

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет *природоохоронний*
Кафедра *екології та охорони довкілля*

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

на тему: «Екологічний стан поверхневих вод Франції
(на прикладі річки Вілейн)»

Виконав студент 2 курсу групи МОС-22зф
спеціальності 101 Екологія
Пейкова Злата Русланівна

Керівник к.т.н., доц.
Юрасов Сергій Миколайович

Рецензент д.геогр.н., проф.
Лобода Наталія Степанівна

Одеса 2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет природоохоронний

Кафедра екології та охорони довкілля

Рівень вищої освіти магістр

Спеціальність 101 – Екологія

Освітньо-професійна програма Екологія та охорона навколишнього середовища

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри
екології та охорони довкілля

Т.А.Сафранов

“ 23 ” жовтня 2023 року

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу магістра

Пейкової Злати Русланівни

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Екологічний стан поверхневих вод Франції (на прикладі річки Вілейн)»

керівник роботи Юрасов Сергій Миколайови, к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “16” жовтня 2023р. № 215«С»

2. Строк подання студентом роботи 30 листопада 2023 р.

3. Вихідні дані до роботи нормативна та технічна література з питань охорони довкілля республіки Франція

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити

1) Загальна характеристика річки Вілейн.

2) Характеристика басейну річки Вілейн

3) Характеристика затоки (лиману) Вілейн

4) Антропогенний вплив на басейн Вілейну і його наслідки

5) Урбанізація

6) Сільське господарство

7) Промисловість

8) Потоки поживних речовин

9) Заходи зниження антропогенного впливу на Вілейн

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових

креслень)

1) Схема басейну річки Вілейн

2) Діаграми антропогенного впливу

3) Середні річні витрати річки Вілейн

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
	<i>немає</i>		

7. Дата видачі завдання 23 жовтня 2023 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Оцінка виконання етапу	
			у%	за 4-х бальною шкалою
1	<i>Загальна характеристика річки Вілейн і району її розташування (географічна, гідрологічна, водойми)</i>	23.10.23-30.10.23	75	<i>добре</i>
2	<i>Характеристика водозбірною басейну (геологічна, рельєф, ландшафт, клімат, населення, флора і фауна, діяльність)</i>	31.10.23-08.11.23	75	<i>добре</i>
3	<i>Характеристика лиману Вілейн (геоморфологія, діяльність, екологічний стан)</i>	09.11.23-12.11.23	75	<i>добре</i>
	Рубіжна атестація	13.11.23-17.11.23	75	<i>добре</i>
5	<i>Антропогенний вплив на басейн Вілейну і його наслідки (урбанізація, питне водопостачання, сільське господарство, промисловість, антропогенні речовини, потоки поживних речовин)</i>	18.11.23-20.11.23	90	<i>відмінно</i>
6	<i>Заходи зниження антропогенного впливу на річку Вілейн (санітарні норми, регулювання сільського господарства і промисловості)</i>	21.11.23-25.11.23	90	<i>відмінно</i>
7	<i>Прогноз стану вод басейну за окремими показниками. Висновки</i>	26.11.23-29.11.23	90	<i>відмінно</i>
8	<i>Оформлення остаточної електронної версії роботи та передача її на процедуру встановлення ступеня оригінальності, відсутності ознак плагіату та складення протоколу і висновку керівника.</i>	30.11.23-05.12.23	90	<i>відмінно</i>
9	<i>Підготовка остаточної версії магістерської кваліфікаційної роботи та презентаційного матеріалу до публічного захисту в екзаменаційній комісії.</i>	06.12.23-13.12.23	90	<i>відмінно</i>
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)		84,4	

Студент _____ Пейкова З.Р.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Юрасов С.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Пейкова З.Р. Екологічний стан поверхневих вод Франції (на прикладі річки Вілейн)

Магістерська робота присвячена аналізу антропогенного впливу на річку Вілейн (республіка Франція), її водозбірний басейн і лиман з однойменною назвою.

Об'єкт дослідження – екологічний стан вод басейну річки Вілейн.

Предмет дослідження – вплив антропогенних чинників на стан вод басейну річки Вілейн.

Мета дослідження – аналіз впливу антропогенних чинників на стан вод басейну річки Вілейн, прогноз стану вод басейну за вмістом *хлорофілу А*.

Елементи наукової новизни полягають в спробі прогнозу стану вод на басейні річки Вілейн на ближню перспективу за вмістом *хлорофілу А*.

Води басейну річки Вілейн знаходяться під значним антропогенним впливом: на басейні ведеться сільськогосподарська діяльність та знаходяться підприємства промисловості з їх характерними джерелами впливу; відбувається водозабір поверхневих вод на потреби сільського господарства і промисловості; збільшується кількість населення; поширюються урбанізовані території за рахунок відчуження сільськогосподарських угідь. Стоки з сільгоспугідь, зворотні води підприємств та міські господарсько-побутові стічні води скидаються в річку та її притоки і з їх водами потрапляють в лиман Вілейн, який є накопичувачем усіх видів забруднення. При цьому поверхневі води басейну – є основним джерелом централізованого водопостачання. До цих вод вимоги норм ЄС, що містяться в Директивах, дуже жорсткі. Крім того, води басейну мають велике рекреаційне призначення.

Основними джерелами забруднення вод басейну є стік з сільгоспугідь та промислові й комунально-побутові стічні води, за рахунок яких відбувається забруднення вод біогенними речовинами. Одними з показників

цього забруднення є вміст *нітратів* і *хлорофілу А*.

За вмістом нітратів води басейну у більшості випадків відносилися до класів: до 1990 року – «задовільні»; з 1990 по 2000 роки - «погані»; після 1990 року – «задовільні. Пік забруднення приходився на 1990–2000 роки.

В більшості випадків за вмістом *хлорофілу А* води басейну відносяться до класів «добрі» і «задовільні», рідше – до класу «погані», і в окремих випадках – «дуже погані». Найбільша кількість випадків класу вод «дуже погані» спостерігалася у створах р. Вілейн – м. Гіпрі і р. Оуст – м. Сен-Мартен.

В цей час у цілому на басейні спостерігається тенденція до зниження вмісту *нітратів* і *хлорофілу А*.

Негативний тренд показників можна пояснити ефективною природоохоронною діяльністю в цьому басейні: впровадження в життя основних положень Директиви 1975 року і наступних Директив призвело до зниження негативного впливу антропогенних чинників на басейні.

Обсяг і структура роботи. Кваліфікаційна робота магістра має 66 сторінок комп'ютерного тексту. Зміст роботи включає вступ, перелік умовних скорочень, шість розділів, висновки, список використаних джерел, додаток. Робота містить 5 таблиць й 32 рисунків. Список використаних літературних джерел складає 25 найменувань.

Ключові слова: річка Вілейн, поверхневі води, якість вод, *нітрати*, *хлорофіл А*, прогноз стану вод, природоохоронні Директиви ЄС.

ANNOTATION

***Peykova Z.R. The environmental status of surface waters in France
(with the Vilain river taken as an example)***

The master's thesis is devoted to the analysis of the anthropogenic impact on the Vilain River (Republic of France), its catchment basin and the estuary with the same name.

The object of the study is the ecological state of the waters of the Vilein River basin.

The subject of the study is the influence of anthropogenic factors on the state of the waters of the Vilein River basin.

The purpose of the research is to analyze the influence of anthropogenic factors on the state of the waters of the Vilein River basin and to propose measures to reduce this influence.

Elements of scientific novelty analysis of the influence of anthropogenic factors on the state of the waters of the Vilein River basin, forecast of the state of the waters of the basin based on the content of *chlorophyll A*.

The waters of the Vilein River basin are under significant anthropogenic influence: agricultural activities and industrial enterprises with their characteristic sources of influence are located in the basin; surface water is withdrawn for the needs of agriculture and industry; the population is increasing; urbanized areas are spreading due to alienation of agricultural land. Runoff from agricultural land, return water from enterprises, and urban household wastewater are discharged into the river and its tributaries and with their waters enter the Vilein estuary, which is a reservoir of all types of pollution. At the same time, the surface waters of the basin are the main source of centralized water supply. The requirements of the EU norms contained in the Directives are very strict for these waters. In addition, the waters of the pool have a great recreational purpose.

The main sources of water pollution in the basin are runoff from agricultural land and industrial and municipal wastewater, due to which the water is polluted

by biogenic substances. One of the indicators of this pollution is the content of nitrates and *chlorophyll A*.

According to the content of nitrates, the waters of the pool in most cases belonged to the following classes: until 1990 - "satisfactory; from 1990 to 2000 - "bad"; after 1990 - "satisfactory. The peak of pollution occurred in 1990–2000.

In most cases, according to the content of chlorophyll A, pool waters belong to the "good" and "satisfactory" classes, less often - to the "bad" class, and in some cases - "very bad". The largest number of cases of the "very bad" water class was observed in the tributaries of the Vilaine River - Guipri and the Oust River - Saint-Martin.

At this time, there is a tendency to decrease the content of nitrates and chlorophyll A in the basin as a whole.

The negative trend of indicators can be explained by effective environmental protection activities in this basin: the implementation of the main provisions of the Directive of 1975 and subsequent Directives led to a decrease in the negative impact of anthropogenic factors on the basin.

Scope and structure of work. The master's thesis has 66 pages of computer text. The content of the work includes an introduction, a list of conventional abbreviations, six chapters, conclusions, a list of used sources, an appendix. The work contains 5 tables and 32 figures. The list of used literary sources consists of 25 names.

Key words: Vilain river, surface waters, water quality, *nitrates*, *chlorophyll A*, forecast of water status, environmental protection directives of the EU.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

ВСТУП

1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РІЧКИ ВІЛЕЙН

1.1 Географічна характеристика

1.2 Гідрологічна характеристика

1.3 Водойми на басейні Вілейну

2. ХАРАКТЕРИСТИКА БАСЕЙНУ РІЧКИ ВІЛЕЙН

2.1 Геологічна характеристика

2.2 Рельєф

2.3 Ландшафт

2.4 Клімат

2.5 Населення та урбанізація

2.6 Флора і фауна

2.7 Діяльність на басейні Вілейн

3. ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАТОКИ (ЛИМАНУ) ВІЛЕЙН

3.1 Геоморфологія

3.2 Діяльність в затоці Вілейн

3.3 Екологічний стан лиману

4. АНТРОПОГЕННИЙ ВПЛИВ НА БАСЕЙНІ ВІЛЕЙНУ І ЙОГО НАСЛІДКИ

4.1 Урбанізація

4.2 Питне водопостачання

4.3 Вплив сільського господарства

4.4 Вплив промисловості

4.5 Наслідки потрапляння антропогенних речовин

4.6 Потоки поживних (біогенних) речовин в затоку Вілейн

5. ЗАХОДИ ЗНИЖЕННЯ АНТРОПОГЕННОГО ВПЛИВУ НА ВІЛЕЙН

5.1 Санітарні норми

5.2 Регулювання сільського господарства

5.3. Регулювання промисловості

6. ПРОГНОЗ СТАНУ (ВИЗНАЧЕННЯ РИЗИКУ ЗАБРУДНЕННЯ) ВОД БАСЕЙНУ РІЧКИ ВІЛЕЙН ЗА ОКРЕМИМИ ПОКАЗНИКАМИ

6.1 Теоретичні передумови прогнозу стану водних об'єктів
(визначення ризику їх забруднення)

6.2 Прогноз стану вод басейну річки Вілейн за вмістом *хлорофілу А*

ВИСНОВКИ

ПРЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

ДОДАТКИ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

- ЄС – європейське співтовариство;
- SAGE – інструмент планування розвитку та управління водними ресурсами;
- BD CARTO – BD CARTHAGE – база даних тематичної картографії водних відомств та міністерства, відповідального за екологію;
- CAP – агент якості води;
- БСК – (біохімічне споживання кисню) , критерій рівня забруднення водойми органічними речовинами;
- DDTM 35 – Відомче Управління Територій і Моря;
- карта МАЖ12 – ставки та водойми;
- карта G16 – штучні території за муніципалітетами у 2006 році;
- карта G2 – загальна карта басейну Вілен.

ВСТУП

Актуальність проблеми. Річка Вілейн знаходиться на заході Франції. Водозбірний басейн Вілейну включає води самої річки, її притоків (найбільшим з яких є Оуст) і води лиману з однойменною назвою, який є естуарієм річки.

Води басейну річки Вілейн знаходяться під значним антропогенним впливом: на басейні ведеться сільськогосподарська діяльність та знаходяться підприємства промисловості з їх характерними джерелами впливу; відбувається водозабір поверхневих вод на потреби сільського господарства і промисловості; збільшується кількість населення; поширюються урбанізовані території за рахунок відчуження сільськогосподарських угідь. Стоки з сільгоспугідь, зворотні води підприємств та міські господарсько-побутові стічні води скидаються в річку та її притоки і з їх водами потрапляють в лиман Вілейн, який є накопичувачем усіх видів забруднення. При цьому поверхневі води басейну – є основним джерелом централізованого водопостачання. До цих вод вимоги норм ЄС, що містяться в Директивах, дуже жорсткі. Крім того, води басейну мають велике рекреаційне призначення. Таким чином, аналіз джерел забруднення поверхневих вод басейну річки Вілейн та пропозиція заходів покращення його екологічного стану є актуальним завданням.

Об'єкт дослідження – екологічний стан вод басейну річки Вілейн.

Предмет дослідження – вплив антропогенних чинників на стан вод басейну річки Вілейн.

Мета дослідження – аналіз впливу антропогенних чинників на стан вод басейну річки Вілейн, прогноз стану вод басейну за вмістом *хлорофілу А*.

