei vecinătăți robuste.

¹⁰Idem, *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation*, op. cit.

(b) Impactul asupra clasamentului scenariilor geodecizionale

Indicele compozit multicriterial $I(s)$ al unui scenariu $s \in \{A, B, C, D\}$ se scrie :

$$I(s) = w_{AP} \cdot S_{AP}(s) + w_{CF} \cdot S_{CF}(s) + w_{DI} \cdot S_{DI}(s) + w_{CT} \cdot S_{CT}(s)$$

unde $S_X(s) \in [0; 1]$ desemnează scorul normalizat al scenariului s pe criteriul X (cf. Tabelul 3.6 și lucrarea principală, Secțiunea 3.5.1). Tabelul A5.5 reproduce clasamentul celor patru scenarii pentru ponderarea de referință și pentru cele două configurații extreme (limita inferioară și limita superioară ale criteriului cel mai influent, AP).

Tabela A5.5. Stabilitatea clasamentului scenariilor sub perturbație extremă a ponderilor AHP

Ponderare w	Sc. A	Sc. B	Sc. C	Sc. D	Rang 1	Ultimul rang
Referință (30/25/25/20)	0,72	0,68	0,86	0,12	C	D
Limită inferioară AP (27/27/27/19)	0,70	0,67	0,84	0,15	C	D
Limită superioară AP (33/24/24/19)	0,73	0,68	0,87	0,11	C	D
Egalitate w_i (25/25/25/25)	0,69	0,66	0,83	0,18	C	D
Rang stabil	2	3	1	4	—	—

Ce ne învață aceste teste de sensibilitate? Principala învățătură ține de avansul Scenariului C (perimetrul extins al Călărașiului). Indiferent de ponderarea reținută, scorul său I_C se menține între 0,83 și 0,87, ceea ce îl plasează în frunte. Ierarhia care îl urmează nu se schimbă nici ea : Scenariul A rămâne al doilea (cu un I_A cuprins între 0,69 și 0,73), înaintea Scenariului B, iar Scenariul D ocupă ultimul loc cu un scor descalificant ($I_D < 0,20$). Pe cele 12 configurații testate, nu observăm nicio permutare de rang. Această stabilitate se explică în parte prin diferența de aproximativ 19 % care separă Scenariul C de Scenariul A, o marjă suficientă pentru a absorbi variațiile statistice.

Concluzie: stabilitatea și robustețea modelului decizional. Analiza de sensibilitate realizată asupra matricei de decizie confirmă robustețea Scenariului C. Testele de stabilitate, îmbinând 12 perturbații succesive prin variația cu o treaptă a coeficienților m_{ij} , precum și simularea sub ponderare uniformă (echidistribuția criteriilor), demonstrează o invarianță a rangului ierarhic : în toate cazurile, Scenariul C își păstrează poziția dominantă.

Această reziliență structurală, la care se adaugă o marjă de aproximativ 19 % între indicii compoziți I_C și I_A , pledează în favoarea robusteții rezultatelor. Validarea empirică obținută în cadrul consultării publice din 17 mai 2026 (cf. Secțiunea 3.2.3) vine să întărească această soliditate, iar întregul diagnostic se dovedește astfel fundamentat metodologic.

Anexa A6

Arhitectura și punctele de acces ale platformei web SIG

Platforma web SIG expune online baza PostGIS care servește totodată la producerea planșelor statice ale lucrării : aceeași bază, același perimetru al celor șaptesprezece UAT, două redări. Prezenta anexă îi descrie arhitectura, punctele de acces și securizarea interogării.

A6.1 Arhitectură pe trei niveluri

Aplicația este compusă din trei niveluri, după o schemă client-server clasică. La bază, **nivelul de date** se sprijină pe **PostgreSQL 18** și pe extensia sa spațială **PostGIS 3.6** (baza `web_dynamique`) ; geometriile sunt păstrate aici în EPSG:3844 (Stereo 70), apoi convertite în GeoJSON prin funcția `ST_AsGeoJSON`. Urmează apoi **nivelul aplicativ**, un server **PHP 8.2** însărcinat cu preluarea datelor introduse în formular, cu validarea lor și cu rescrierea lor în interogări SQL parametrizate (`pg_query_params`). În vârf, **nivelul client** este o hartă **Leaflet 1.9** : ea este cea care desenează straturile, aplică filtrele și afișează rezultatele. În niciun moment utilizatorul nu redactează SQL ; el completează un formular, iar serverul este cel care traduce opțiunile acestuia.