Завдання дослідження:

- за даними літературних джерел надати загальну характеристику річки Вілейн, його водозбірного басейну і лиману Вілейн;
- виконати аналіз екологічного стану вод басейну річки Вілейн, джерел

забруднення, відів забруднення, визначити основні показники стану вод;

- виконати прогноз стану (ризик забруднення) вод басейну за вмістом *хлорофілу А*.

Елементи наукової новизни полягають в спробі прогнозу стану вод на басейні річки Вілейн за вмістом *хлорофілу А*.

Матеріали і методи дослідження.

В роботі використана нормативні джерела з екологічних питань і технічна література республіки Франція з інформацією про басейн річки Вілейн.

Дослідження в роботі виконані з використанням *методів* порівняльного аналізу, математичної статистики (первинна і вторинна статистична обробка), лінійного регресійного аналізу.

Обсяг і структура роботи. Кваліфікаційна робота магістра має 66 сторінок комп'ютерного тексту. Зміст роботи включає вступ, перелік умовних скорочень, шість розділів, висновки, список використаних джерел, додаток. Робота містить 5 таблиць й 32 рисунків. Список використаних літературних джерел складає 25 найменувань.

1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РІЧКИ ВІЛЕЙН

1.1 Географічна характеристика

Вілейн – річка на заході Франції. Маючи довжину 230 км, вона бере початок на пагорбі Жувіньє, на висоті 150 м і впадає в Атлантичний океан. Річка перетинає 2 регіони: Бретань і Пеї-де-ла-Луар і 4 департаменти: Майєн, Іль і Вілейн, Атлантична Луара і Морбіан.

Водозбір, площею 10 400 км², стосується ще двох департаментів, Кот-д'Армор і Мен та Луара. У цьому басейні з населенням 1 млн жителів середня щільність становить 100 жителів/км². Ренн, його агломерація та берегова лінія складають фактор тяжіння і представляють більше 1/3 населення.



Рис. 1.1 – Карта басейну Вілейн

Басейн Вілейн поділяється на 22 «континентальні» суббасейни (водозбори головних приток рангу 2 або 3, а також ділянки осей Ост і Вілейн) і естуарний суббасейн, що об'єднує морську область і улоговини схилів прибережних річок, що впадають у море нижче за течією Арзальської греблі. Найкрутіші схили знаходяться на Ліє та вище за течією Оуст, потім Клає, середній Оуст, нижній течії Оуст, Арз. Наступну групу складають Афф Вест і Нініан, потім круті схили менш значні на середній Вілейн, Вілейн-аваль, Івель (званий Хіве в Кот-д'Армор), Афф-ест, Вілейн вище за течією, Шевре, Емнон.

Група, що складається з Іль, Шер, Майєн, Сейш, Флум, демонструє «плоскі» рельєфи, які ще менш виражені для Дону та Ісака. Спрощена геологічна карта (HG1), прокоментована в розділі, присвяченому підземним водам, показує тісний зв'язок між цим рельєфом і геологічними утвореннями.

Периметр SAGE та перелік муніципалітетів, які його складають, визначені міжпрефектурним указом від 3 липня 1995 року, прийнятим після консультації з громадами щодо проекту периметра. Він об'єднує 515 муніципалітетів із 535, які перетинаються, у точному географічному розумінні, топографічними межами водозбору відповідно до бази даних BD CARTO - BD CARTHAGE.

Цей периметр охоплює весь водозбір Вілейну та її приток, включаючи великий водозбір Оусту. Після першого проекту, який був предметом консультацій, проведених у 1993 році, він також охоплює, після другої консультації в 1994 році, прибережні водозбори, що сходяться до затоки Вілейн між Пуент-Сен-Жак на півночі та Пуент-дю Кастеллі, на південь. Це розширення до морської області було бажаним для кращої інтеграції прибережних проблем, пов'язаних з теригенними надходженнями, у програми дій на континентальних водозборах. З точки зору адміністративного поділу, сфера дії SAGE стосується 2 регіонів: Бретань і Пеї-де-ла-Луар (відповідно 79 і 21% «континентального» басейну), а також 6 департаментів: Іль і Вілейн (42%), Морбіан (28%), Луара Атлантична (19%), Кот д'Армор

(9%), Майєн (1,5%), Мен і Луара (0,5%).

1.2 Гідрологічна характеристика

Народившись на висоті 150 м, Вілейн має дощову воду, кількість опадів у басейні коливається від 650 до 900 мм. Басейн дуже рівнинний, течії дуже повільні, ця повільність підкреслюється, зокрема, на дамбі Арзаль, яка спричиняє протяжність 80 км вище за течією від дамби.

Вілейн має особливо важливу головну притоку, перпендикулярну до неї - Оуст. Ця притока має важливе значення для режиму Вілейн, особливо в періоди повеней.

Незважаючи на вологість бретонського ландшафту, вода залишається погано зберігаючись в землі басейну Вілейн. Ця проблема посилюється низькою швидкістю течії в басейні. Маловоддя справді є дуже сильним у літній період.

Для лівобережних приток Вілейну проблема є значною, оскільки літні припливи дуже низькі.

З іншого боку, притоки на правому березі, природно, мають кращий потік, завдяки послідовності опадів і субстрату, який утримує воду. Але Ост, з іншого боку, страждає від вираженого низького рівня води.

Цей низький рівень води може завдати шкоди функціонуванню природного середовища, але також для забору питної води, ця слабкість також може створити якісні проблеми: більше самоочищення, підвищений ризик евтрофікації, більше розбавлення скидів стічних вод.

Низький рівень води на постійній позначці підтримується вище за течією Вілейн за допомогою 3 дамб, які належать Генеральній раді Ілль і Вілейн і керуються змішаним союзом. Але нижче за течією підтримка низького рівню на постійній позначці не відбувається.

Дамба Арзаль дозволяє підтримувати воду нижче за течією Вілейн, але не забезпечує низької води в нижній течії Вілейну.

Найбільшу підтримку низькій воді забезпечує санітарна станція Ренна, яка скидає близько $0,35 \text{ м}^3/\text{с}$.

Проблема нестачі води розглядається в SAGE, оскільки вона впливає на якісні та кількісні аспекти питної води. Він планує класифікувати Вілейн як зону водорозподілу.

Паводки в цьому басейні – це повільні низинні повені, це зимові повені внаслідок сильних дощів. Вони створюють проблеми, зокрема, в регіоні Редонне, який затоплюється під час повеней Оуст і Вілейн, а також у містах Ренн, Малестру, Шатобріан і Вітре, які також зазнають повеней.

Падіння залежить від евакуаційної спроможності дамби Арзаль, яка здатна евакуювати до $1,5 \text{ тис. м}^3/\text{с}$.

У листопаді та грудні 2000 року, а також у січні 2001 року пройшла серія сильних дощів, які спричинили виняткову послідовність повеней.

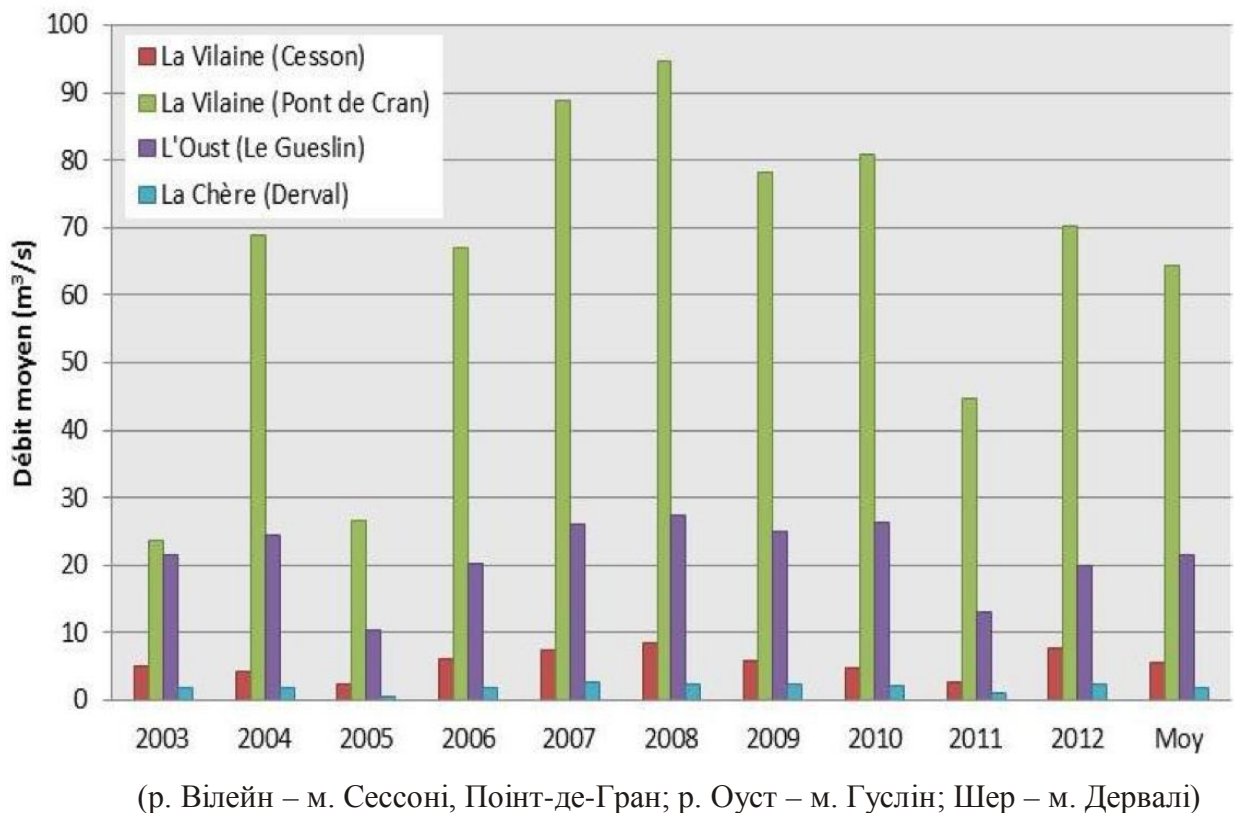


Рис. 1.2 – Середні річні витрати, зареєстровані на різних станціях басейну, з 2003 по 2012 рр.

1.3 Водойми на басейні Вілейну

Інвентаризація, проведена в 2003 році (інвентаризація, проведена на аерофотознімках), приводить до 17300 ставків площею понад 1000 м² у водозборі Вілейн; відрахувань мало (карта МАЖ12). Починаючи з середньовіччя, ці ставки створювалися у великій кількості, щоб задовольнити вимоги релігійної практики та продовольчі потреби населення, щоб напувати худобу та, меншою мірою, для зрошення землі. Сьогодні їх збільшення, окрім тих, що пов'язані з певним використанням (гравійні кар'єри, зрошення, рибництво тощо), зумовлено багатьма факторами. Перш за все слід зазначити, що геотехнічні умови для їх створення легкі, особливо на сланцях і водонепроникних корінних породах. Так само гідрологічні умови практично забезпечують їх щорічне заповнення. Їх створення по суті відповідає використанню, пов'язаному з риболовлюю та/або відпочинком. В останні роки спостерігається зменшення запитів на створення, ймовірно, пов'язане з більш суворим застосуванням водною поліцією конкретних правил і рекомендацій.

Певні водойми можуть виявитися цікавими з екологічної точки зору (приклад гравійних кар'єрів на півдні Ренна). Проте кумулятивний негативний вплив залишається високим і часто пов'язаний із щільністю цих водойм. Треба звернути увагу на вплив безперервності (для водойм на руслах), евтрофікацію води та високу біологічну продуктивність, яка прискорює замулення, значне випаровування під час періодів низького стоку та заміну біологічно більш функціональних водно-болотних угідь.

Розташовані загалом на осі водотоків, управління цими ставками загалом не дозволяє розвивати збалансовані екосистеми. Навпаки, вони створюють неприємності для навколишнього середовища і особливо для поверхневих вод, з якими вони контактують. Деякі великі водойми обладнані інфраструктурою, призначеною для водного дозвілля.

2 ХАРАКТЕРИСТИКА БАСЕЙНУ РІЧКИ ВІЛЕЙН

2.1 Геологічна характеристика

З геологічної точки зору, басейн спирається на давню основу, Армориканський масив (540-300 мільйонів років тому), з сильно метаморфізованими породами осадового походження (пісковики, сланці, гнейс)...) і плутонічний (граніти). Третинний і четвертинний осадові басейни невеликі, за винятком басейну Ренна. Історія давня і складна, а сучасний рельєф відзначений як давньою складчастістю, так і врізаністю долин річок Оуст і Вілейн. У цьому геологічному контексті неможливо знайти великі водоносні горизонти. Таким чином, басейн має деякі алювіальні водоносні горизонти помірного розміру, а також цікаві водоносні горизонти, пов'язані з геологічними басейнами третинного походження.

Таким чином, басейн Ренна є об'єктом кількох наукових досліджень і розвідувальних програм. Однак підземні води, які найбільше експлуатуються, залишаються тісно пов'язаними з поверхневими водами, як з алювіальних водоносних горизонтів, так і зі змінених корінних порід. Дуже часто їх експлуатують численними неглибокими свердловинами. Глибоко тріщинуватий фундамент, живлений альтерітовими горизонтами, експлуатується менше.

Після кількох років, які показали певний дефіцит знань і моніторингу підземних вод у басейні, п'єзометричні і хімічні моніторинги тепер адекватні.

2.2 Рельєф

Басейни річок Оуст і Афф, розташовані нижче за течією, а також басейни Ілле і Шевре характеризуються сильною присутністю лісів і гаїв. Наявність пустощів і густих бокажів часто асоціюється з цими лісами, які в основному складаються з листяних дерев.

На низьких сланцевих плато більш глибокі ґрунти сприяють оранці; тому луки є меншістю в цих областях.

У пісковикових рельєфах або гранітних масивах з глибокими долинами (верхівки басейнів Оуст, Ліє та Нініан) бідні ґрунти сприяли утриманню луків і густих бокажів.

Урбанізація дуже помітна в басейні Ренне, а також на узбережжі, пов'язана з сильним туристичним тиском (особливо на правому березі Вілейн через привабливість затоки Морбіан). За береговою лінією дифузна урбанізація поширюється вглиб глибинки аж до рівня Квестембера та Рошфор-ан-Терра.

2.3 Ландшафт

З загальної точки зору басейн Вілейн ділиться на п'ять ландшафтних одиниць:

- ландшафт, культивованим рагосами: на низьких сланцевих плато глибші ґрунти сприяють оранці; тому трав'яні площі в меншості. Цей ландшафт має домінуючий характер у територіальному масштабі. Методи обрізки живоплотів, характерні для ландшафтів Верхньої Бретані, зокрема в басейні Ренна. Цей бокаж часто зникав із розширенням ділянок, поступаючи локально місцем нео-відкритому полі, особливо на околицях басейну Вілейн на басейні Понтіві-Лудеак;

- лісистий ландшафт і гаї: окремі ландшафти басейну характеризуються сильною присутністю деревини або у вигляді гаїв (нижчі за течією басейни Оуст і Афф, а також басейни Іль і Шевре). Наявність пустощів і густих бокажів часто асоціюється з цими лісами, які в основному складаються з листяних дерев;

- ландшафт щільних бокажів на пагорбах: у рельєфах пісковика або гранітних масивів з глибокими долинами (верхівки басейнів Оуст, Ліє та Нініан), бідні ґрунти сприяли збереженню щільної та трав'яної поверхні.

Аграрна морфологія складається з невеликих ділянок луків, оточених мережею живоплотів;

- урбанізований прибережний ландшафт: він інтенсивний на узбережжі, пов'язаний із сильним туристичним тиском (зокрема, на правому березі Вілейн, який отримує користь від привабливості затоки Морбіан), але також через менший опір сільськогосподарських угідь. За межами узбережжя дифузна урбанізація поширюється глибоко у внутрішні райони аж до рівня Квестембера та Рошфор-ан-Терре, що часто супроводжується значним збільшенням лісопосадок і, зокрема, соснових лісів;

- ландшафт прісноводних водно-болотних угідь: нижче за течією басейну дуже низький і рівнинний рельєф ускладнює водний потік і сприяє зволоженню. У досить відкритому сільськогосподарському ландшафті численні болота, ставки чи невеликі озера локально з'єднані мережею каналів. Тому вода дуже присутня і позначає ідентичність цих ландшафтів і пов'язаних з ними практик.

2.4 Клімат

Басейн річки Вілейн підпорядкований океанічному клімату. Однак відмінності існують через великий розмір басейну. Таким чином, середня річна кількість опадів відрізняється від 700 мм (сектор Ренн і південний Ренн) до 1000 мм (на південний захід від Редона). Середні річні температури менш мінливі і коливаються в межах 11,5-12,5°C в басейні. Прогнози, що стосуються зміни клімату від теперішнього часу до 2050-2070 рр., показують можливу зміну температури (+2°C), мінливість опадів (більш посушливе літо та дощова зима з епізодами сильних дощів) і низькі рівні води, які очікуються, сильно підкреслюються.

Сукупна кількість опадів (погода Франції: 1981 - 2010) на басейні річки Вілейн показана на рис. 2.1.

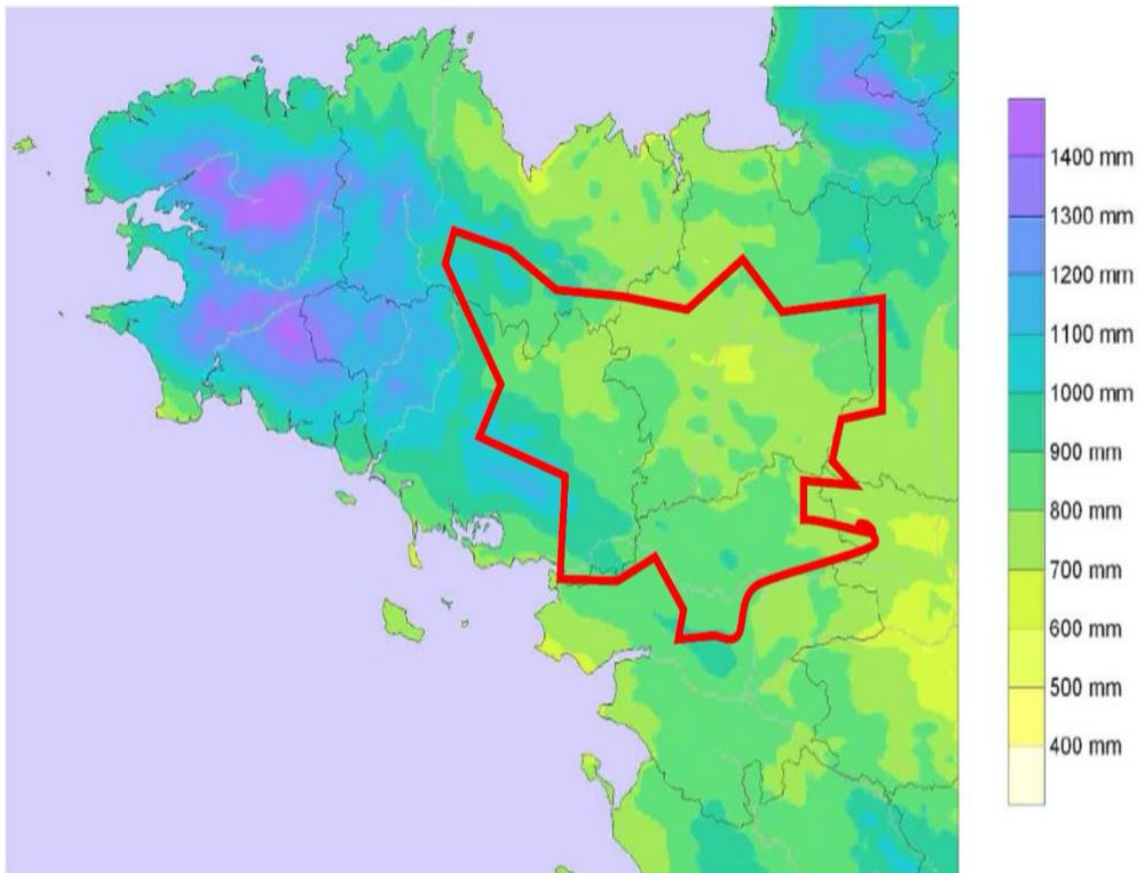


Рис. 2.1 – Сукупна кількість опадів

2.5 Населення та урбанізація

У 2012 році в басейні Вілейн проживало 1,26 мільйона жителів, що на +13,5% більше, ніж у 1999 році. Середня густина становить 107 жителів/км², але в басейні спостерігається сильна різниця, з концентрацією населення у великих і середніх Міста розміром (Ренн, Вітре, Шатобріан, Лудеак, Плоермель...), їх околиці та в прибережному секторі (Геранд, Мюзіак, Сарзо...). Надворі щільність швидко зростає до 50 жителів/км². Висока щільність населення також позначає вісь річки, оскільки муніципалітети, що межують з Вілейн, об'єднують майже 31% загального населення басейну, а муніципалітети, що межують з Оустом, - 5%. 17 прибережних муніципалітетів представляють 4% населення басейну Вілейн.

Штучно створені території (підрозділи, зони діяльності, мережі доріг,

різноманітна інфраструктура) мають значення та розподіл у всіх відношеннях подібні до щільності населення (карта G16). Басейн Ренна є важливим перехрестям для спілкування, зустрічей та обмінів (карта G2), стратегічне розташування якого було підсилене зусиллями відкрити дороги (дорожній перетин RN175/157/137/24/12), розвиток залізничних ліній (лінії до Парижа) та відкриття у 2012 році аеропорту Ренн – Сен-Жак де ла Ланд. Динаміка населення (карта G15) чітко пов'язана з впливом міських районів із явним зростанням населення (>30%) у другому передмісті Ренна (Сектори Жанзе, Бен-де-Бретань, Монфор-сюр-Мей, Сен-Обен 'Aubigne), Vannetaise (сектори Le Gorvello, Elven) і Nantaise (Le Gavre, La Grignonais, Plesse). Перше кільце розвивається менш значно, а центральне місто залишається стабільним (Ренн). Головні дороги, а також привабливі прибережні території також демонструють позитивні зміни. У деяких секторах спостерігається зменшення чисельності населення (зокрема, у верхів'ях Оуста).

2.6 Флора і фауна

Серед мігруючих риб у басейні зустрічаються лосось, морська форель, мінога морська, мінога річкова, мінога удавана, кумжа велика та вугор.

Всі мігруючі риби присутні в невеликих кількостях, тому що вони стикаються з проблемами такими як підйоми, особливо для вугра, шера та лосося на Оусті, перешкоди, що заважають доступу до місць нересту, надмірний вилов, особливо вугра. Наявність присутності ссавців таких як видри та Нутрії, виду колонізатор, які добре прижилися в басейні та сприяють підкресленню крихкості берегів.

Басейн Вілейн характеризується також кількома інвазійними видами рослин. Вони є інвазивними екзотичними видами через їх широке поширення та швидкий розвиток. Розвитку інвазійних рослин часто сприяють зміни у функціонуванні або ослаблення біотопів, що можна віднести до діяльності людини на водозборі, наприклад підвищення трофічного рівня води або

регулювання швидкості течії.

Їх інвентаризація вимагає тривалих польових обстежень. Крім того, важливо працювати в мережі для збору даних у масштабі басейну Вілейн.

Основними видами, що колонізують басейн, є:

- для флори: юссі, егерія густа, водяник бразильський, спориш азіатський, інст – протягом кількох десятиліть, а також *Hydrocotyle* і *Helm's Crassula* знайшли більше спорадично;

- фауна: переважно нутрія та луїзіанські раки.

Хоча ця проблема стосується всього басейну, сектор Редон є сильно колонізованою територією (водотоки та болота) через низькі схили та зв'язок різних середовищ.

Вплив цих видів відчувається як на екосистемах (навколишнє середовище та види), так і на використаннях (судноплавство, рибальство тощо). Спеціальні методи управління впроваджуються основними менеджерами водних шляхів і басейновими союзами, щоб зупинити їх розвиток. Суми, які необхідно виділити, є значними, але для обмеження впливу необхідне щорічне управління; це, як правило, залишається дешевшим, ніж одноразові дії, і більш дбайливим до навколишнього середовища.

Постійною проблемою є все ще широке використання та продаж цих видів через брак регулювання та знань.

2.7. Діяльність на басейні Вілейн

Економічна діяльність є дуже стійкою та диверсифікованою нижче за течією вододілу (туризм, діяльність портів тощо), навіть якщо там є сільськогосподарська діяльність та агропродовольча промисловість.

Вгорі за течією, активність, більшою мірою залежить від сільського господарства та найважливіших агропродовольчих галузей у басейні.

На узбережжі, сильно розвинена туристична діяльність. По всій

території зросла туристична інфраструктура та заходи: ресторани, туристичне житло, магазини, спортивні заходи, водні види спорту тощо. Літо відзначається піком туристичної активності.

Поряд з розвитком туризму, примножуються також спорт і відпочинок на воді : купання, задоволення, любительське рибальство,

каное- каяк, вітрильна дошка, кайтсерфінг та яхтинг.

Зони портової діяльності басейну поділяються на три типи: рибальські, комерційні порти (Сен-Мало) і пристані. Порт Сен-Мало, що становить національний інтерес, є одночасно комерційним портом, рибальським і розважальним. На економічному рівні це важливий елемент з точки зору діяльності та робочих місць, створених на решті території.

Інші порти є муніципальними пристанями.

3. ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАТОКИ (ЛИМАНУ) ВІЛЕЙН

3.1 Геоморфологія

Загальна морфологія лиману Вілен дозволяє виділити два основних сегменти. Перший – це зовнішня затока, вона відповідає найширшій частині затоці, що безпосередньо сполучається з океаном. Вона розташованій між пунктами Халгуен і Пенн-Ланн і Скал. Другий – це внутрішня затока, вона відповідає найвужчій частині, нижньою межею якої є точка затоки на захід від Трегігіє, а верхньою межею – гребля Арзаль.

3.2 Діяльність в затоці Вілейн

Лиман Вілейн позначає гирло річки у відкритому морі, де відчувається вплив припливів. Це місце зустрічі між солоною та прісною водою, в якій багато поживних речовин, з дуже значним біорізноманіттям і багатьма пов'язаними з цим видами діяльності.

Затока Вілен є одним із головних регіонів виробництва мідій у Франції. В лимані виробництво мідій коливається між 3500 і 4000 тоннами на рік із 65000 тонн, що виробляються щорічно у Франції. Розведення устриць розташоване в річці Пенерф і в басейні Мес, розташованому на південь від естуарію.

Завдяки своєму великому біологічному багатству, лиман Вілен також має добре розвинену рибальську діяльність. Виловлюється багато видів риб, таких як скляний вугор, морський язик, морський окунь, барабулька, буко (сіра креветка), рігадос (півники).

Створення дамби Арзаль, завдяки регулюванню рівня водойми вище за течією, дозволило розвивати прогулянкові човни, які стали основною туристичною діяльністю на Вілейні. З початку 2000-х років через шлюз Арзальської греблі щороку проходить близько 16000 човнів.

Лиман є єдиним виходом з водозбору Вілейн. Таким чином, він є основним резервуаром для скидів у басейні Вілейн, що призводить до декількох тисків на нього.