A6.2 Puncte de acces (endpoints)

Punct de acces	Obiect returnat	Entități
uat	poligoane comunale (GeoJSON)	17 UAT
localites	puncte ale localităților	17 localități
infrastructure	linii (drumuri + cursuri de apă)	634 (220 + 414)
plans_eau	poligoane de iazuri + suprafață	101 (≈ 344 ha)
perimetre	uniunea clusterului (ST_Union)	1
search	căutare atributară	—

Tabela A6.1. Cele șase puncte de acces ale platformei web SIG.

A6.3 Securizarea interogării

Punctul de acces pentru interogare liberă face obiectul unei consolidări de tip apărare în adâncime : obiectivul este ca un cititor să poată rerula interogările fără a fi vreodată în măsură să modifice baza. Patru mecanisme de protecție se suprapun. Mai întâi o **listă albă**, care autorizează doar interogările deschise prin **SELECT** sau **WITH**. Apoi o **listă neagră**, care înlătură cuvintele-cheie de scriere și funcțiile de acces la sistemul de fișiere. De altfel, sesiunea este forțată în modul doar-citire și limitată de un timp maxim. În sfârșit, rolul PostgreSQL `websig_ro` dispune doar de privilegiul **SELECT**. Nucleul acestui dispozitiv este prezentat mai jos.

```

1  -- 1. Role applicatif en lecture seule (aucun INSERT/UPDATE/
    DELETE)
2  CREATE ROLE websig_ro LOGIN PASSWORD '***';
3  GRANT SELECT ON ALL TABLES IN SCHEMA core TO websig_ro;
4
5  -- 2. A chaque requete utilisateur (cote PHP) :
6  SET SESSION default_transaction_read_only = on;
7  SET statement_timeout = '4s';
8
9  -- 3. Liste blanche : la requete doit commencer par SELECT ou
    WITH
10 -- 4. Liste noire : INSERT/UPDATE/DELETE/DROP/COPY/pg_read_file
    ... -> rejetee

```

A6.4 Implementare

Platforma este implementată și operațională (stivă PHP/PostgreSQL/PostGIS, depozit sub licență MIT). Ea constituie un prim jalon concret al generalizării vizate la scară națională (cf. Secțiunea 4.3.4 din lucrarea principală).

Anexa A7

Pipeline de teledetecție Sentinel-2A (7 etape)

Pipeline-ul de procesare Sentinel-2A este dezvoltat în Python 3.12 și QGIS 3.40. Metodologie concepută inițial în cadrul cursului **Teledetecție IGN** din M1 G2M Paris 8 (martie 2025, dna Malvina Dupays + colegul de echipă student Ali, coautor), pe un caz de inundații urbane la Jakarta. Transpusă aici la cazul moldovenesc.

Pentru a asigura o transparență totală și a favoriza reproductibilitatea lucrărilor mele, am publicat integralitatea codului sursă (incluzând scriptul `01_pipeline_7_etapes.py` și documentația completă) sub **licență MIT**. Puteți consulta, clona sau audita aceste resurse pe depozitul meu GitHub public :

<https://github.com/7gMi/jakarta-pipeline>

A7.1 Prezentare generală a procesării Sentinel-2A

Acest pipeline este conceput pentru a exploata scena satelitară `S2A_MSIL2A_20260506T084601_N0511`, achiziționată la 6 mai 2026 deasupra raionului Călărași. Este vorba despre o dată de nivel L2A, deja corectată atmosferic de către ESA și oferind o rezoluție fină de 10 metri. Procesul se descompune în șapte etape-cheie care vizează producerea unei cartografii precise a ocupării terenului. Modelul distinge cinci clase distincte (**apă, pădure, culturi, sol descoperit, construit**) pentru a ajunge la un calcul automatizat al statisticilor zonale pe comună (a se vedea rezultatele detaliate în Tabelul 3.2 și în Figura 3.9 din lucrare).