3.3. Екологічний стан лиману

Таблиця нижче вказує на стан води лиману який був оцінений стосовно хімічних характеристик, з одного боку, та екологічного функціонування, з іншого. У першому випадку були враховані такі параметри як концентрація поживних речовин (азоту та фосфору), що попадають під зелений колір (Bon) говорячи про невелику концентрацію поживних речовин у воді. Стосовно біології, на таблиці можна побачити, що водні організми такі як водорості, риби та безхребетні мають дуже добрий стан (Tres bon). Загалом лиман має добрий екологічний стан.

Etat chimique*	Bon X	Mauvais	Etat de FRGTZ			Bon
Etat écologique**	Très bon	Bon X	Moyen	Médiocre	Mauvais	
Détails de l'évaluation de l'état écologique						Non pertinent
• Biologie	Poisson Macroalgues opportunistes (ulves)					Phytoplancton (ML turbide) angiospermes (zostères)
• Physico chimie		Nutriments				
• Hydromorphologie		Inférieur au très bon état (MEFM)				
* Niveau de confiance élevé						
** Niveau de confiance moyen						

Примітка: tres bon – дуже добре; bon – добре; moyen – середнє; mediocre – погане; mauvais – жахливе.

4 АНТРОПОГЕННИЙ ВПЛИВ НА БАСЕЙНІ ВІЛЕЙНУ

4.1 Урбанізація

Густота населення

У 2007 році в басейні Вілейн проживало 1,3 мільйона жителів.

Спочатку населення розподіляється навколо ядра агломерації Ренн. Більш щільні райони знаходяться в мережі міст середнього розміру : Вітре, Редон, Шатобріан, Лудеак, Плоермель і Малестру. Ця щільність також відносно вища вздовж головних доріг цієї території, включно з 4 дорогами, що виїжджають з Ренна.

Також відзначається вплив агломерації Нант на південну частину басейну (Блен, Нор-Едре), а також на узбережжя та агломерацію Ванн (Геранд, Музіак-Сарзо).

За межами цих різних пунктів, або близько половини муніципалітетів у басейні Вілейн, щільність становить менше 50 жителів/км² (середнє національне значення = 112 мешканців/км² – INSEE 2007).

Мінливість населення

Динаміка населення пов'язана з впливом міст і головних доріг, а також привабливих територій, таких як узбережжя. Значне зростання більш ніж на 20% відбувається в другому передмісті Ренна (Жанзе, Бен-де-Бретань, Сент-Обен-д'Обіньє), Нанті (Норт-Едрє) і Ванні (Ельф). Перше кільце розвивається менш значно, а центральне місто залишається стабільним (Ренн). Збільшення населення також спостерігається меншою мірою в містах середнього розміру, таких як Вітре, Редон і сектор Плоермель-Жослен-Малестройт.

Це зростання помітно в таких містах, як Шатобріан. Еволюція популяції навіть має тенденцію до зменшення на північному сході Шатобріана, на рівні Гер – ла Гасілли та більш значно в секторі Лудек – Мердріньяк – Жослен із падінням більше ніж на 5% у Трініте-Порхе.

Штучні поверхні

Штучні поверхні (підрозділи, зони діяльності, дорожні мережі, різноманітні інфраструктури) були ідентифіковані за допомогою супутникових фотографій та інтегровані в базу даних CORINE LAND COVER.

Важливість штучних поверхонь багато в чому схожа на щільність населення. Таким чином, штучність виражена в головних містах та їхніх агломераціях, а також на узбережжі.

Еволюція цієї артифікації (з 2000 по 2006 рік) є значною на рівні міської агломерації Ренн і навіть для міст Вітре та Сен-Меен-ле-Гран. Цей розвиток відбувається менш суттєво для міст Жослен, Плормель, Бен-де-Бретань і Шатобріан.

Південна половина басейну стає відносно більш штучною через динаміку, пов'язану з береговою лінією та агломераціями Ванна та Нанту.

4.2 Питне водопостачання

Постачання питної води стало «спільною ниткою» SAGE, опублікованої в 2003 році: «перший принцип спрямований на підтвердження того, що дії щодо відновлення та захисту якості питної води є керівною ниткою всіх рекомендацій SAGE та керівництвом для всіх дій. Щодо управління водними ресурсами в басейні, загальна мета якості, незалежно від притоки, полягатиме у дотриманні параметрів, які дозволяють зробити воду питною для споживання. Без упередження напрямків, прийнятих CLE, ми можемо розумно вважати, що з проживаючою територією понад мільйон людей постачання питної води залишатиметься фундаментальним питанням, а її задоволення – одним із пріоритетів нового SAGE.

Водозабір, призначений для споживання людиною, становить приблизно 68 млн.м³/рік, або більше 80% від загального обсягу, який забирається з басейну. Підземні водозабірні найбільші (понад 200), але на них

припадає лише 30% об'ємів, призначених для питної води (20,5 млн. м³ на рік). Вони поширені дифузно по території, за винятком південно-східної частини (в басейні Ісаака зафіксовано лише один водозабір). Кількість поверхневих водозбірних басейнів менша (25 зареєстровано в басейні) за значно більшого загального об'єму (66 млн.м³/рік). Лише водозабір із Фереля (південна частина басейну), Шезе (агломерація Реннез) і Вілейна вище за течією (Вітре/Шатобур) становить понад 30 млн.м³/рік, або більше 40% від загального обсягу, що використовується для питної води.

Розподіл водозабору протягом року змінюється залежно від положення водозбору в басейні та сектору водопостачання: у південній, прибережній та туристичній частині піки споживання зосереджені в літній період. У районі Ренна літо відповідає більш повільному періоду, коли студенти виїжджають.

4.3 Вплив сільського господарства

Відбір вод на сільськогосподарські потреби

Вилучення вод на потреби сільського господарства є майже виключно поверхневим вилученням. Вони представляють кількісно найнижчу частку обсягів, взятих з басейну (близько 2,5 млн.м³/рік), вони зосереджені на маловодний період (травень-жовтень), де ресурс є найбільш крихким. Було визначено 180 точок водозбору, розподілених відносно дифузно по всьому басейну, з одиничними обсягами від 10 тис.м³/рік до 100 тис.м³/рік.

Можна виділити три типи забору: забір з водотоків або алювіальних ґрунтових вод (що представляє прямий тиск, який чиниться на ресурс), забір із глибоких ґрунтових вод (що представляє тиск на ресурс, але відкладений у часі), і зразки, призначені для живлення зимових резервуарів. Останні дають змогу обмежити навантаження на ресурс при низькій витраті, оскільки об'єм відбирається взимку, коли кількість води є великою (шляхом закачування у водотоку, у водоносний горизонт або перехопленням стокової води), зберігається в резервуарі, потім використовується при низькій витраті без

додаткового зливу ресурсу. Проте поширення таких забудов неминуче призводить до питання про їх вплив на загальний гідрологічний цикл басейну, і, зокрема, про їх реальну відсутність впливу при низькій течії.

Карти, представлені в атласі, не розрізняють різні категорії вибірки, згадані вище. Цей аналіз буде уточнено пізніше.

Крім того, на даний момент були зареєстровані лише зразки, які оплачуються водним агентством. Таким чином, загальні обсяги, призначені для зрошення, занижені, без можливості вказати на дату, в якій пропорції. Буде проведено додатковий аналіз, щоб спробувати визначити порядки величини цих обсягів, які не підлягають роялті.

4.4 Вплив промисловості

Потоки речовин

Басейни Вілен вище за течією, Меу, Сейш і Вілен нижче за течією є басейнами, які найбільше постраждали від потоків забруднення від ізольованих промисловців.

Що стосується азоту, ми в основному знаходимо басейн Вілен вище за течією з потоком понад 80 кг/день і басейн Меу з потоком між 60 і 80 кг/день.

Що стосується фосфору, найбільше постраждали басейни Сейш і Вілен, що знаходяться нижче за течією, з витратами від 20 до 30 кг/день. Верхній за течією басейн Вілен також зазнає впливу, з потоком від 15 до 20 кг/день.

Що стосується органічної речовини, басейни вище за течією Сейш і Вілен зазнають впливу потоку, що перевищує 400 кг/день. Нижчі за течією басейни Меу та Вілен також зазнають впливу з потоком від 300 до 400 кг/добу.

Що стосується металів і металоїдів, басейн Сейші зазнає сильного впливу скидів нижче за течією басейну. Інший значний скид впливає на

басейн Вілен нижче за течією.

Промисловий водозабір

Промисловий водозабір становить близько 10 млн.м³/рік у басейні. Їхня кількість більш обмежена (виявлено 70 водозаборів), а обсяги розподілені більш-менш рівномірно протягом року. На місцевому рівні вони можуть спричинити значний тиск на ресурс: лише завод Entremont у Малестройте становить більше половини загального промислового вилучення.

Так само, як і для зрошення, було зареєстровано лише водозабір, що підпадає під оплату водного агентства, що призводить до недооцінки кількості водозбірних басейнів та загального обсягу забору та вимагає додаткової інформації, яке буде проведено пізніше.

Усього забори з басейну Вілен становлять приблизно 81 млн.м³/рік, з яких 84% призначено для питної води, 13% для промисловості та 3% для зрошення. 70% зібраного обсягу беруть з поверхні.

Всього в басейні понад 450 точок відбору вод. Великі водозбірники питної води зосереджують більшість обсягів забору, однак ми спостерігаємо дифузну мережу велика кількість малооб'ємних проб. Таким чином, тиск, який чиниться на ресурс, розподіляється географічно відносно однорідним чином, за винятком південно-східної частини басейну (суббасейн Ісак), який є відносно збереженим.

Треба звернути увагу на недостатню обізнаність про відбір води для зрошення, який часто невідомий і тому, ймовірно, дуже недооцінений.

4.5 Наслідки антропогенного впливу

Еволюція населення і, як наслідок, штучні поверхоні швидше за все зростає в басейні Вілен, з більш значними центрами ущільнення.

Динаміка чисельності населення пов'язана з впливом міських районів і основних доріг, а також привабливих районів, таких як узбережжя. Значне

зростання більш ніж на 20% відбувається у других передмістях Ренна, Нанта та Ванна. Артифікація цих територій відбувалася пропорційно між 2000 і 2006 роками.

Ці антропогенні навантаження можуть мати вплив на водне середовище, повені, якість води, задоволення від використання, через збільшення вразливості водних середовищ, збільшення швидкості переносу забруднюючих речовин у водне середовище (гідроізоляція, відсутність буферних зон тощо), більшого тиску з точки зору тиску забруднення води.

Значна урбанізація, може привести до значної штучності прибережних територій (див. карту еволюції штучності в басейні) та більш швидких скидів у прибережні води.

Значний туристичний тиск, дуже сильно впливає на споживання питної води та санітарні умови влітку; також існує значний тиск на природне та водне середовище внаслідок проведення дозвілля в прибережній зоні.

4.6 Потоки забруднювальних речовин в затоку Вілейн

Пестициди

Пестициди, якщо говорити про продані обсяги, в основному використовуються фермерами. За даними "Будинку Споживання та Навколишнього Середовища", коефіцієнт передачі використаної кількості становитиме 3% для сільськогосподарського використання та від 8 до 40% для окремих осіб і громад. Частка відповідальності за забруднення води становить приблизно 3/4 для фермерів і 1/4 для окремих осіб і громад.

За період 2000-2009 рр. кількість молекул, по всій території басейну, значно зросла (331 молекула у 2000 р. порівняно з 890 у 2009 р.). Серед молекул, які найчастіше зустрічаються у водних шляхах, є чотири сімейства фітосанітарних продуктів: загальні гербіциди, гербіциди для польових кущів, гербіциди для кукурудзи та гербіциди для зернових. Гліфосат і його метаболіт АМРА, ацетохлор, ізопротурон, бентазон, диметенамід,

метолахлор, 2,4 D і 2,4 МСРА є молекулами, які часто перевищують поріг 0,1 мкг/дм³. На водозаборі «Дрезет» при індивідуальних концентраціях молекул нижче нормативу неодноразово було перевищено поріг 0,5 мкг/дм³ у сукупних концентраціях.

Нітрати

Понад 90% нітратів надходить з орних ґрунтів шляхом вимивання при відновленні стоку та під час високої води. Нітрати безпосередньо впливають на якість прибережних вод, оскільки ці поживні речовини сприяють активації фітопланктону та цвітіння зелених водоростей. У прісній воді його вплив відчувається на річках з низькою енергією або з високою швидкістю стадії.

Стан водних об'єктів, відмічений за 2010 рік за критеріями ВРД в основному добрий (менше 50 мг/дм³). Однак, згідно з класифікацією SEQ'Eau, майже всі суббасейни класифікуються як посередні, або навіть погані для 5 з них (Сейше, Семнон, Оуст вище за течією, Нініан і Оуст середній); тільки Ісак класифікується в хорошому стані. На рис. 4.1 – 4.8 показано вміст нітратів в річки Вілейн і його притоці Оуст в різних створах. В табл. 4.1 надано класифікація вод за вмістом нітратів.

За вмістом нітратів води басейну у більшості випадків відносилися до класів (рис. 4.1 – 4.8): до 1990 року – «задовільні»; з 1990 по 2000 роки – «погані»; після 1990 року – «задовільні». Тобто, пік забруднення приходився на 1990 – 2000 роки.

Таблиця. 4.1 – Класифікація якості вод за вмістом *нітратів*

Класи якості вод за вмістом <i>нітратів</i>				
[0-10 mg/L] дуже добрі]10-18 mg/L] добрі]18-30 mg/L] задовільні]30-50 mg/L] погані	>50 mg/L дуже погані

Це можна пояснити ефективною природоохоронною діяльністю в цьому басейні: впровадження в життя основних положень Директив 1975 року і наступних Директив призвело до зниження негативного впливу антропогенних чинників на басейні.