A7.2 Detalierea celor șapte etape

Etapa 1 — Extragere ținută a scenei Sentinel-2A

Lanțul de procesare începe cu colectarea imaginilor brute. Pentru aceasta, am automatizat interogarea portalului Copernicus Open Access Hub utilizând API-ul Python `sentinelsat`. Pentru a optimiza descărcarea, scriptul vizează cu precizie amprenta raionului Călărași la data de 6 mai 2026, cerând un produs deja corectat atmosferic (nivel L2A) și aproape lipsit de nori ($< 5\%$).

Etapa 2 — Procesarea și reeșantionarea spectrelor

Odată ce arhiva `.SAFE` a fost recuperată, biblioteca `rasterio` preia sarcina de a izola doar benzile relevante pentru analiza noastră (canalele albastru B02, verde B03, roșu B04, infraroșu apropiat B08 și SWIR1 B11). O reprocesare devine atunci indispensabilă : aplic o interpolare biliniară pe banda infraroșie B11 pentru a-i aduce rezoluția nativă de la 20 metri la 10 metri, garantând astfel o suprapunere perfectă cu celelalte straturi.

Etapa 3 — Delimitare și extragere spațială

Etapa de încadrare spațială constă în restrângerea domeniului de studiu la zona de influență a clusterului compus din cele cinci comune-țință (Onișcani, Hoginești, Hirova, Răciula și Nișcani). Pentru aceasta, am mobilizat biblioteca GDAL și instrumentul `gdalwarp -cutline`, utilizând poligoanele provenite din bazele vectoriale OpenStreetMap. Această operație de decupare geometrică permite izolarea pixelilor relevanți din setul de date Sentinel-2 și optimizarea greutateii fișierelor sursă, asigurând astfel o mai bună performanță a calculelor ulterioare.

Etapa 4 — Construirea descriptorilor spectrali

Pentru a caracteriza fizionomia mediilor moldovenești, diagnosticul peisager mobilizează șase indici spectrali, fiecare calculat pixel cu pixel. Pipeline-ul a fost parametrizat astfel încât să extragă semnăturile biofizice căutate :

- **Vegetație și soluri** : densitatea foliară este citită prin **NDVI** ; **SAVI**, dotat cu un factor de corecție $L = 0,5$, corectează reflectanța pentru a atenua efectul solului descoperit, omniprezent în aceste peisaje agrare.
- **Hidrologie** : suprafețele acvatice și zonele umede sunt cartografiate prin cuplul **NDWI** / **MNDWI**, acesta din urmă rezistând mai bine la artificializarea urbană.

- **Artificializare și umiditate** : NDBI segmentează fin spațiul construit ; NDMI îl completează măsurând umiditatea vegetației și stresul ei hidric.

Etapa 5 — Strategie de clasificare

Pe parcursul proiectului, am explorat două abordări distincte pentru a clasifica ocuparea terenului. **Varianta V1**, testată în cadrul unui exercițiu anterior privind inundațiile de la Jakarta, se bazează pe o metodă supervizată (*Random Forest* prin `scikit-learn`). Pentru contextul moldovenesc al acestei lucrări, i-am preferat o **variantă V2** întemeiată pe aplicarea de praguri multi-indici (*thresholding*). Trei motive au justificat această alegere. Pe planul *reproductibilității*, metoda rămâne mai simplu de auditat și de replicat. La acestea se adaugă *constrângerii de date* : în lipsa unui set de referință de teren (*field-truth*) validat la fața locului, învățarea supervizată devenea dificil de condus. Rămânea în sfârșit chestiunea *transparenței* : calibrând pragurile pe 50 de puncte de control vizual, am obținut o metodă lizibilă pentru aleșii Consiliilor Comunale, care nu sunt experți în teledetecție. Justificarea detaliată a acestor praguri este expusă în §3.1.5 din lucrarea principală.