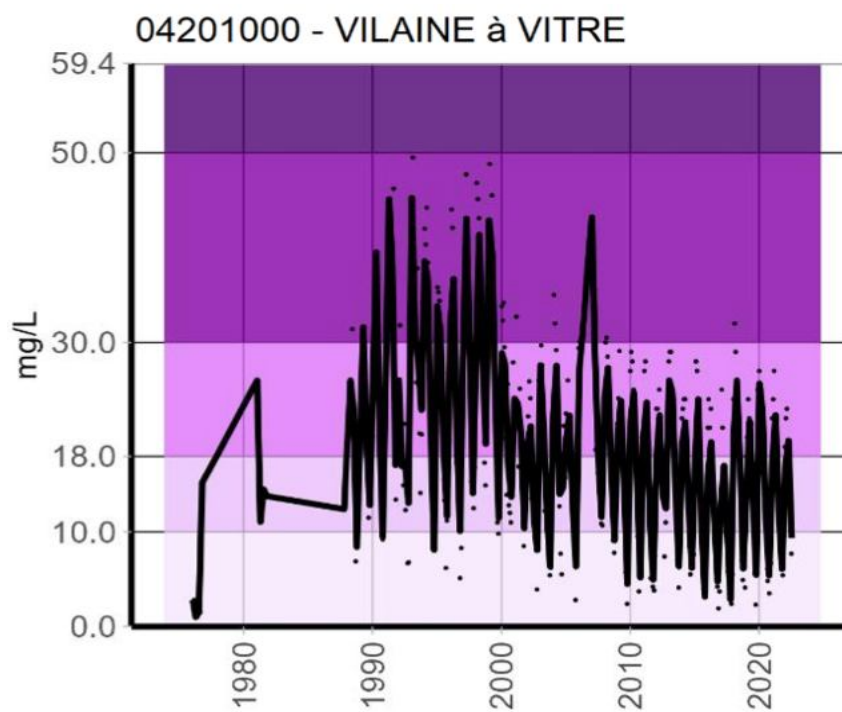


Рис. 4.1 – Вміст нітратів р. Вілейн – м. Вітр

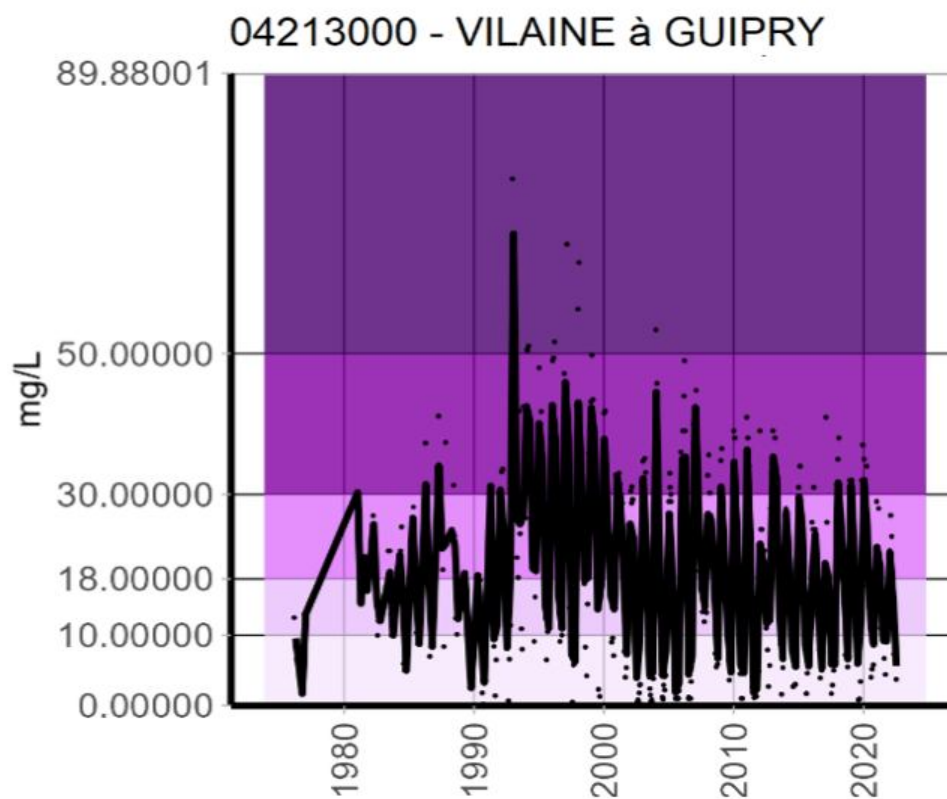


Рис. 4.2 – Вміст нітратів р. Вілейн – м. Гіпрі

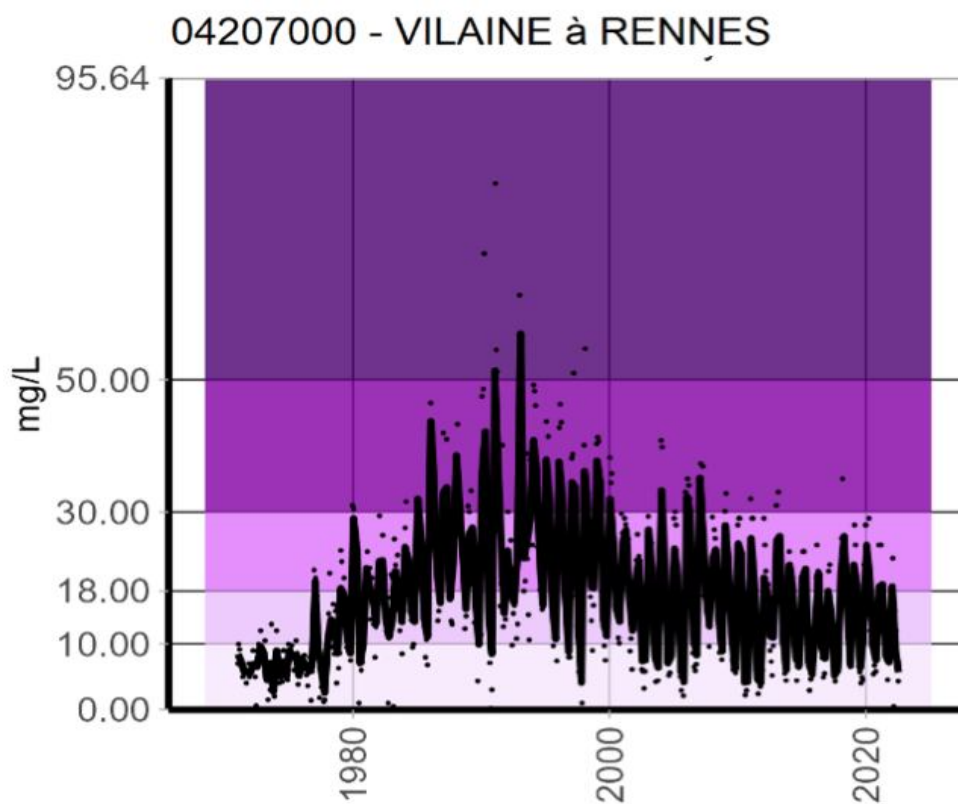


Рис. 4.3 – Вміст нітратів р. Вілейн – м. Ренн

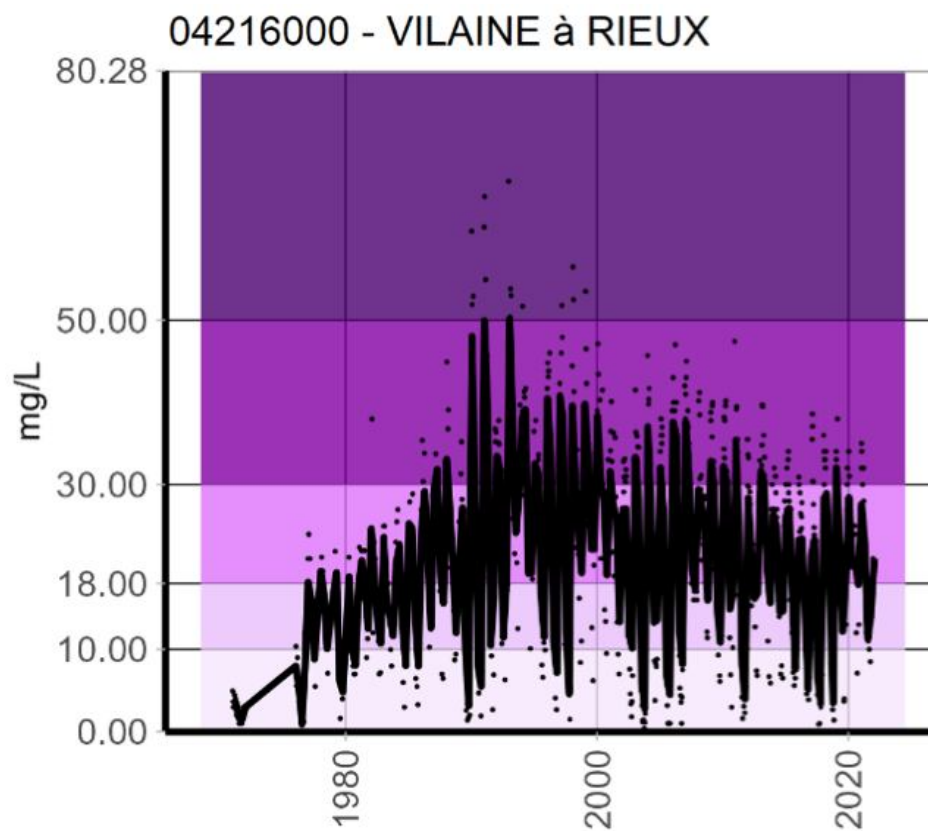


Рис. 4.4 – Вміст нітратів р. Вілейн – м. Рьє

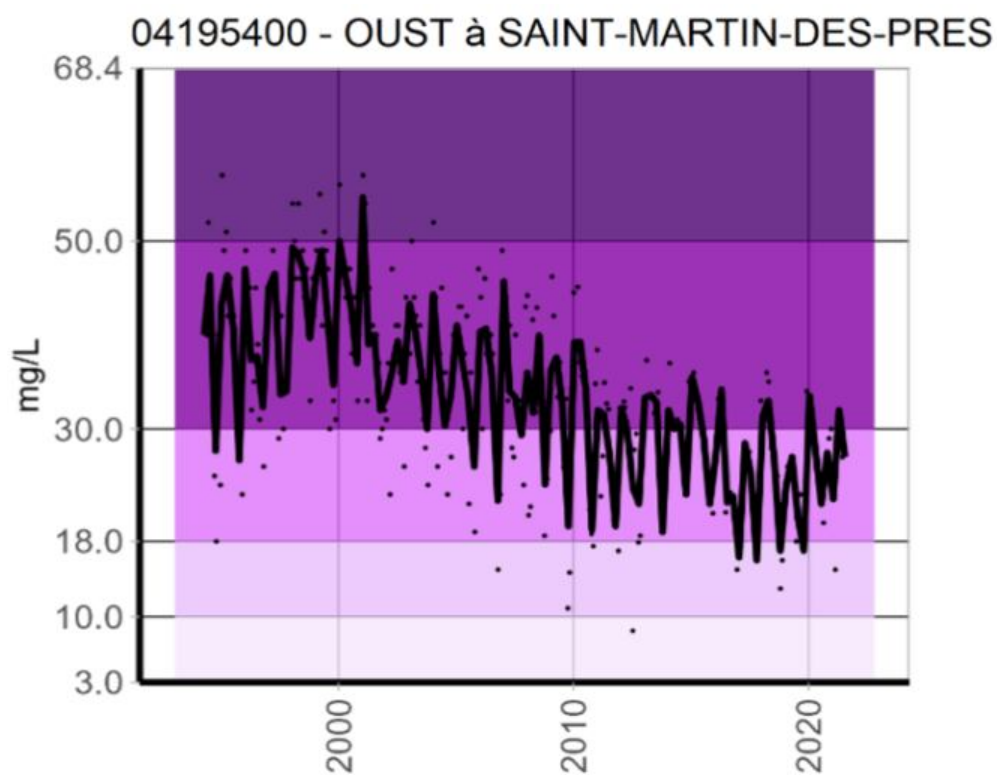


Рис. 4.5 – Вміст нітратів р. Оуст – м. Сен-Мартен-Де-Пре

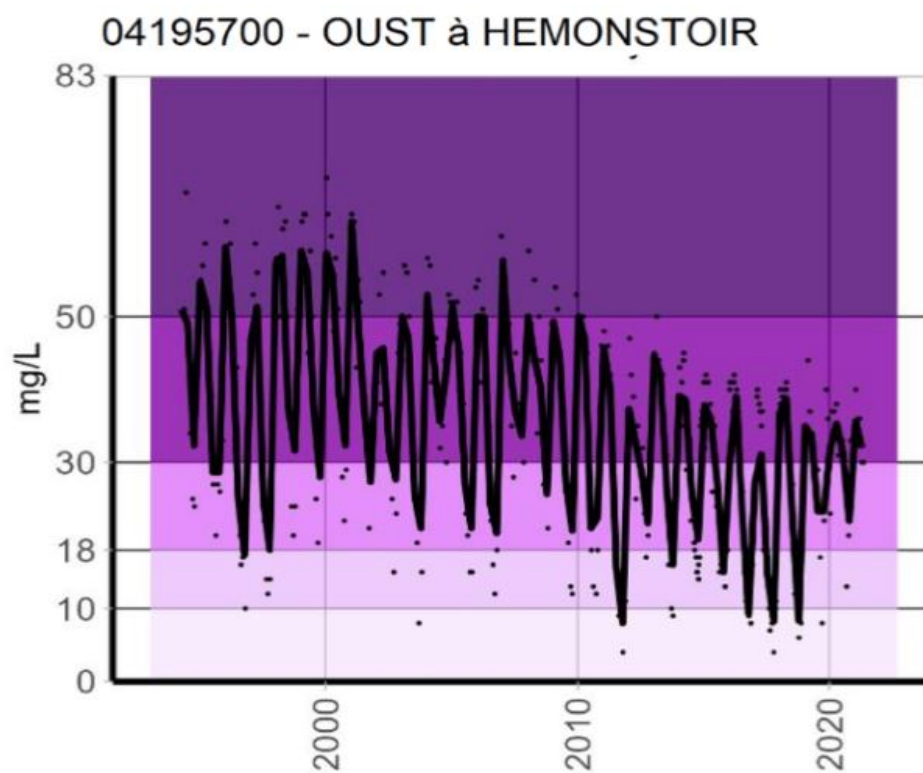


Рис. 4.6 – Вміст нітратів р. Оуст – м. Емонтуар

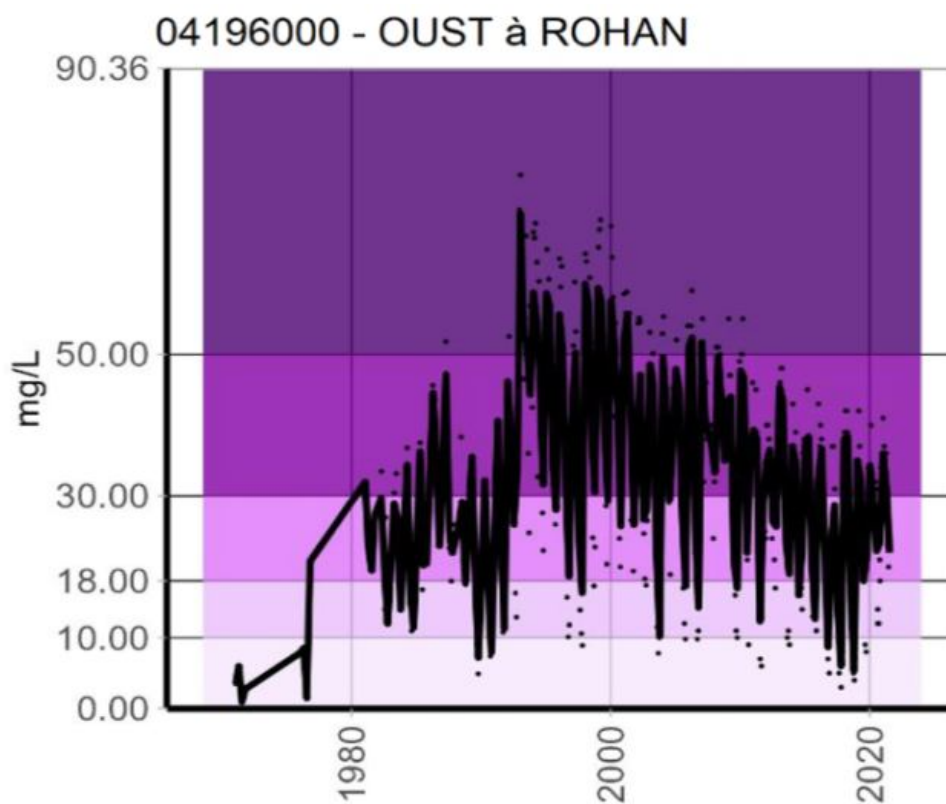


Рис. 4.7 – Вміст нітратів р. Оуст – м. Рохані

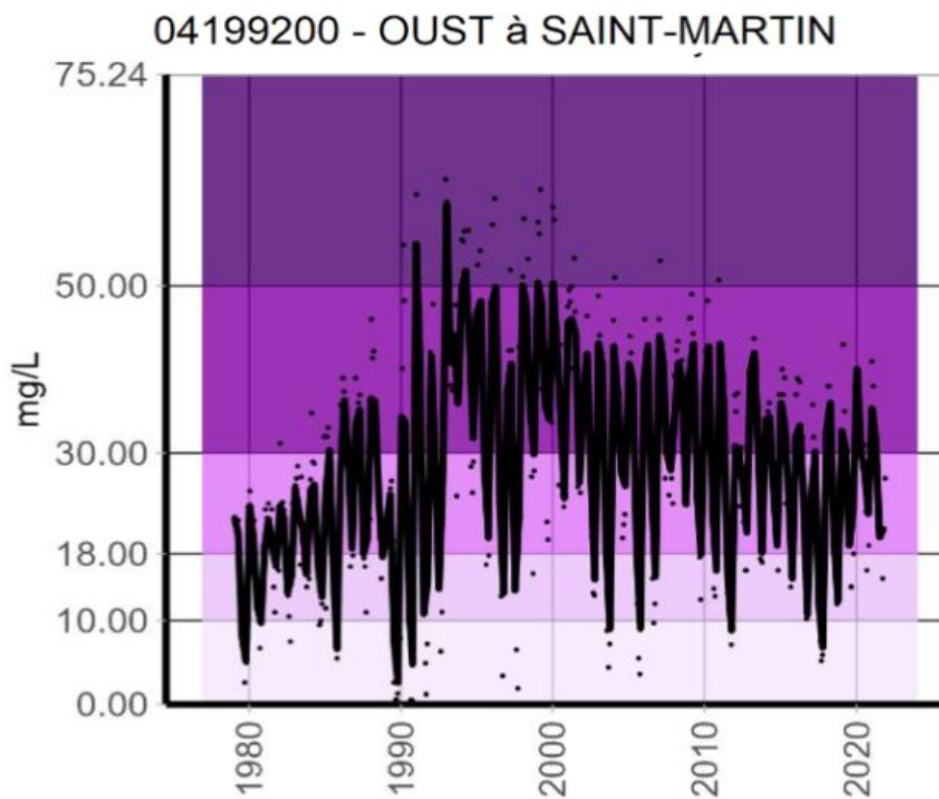


Рис. 4.8 – Вміст нітратів р. Оуст – м. Сен-Мартен

Фосфор

Фосфор має два основних джерела: ерозія ґрунту та скиди з очисних споруд (комунальні та промислові підприємства). Таким чином, внески вносять поверхневий стік на ґрунт у формі частинок і головним чином у розчинній формі для скидів очищених стічних вод очисних споруд.

Що стосується водотоків, то Оустська гілка басейну Вілен в основному представляє водні маси в хорошому стані з точки зору загального параметра флюорофору, за винятком Оуста вгорі за течією, Дурбефа на Ліє та Мальвіля на Нініані. Навпаки, північно-східна частина басейну в основному представлена водними масами в середньому стані (суббасейн Меу, Флум, Іллет, Шевре, вище за течією Вілен, нижче за течією Каракатиці). Те ж саме для Черє, Дону в його центральній частині, Ісака і річки Пернеф. Деякі водні об'єкти класифікуються як незадовільні або незадовільні. Це Сейш від її витоків до ставка Марсіль, Пекло на середній Вілен, Батай на нижній течії Оуст, Перш на середньому Оусті.

Аналіз зміни концентрацій між 2000 і 2009 роками вказує на тенденцію до зменшення загальної концентрації фосфору, яка загалом пов'язана зі зменшенням частки твердого фосфору. Поліпшення відбулися на річках Івель, Іль, Семнон, Шер, медіана Вілен, аваль Вілен. З іншого боку, здається незначним або відсутнім покращення в підводних басейнах Меу, Флуме, Шевре, Вілен у Вітре, Перуза, Дону, Пенерфа та Оуста вгорі за течією Рохану.

Стан водойм загалом поганий, навіть незадовільний щодо загального фосфору, за винятком ставка Тремелін у басейні Меу, ставка Буле в басейні Іль та Ілет та водосховища Арзаль.

Органічна речовина

Органічну речовину можна оцінити за допомогою непрямих вимірювань, таких як окислювальна органічна речовина (МОх), або прямих вимірювань органічного вуглецю в розчинній формі (COD), наприклад.

Стосовно водотоків басейну помічається 3 великі групи щодо аналізу якості води за параметром розчиненого органічного вуглецю. Перш за все, гілка Оуст, яка класифікується в основному в середньому стані з кількома водоймами в хорошому стані. Потім Вілен розгалужується до місця впадіння в Ост, який представляє водні маси від середнього до поганого стану, особливо вище за течією Вілен у верхній течії, Шевре, Іллет і витоків Сейша аж до ставків Каркраон і Марсіль-Робер. Нарешті, ми знаходимо 3 суббасейни Луари (Шер, Дон та Ісак) з незадовільним станом для більшості водойм.

Загалом у всіх 23 суббасейнах Вілен концентрація розчиненого органічного вуглецю в річках не демонструє істотних змін. Однак ми можемо помітити випадкові деградації на Шер в Шатобріані, Доні в Гемен-Пенфао, річці Пенерф в Сюрзурі, Оусті вгорі, Оусті вниз за течією в Сен-Мартені, Меу в Морделлі.

Значні піки, досягаючи 15 мг/дм^3 , були зареєстровані на Дону, Ісаку та річці Пенерф і меншою мірою на Шевре, Іль, Шер.

4.7 Фітопланктон (токсичний і нетоксичний)

Токсичний фітопланктон

Затока Вілен також особливо страждає від токсичного фітопланктону. Закриття, пов'язані з наявністю *Dinophysis*, є значними у затоці Вілейн (дослідження з 1986 по 2009 рік) і в основному розташовані в період з травня по липень. Починаючи з 2004 року, сектор "Vilaine" регулярно зазнає впливу цих закриття.

Моніторинг токсичного фітопланктону проводить Ifremer в рамках REPHY. Основними фікотоксинами, які зустрічаються в затоці Вілен, є *Dinophysis* sp, найбільш відомий у затоці Вілен, який виділяє діарейний токсин DSP, і *Pseudo-nitzschia* sp, який виділяє токсин ASP.

Нетоксичний фітопланктон

Низька гідродинаміка затоки Вілен, що сприяє вертикальній стратифікації водних мас і, таким чином, призводить до високої екологічної чутливості ділянки, пов'язаної зі значними доступними потоками поживних речовин, створює простір, сприятливий для поширення фітопланктону.






Так, у 2008 р. цвітіння фітопланктону спостерігалось практично постійно з квітня по листопад. Концентрація *хлорофілу А* в затоці Вілен навесні дуже висока, але також і в решту року: 31,5 мкг/дм³ 28 квітня, потім 28,4 мкг/дм³ 23 червня, 19,4 мкг/дм³ 1 вересня і знову 15,6 мкг/дм³ 20 жовтня (Джерело: звіт Ifremer за 2008 рік).

У 2009 р. також спостерігалось цвітіння фітопланктону переважно з середини березня до кінця вересня. Піки концентрації *хлорофілу А* спостерігаються на початку весни (18 мкг/дм³), наприкінці липня (14,7 мкг/дм³) і наприкінці серпня (Джерело: Бюлетень моніторингу прибережної навколишнього середовища Ifremer – видання 2010 р.).

Крім того, середня концентрація *хлорофілу А* була розрахована від затоки Вілен до гирла Луари між 2003 і 2008 роками. Найвищі концентрації *хлорофілу А* (>2 мкг/дм³) були спочатку виявлені в затоці Вілейн, потім у гаванях Круазік і Пуліген. Різниця між гирлом Луари та Вілен частково пояснюється орієнтацією шлейфів двох річок, а також місцевою гідродинамікою: шлейф Луари додається до шлейфу Вілен у зоні накопичення (Мор-Браз). Тому логічно знайти там найвищі концентрації.

На рис. 4.9 – 4.25 показано вміст *хлорофілу А* в водах басейну, в табл. 4.2 – класифікація вод за вмістом *хлорофілу А*.

Таблиця 4.2 – Класифікація якості вод за вмістом *хлорофілу А*

Класи якості вод за вмістом <i>хлорофілу А</i>				
 très bonne	 bonne	 moyenne	 mauvaise	 très mauvaise
дуже добрі ≤10 мкг/дм ³	добрі 10-60 мкг/дм ³	задовільні 60-120 мкг/дм ³	погані 120-240 мкг/дм ³	дуже погані >240 мкг/дм ³