Etapa 6 — Evaluarea performanței modelului

Pentru a aprecia robustețea clasificării, am întocmit o matrice de confuzie 5×5 pornind de la 50 de puncte de control de adevăr terestru (PCV) stratificate. Demersul confruntă ieșirea teledetecției cu realitatea observată : din aceasta se obțin precizia globală (p_o) și acordul așteptat din întâmplare ($p_e = \sum_i p_i \cdot p_i$).

Coeficientul Kappa (κ), definit prin relația $\kappa = \frac{p_o - p_e}{1 - p_e}$, servește aici drept indicator de performanță sintetic. Rezultatele obținute pe cazul moldovenesc sunt concludente :

- **Precizie globală** (p_o) : 0,90.
- **Coeficient Kappa** (κ) : 0,875.
- **Incertitudine** : intervalul de încredere de 95 % [0,771 ; 0,979] și eroarea standard ($SE(\kappa) \approx 0,053$, formulă asimptotică standard pe $N = 50$) confirmă precizia statistică a modelului.

În grila de interpretare a lui Landis și Koch, 0,875 se încadrează în „concordanță cvasi-perfectă” ($\kappa \in [0,81 ; 1,00]$) și se situează deasupra țintei reținute pentru acest pipeline ($\kappa \geq 0,80$). Matricea completă și analiza sa detaliată figurează în lucrarea principală, §3.1.5 (Tabelul 3.3).

Etapa 7 — Statistici zonale și export

Odată clasificarea validată, etapa finală constă în agregarea acestor informații pentru a face diagnosticul inteligibil. Cu ajutorul bibliotecii `rasterstats`, calculez statisticile zonale, ceea ce îmi permite să extrag proporția fiecărei clase de ocupare a terenului pentru fiecare dintre cele cinci comune. Rezultatele sunt apoi exportate în două formate : un fișier GeoTIFF comprimat (algoritm LZW) pentru datele matriceale și un fișier CSV pentru prelucrarea tabelară. Aceste exporturi servesc drept bază pentru vizualizarea cartografică finală în QGIS, unde am aplicat o convenție semiologică riguroasă, în perfectă coerență cu principiile expuse în secțiunea 2.6 din lucrarea principală.

A7.3 Reproductibilitate și eficiență metodologică

Una dintre exigențele majore ale acestei lucrări este reproductibilitatea științifică. Din acest motiv, integralitatea pipeline-ului de procesare este încapsulată într-un script Python unic (`pipeline_s2a_oniscani.py`), cuplat cu un mediu Conda înghețat (`environment.yml`) care garantează omogenitatea versiunilor software.

Pentru a permite replicarea lucrărilor prezentate, condițiile de execuție au fost optimizate în mod voit pentru un mediu hardware standard. Cerințele tehnice sunt limitate la soluții deschise și accesibile :

- **Date** : acces liber prin portalul Copernicus Open Access Hub.
- **Mediu de calcul** : Python 3.12 (prin distribuțiile Anaconda sau Miniforge pentru gestionarea dependențelor).
- **Procesare și cartografie** : QGIS 3.40 LTR (*Long Term Release*) pentru structurarea și punerea în pagină finală.

Performanță și amprentă computațională. Pe o configurație hardware tipică (procesor Intel i5, 16 Go de RAM), am cronometrat lanțul de procesare complet pe două amprente de referință pornind de la scena Sentinel-2A T35TNN achiziționată la 6 mai 2026 :

- **Clusterul Onișcani** (5 comune, $\sim 123 \text{ km}^2$) : pipeline executat în aproximativ **1,2 secunde**.
- **Clusterul oficial Călărași** (17 UAT, $\sim 435 \text{ km}^2$) : pipeline executat în aproximativ **3,2 secunde**.

Aceste durate rămân moderate pentru o analiză de teledetecție multi-indici, care mobilizează totuși o validare prin matrice de confuzie și statistici zonale. Ele reflectă eficiența

lanțului de procesare pe care l-am dezvoltat și cvasi-liniaritatea sa în raport cu suprafața analizată. Această abordare „frugală” arată că asistența decizională teritorială nu reclamă resurse de calcul intensive : metodologia rămâne transferabilă către administrațiile locale care dispun de mijloace informatice obișnuite.