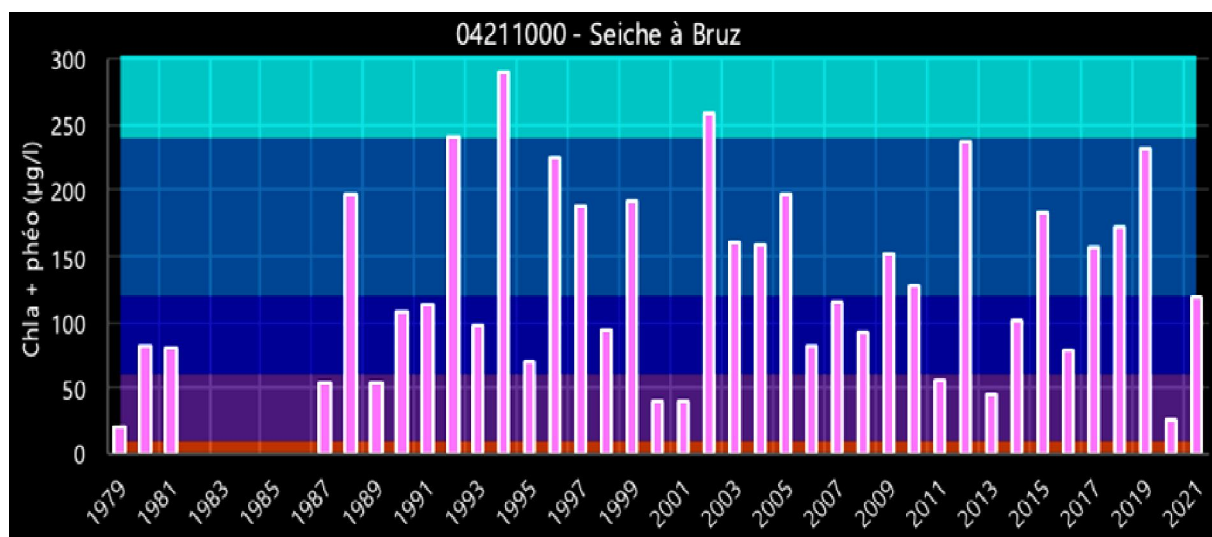


Рис. 4.9 – Вміст хлорофілу *A* р. Сейче – м. Брузе

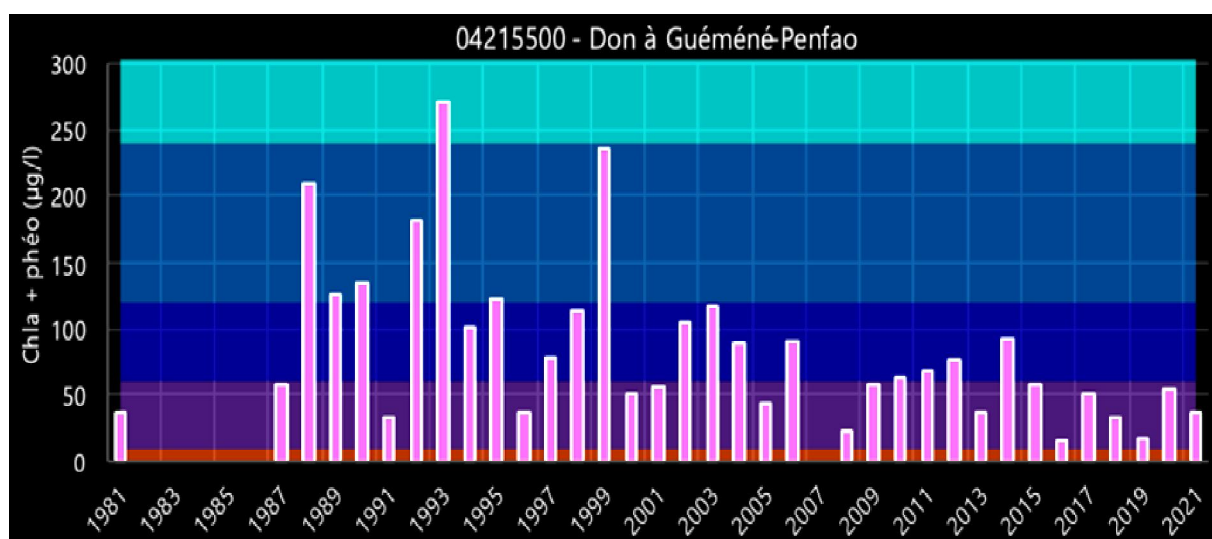


Рис. 4.10 – Вміст хлорофілу *A* р. Дон – м. Гемене-Пенфао

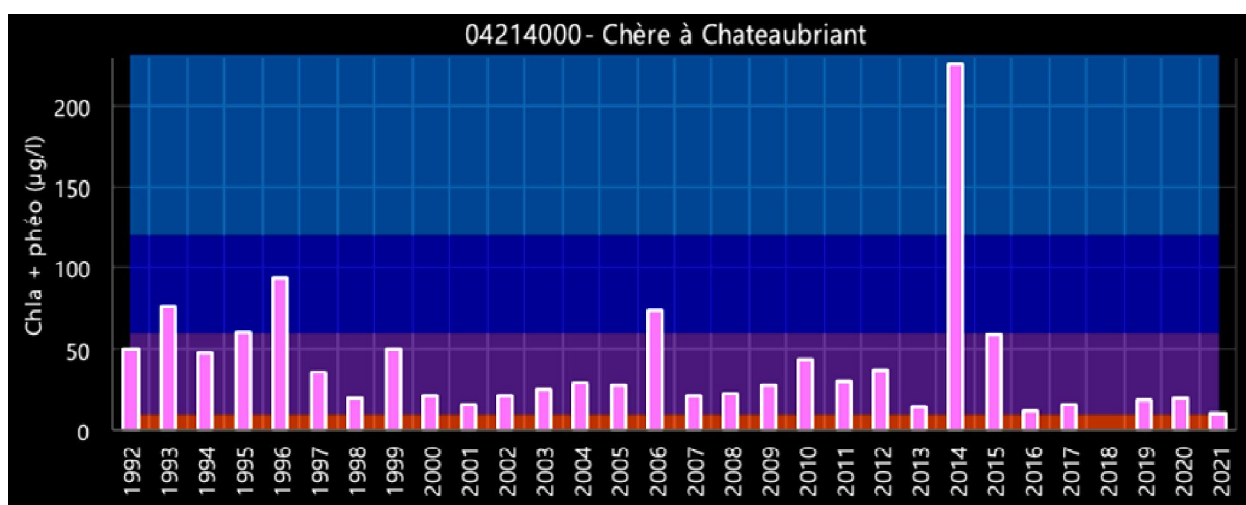


Рис. 4.11 – Вміст хлорофілу *A* р. Шер – м. Шатобріані

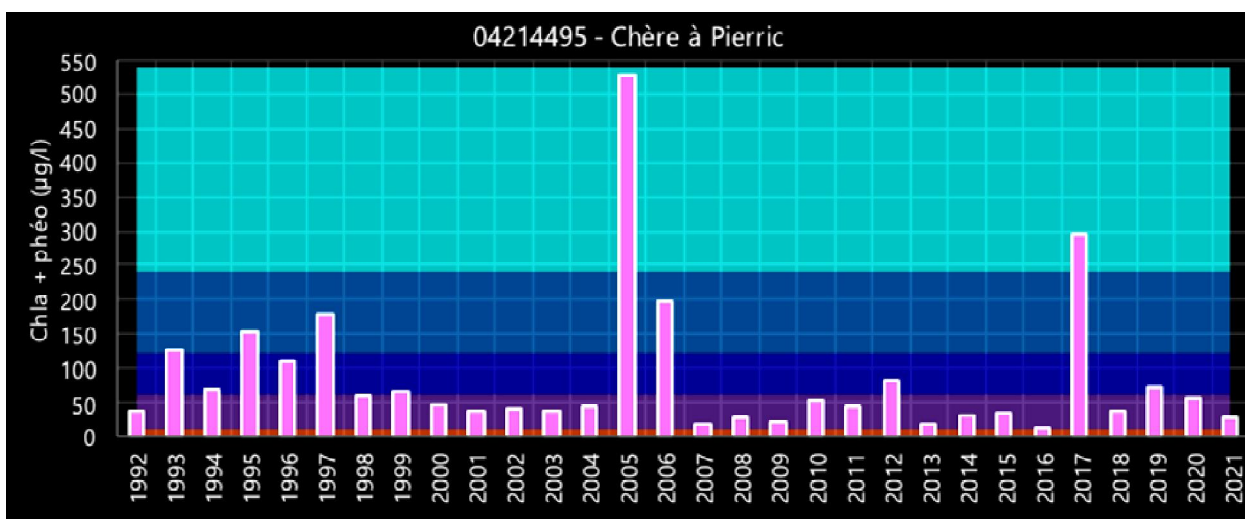


Рис. 4.12 – Вміст хлорофілу *A* р. Шер – м. Періку

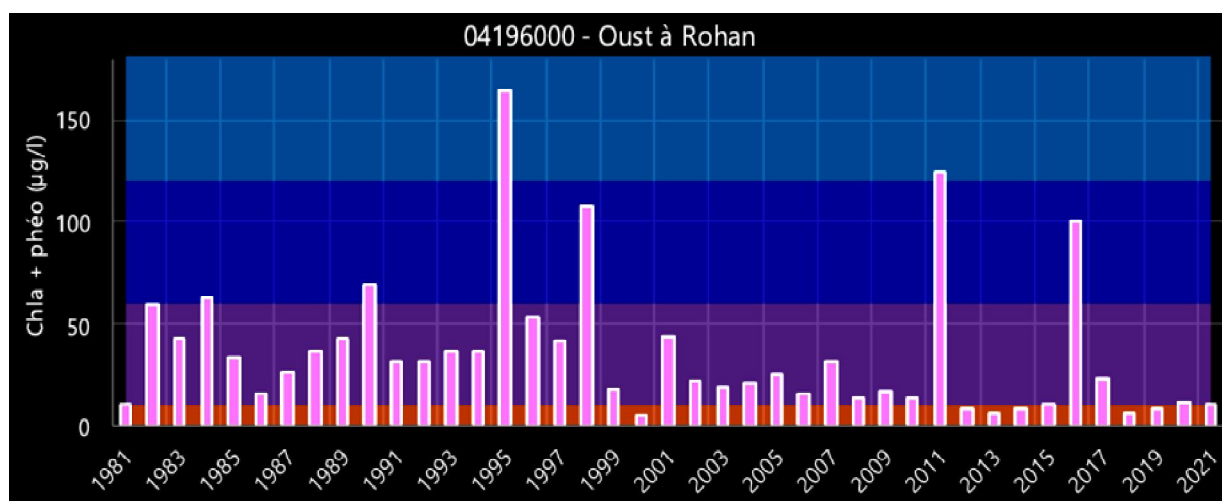


Рис. 4.13 – Вміст хлорофілу *A* р. Оуст – м. Рохані

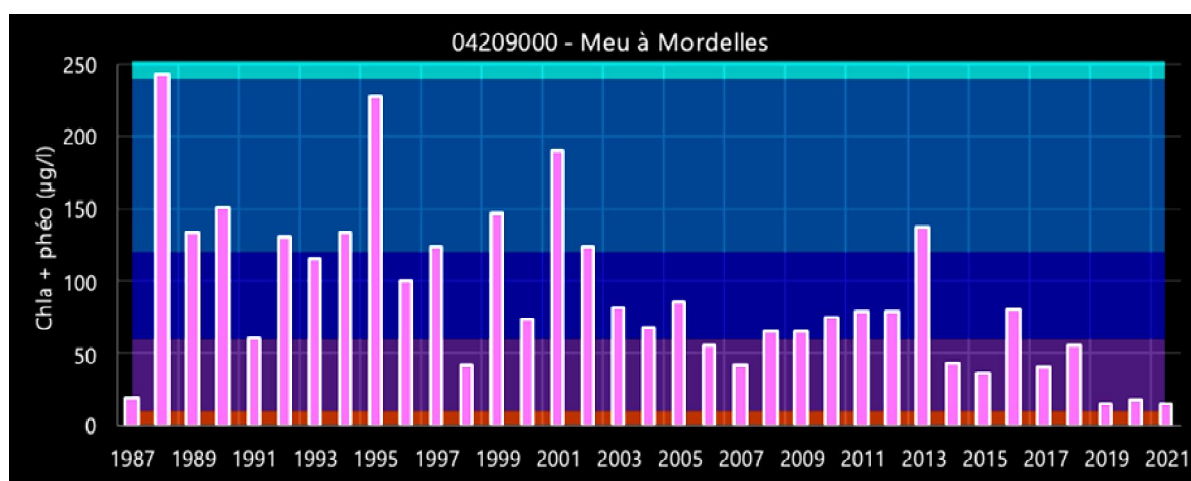


Рис. 4.14 – Вміст хлорофілу *A* р. Меу – м. Морделлі

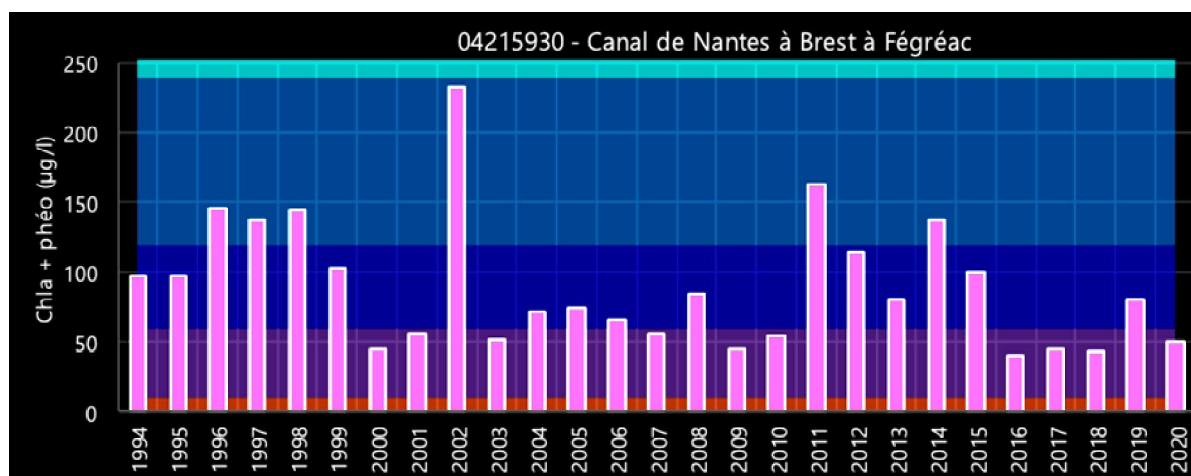


Рис. 4.15 – Вміст *хлорофілу А* канал Нант–Брест – м. Фегреак