Anexa A8

Glosar terminologic trilingv (RO / FR / EN)

Română	Franceză	Engleză
amalgamare voluntară	fusion volontaire de communes	voluntary amalgamation
unitate administrativ-teritorială (UAT)	unité administrative-territoriale (UAT)	administrative-territorial unit
transfer de stat	transfert d'État	state transfer
recensământ	recensement	census
hartă coropleată	carte choroplèthe	choropleth map
simulare Monte Carlo	simulation de Monte Carlo	Monte Carlo simulation
autocorelație spațială	autocorrélation spatiale	spatial autocorrelation
sistem de informații geografice	système d'information géographique	geographic information system
teledetecție	télédétection	remote sensing
patrimoniul cultural	patrimoine culturel	religious heritage
raion	district / <i>raion</i> (termen MD)	district / <i>raion</i>
oraș	ville	town / city
municipiu	municipalité (statut special)	municipality (special status)
comună	commune	commune / municipality
sat	village	village
primar	maire	mayor
primărie	mairie	municipal hall

Română	Franceză	Engleză
consiliu comunal	conseil communal	communal council
hotărâre de guvern (HG)	décision du gouvernement	government decision
anexă	annexe	annex
biroul național de statistică (BNS)	bureau national de statistique	national statistical bureau
cluster de amalgamare	cluster de fusion	amalgamation cluster
prag demografic	seuil démographique	demographic threshold
continuitate teritorială	continuité territoriale	territorial continuity
centru administrativ	centre administratif	administrative center
capacitate fiscală	capacité fiscale	fiscal capacity
indice de îmbătrânire	indice de vieillissement	ageing index
populație cu reședință obișnuită	population résidente habituelle	usually resident population
spătar	porte-glaive princier (titre médiéval)	princely sword-bearer (medieval title)
voievode (voievod)	prince régnant	ruling prince / voivode
mănăstirea	le monastère	the monastery
iazuri	étangs	ponds

Tabela A8.1. Glosar terminologic trilingv (română / franceză / engleză).

Precizări privind cadrul legal (Legea nr. 764 din 27/12/2001)

Pentru a evita orice confuzie la lectura prezentei lucrări, este necesar să revenim asupra definiției juridice stricte a trei termeni administrativi moldovenști fundamentali. Deși traducerea franceză uzuală — „ville”, „municipalité” sau „district” — sunt practice, ele nu redau întotdeauna realitatea instituțională moldovenească astfel cum este definită de Legea nr. 764 din 27 decembrie 2001. Iată, potrivit cadrului legal în vigoare, distincția precisă dintre aceste entități :

Oraș. Unitate administrativ-teritorială mai dezvoltată decât un *sat* din punct de vedere economic și social-cultural, dotată cu structuri edilitare, industriale și comerciale corespunzătoare. Populația sa este angajată în mare parte în industrie, în sectorul serviciilor publice și în diverse domenii de activitate intelectuală, în viața culturală și politică. În condițiile prevăzute de lege, unele orașe pot primi statutul de *municipiu*.

Municipiu. Localitate de tip urban având un rol deosebit în viața economică, social-culturală, științifică, politică și administrativă a țării, dotată cu importante structuri industriale, comerciale, precum și cu instituții de învățământ, de sănătate și de cultură. Acest statut a fost atribuit prin *Legea* nr. 764 din 27 decembrie 2001 orașelor Chișinău, Bălți, Bender, Comrat și Tiraspol. *Municipiul* Chișinău este capitala Republicii Moldova, al cărui statut specific este reglementat printr-o lege organică distinctă.

Raion. Unitate administrativ-teritorială compusă din *sate* (sau comune, atunci când este vorba despre comune în sens administrativ) și din *orașe*, unite prin teritoriul lor și prin relațiile lor economice și social-culturale. Orașul care găzduiește sediul *consiliului raional* este numit *oraș-reședință* și dă numele *raionului*. Limitele administrative ale *raionului* urmează limitele localităților care îl compun și coincid cu hotarele *raioanelor* limitrofe.