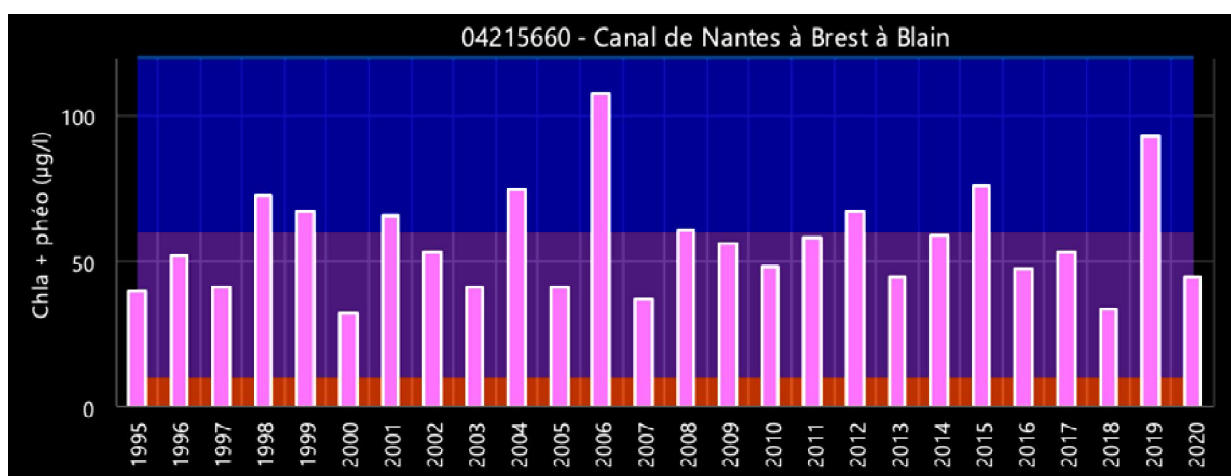


Рис. 4.16 – Вміст *хлорофілу А* канал Нант–Брест – м. Блейн

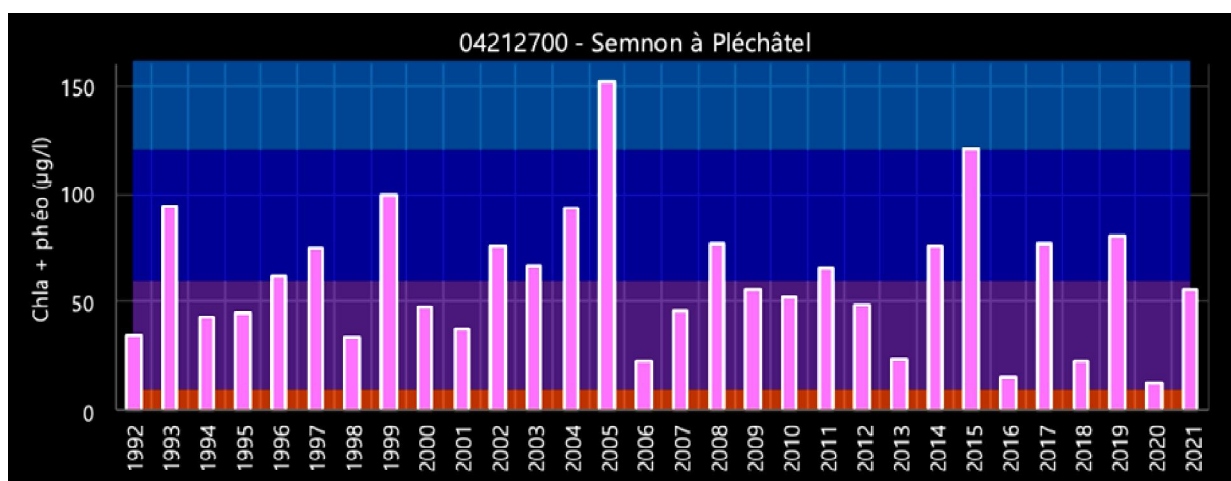


Рис. 4.17 – Вміст *хлорофілу А* р. Семон – м. Плешателі

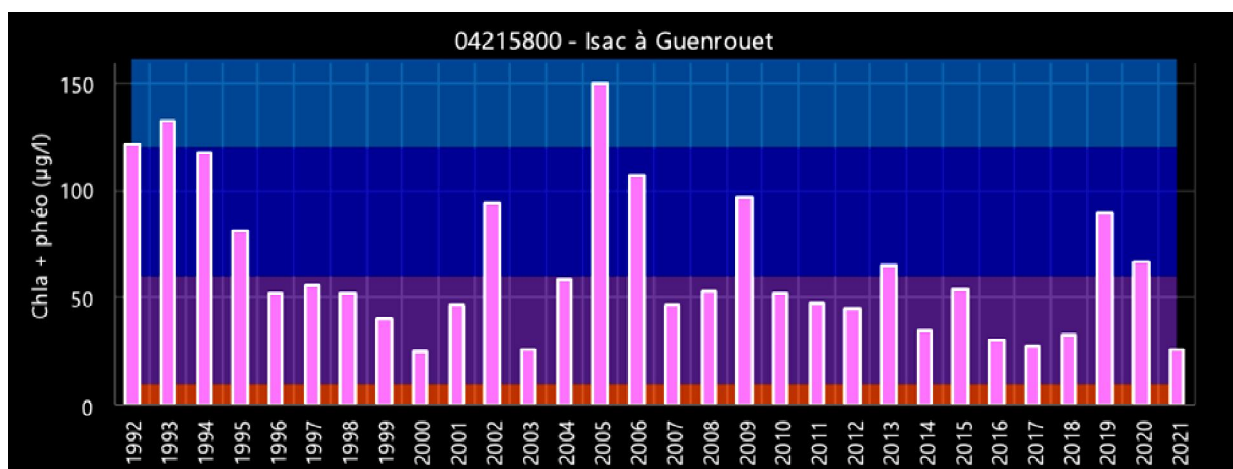


Рис. 4.18 – Вміст хлорофілу *A* р. Ісак – м. Генруе

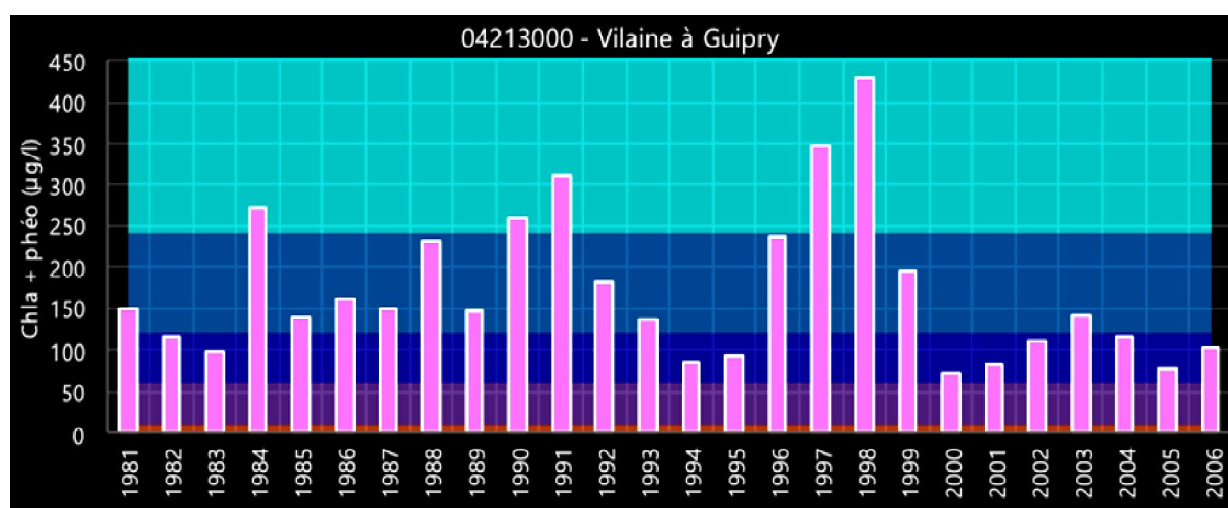


Рис. 4.20 – Вміст хлорофілу *A* р. Вілейн – м. Гіпрі

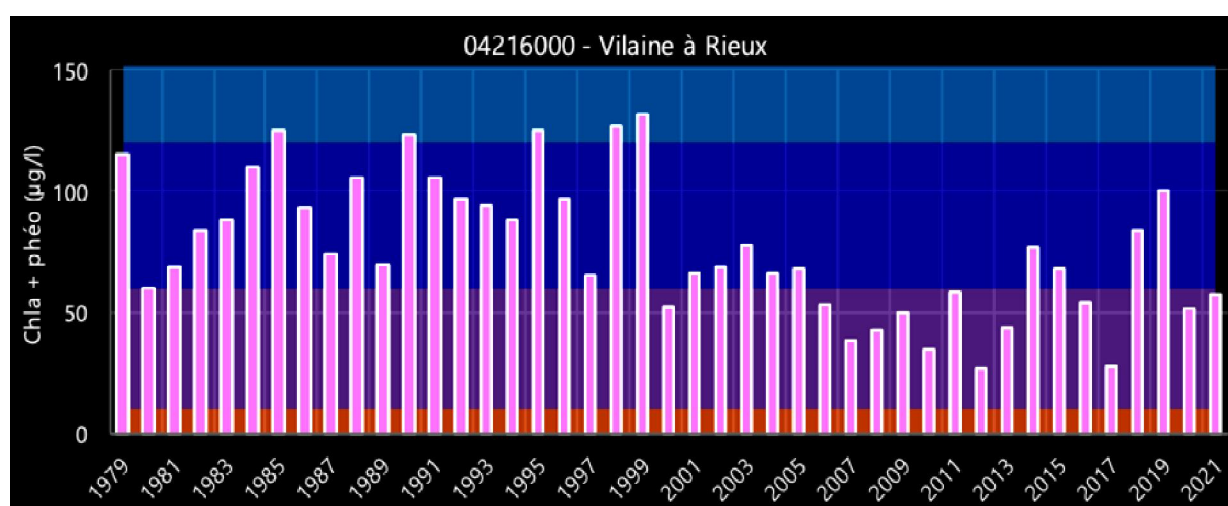


Рис. 4.21 – Вміст хлорофілу *A* р. Вілейн – м. Р'єс

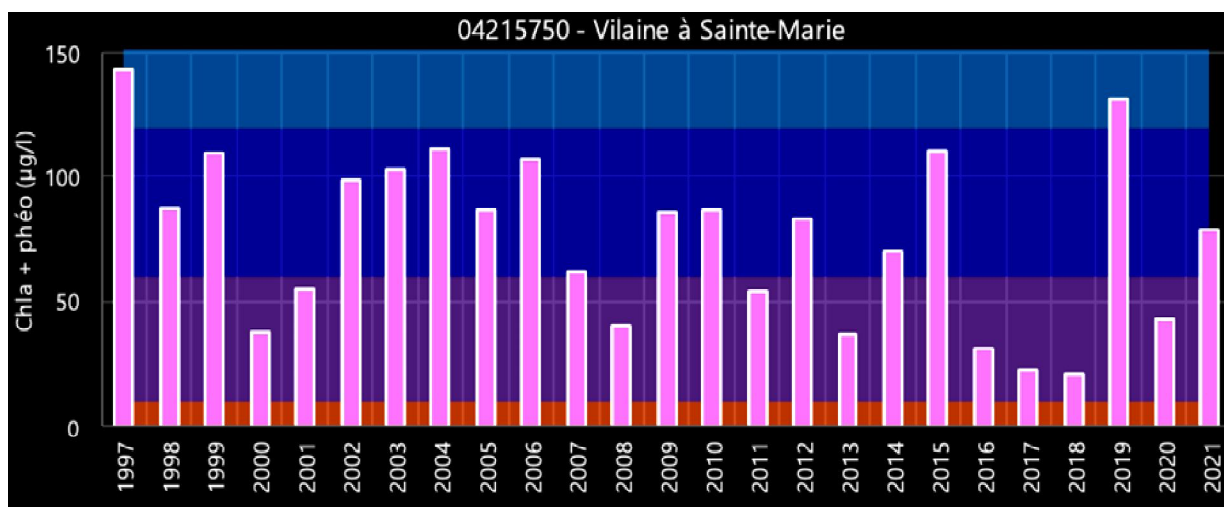


Рис. 4.22 – Вміст хлорофілу *A* р. Вілейн – м. Сент–Марі

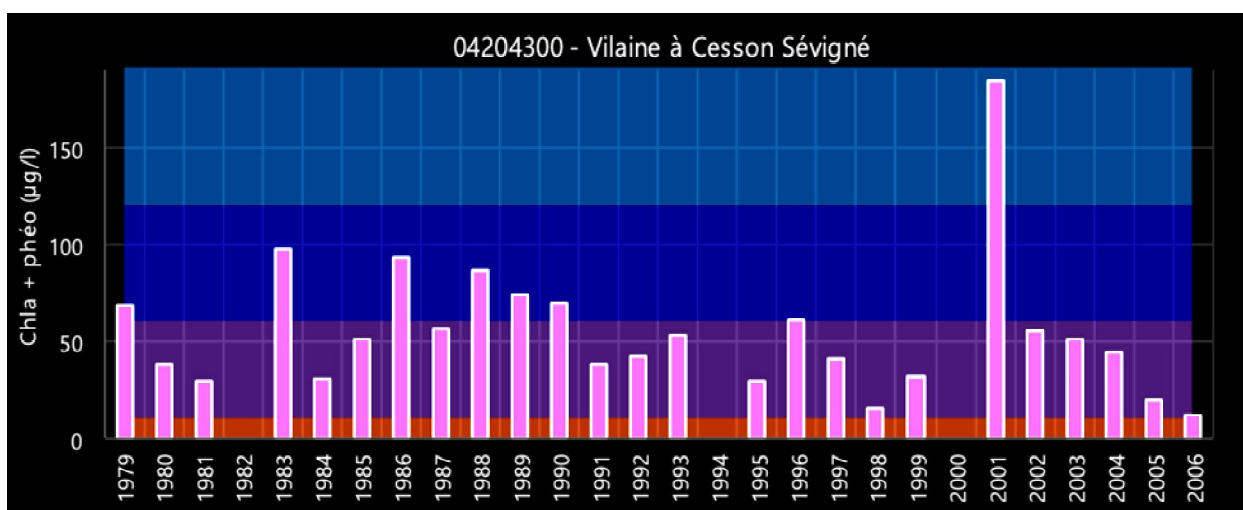


Рис. 4.23 – Вміст хлорофілу *A* р. Вілейн – м. Сессон–Севіньє

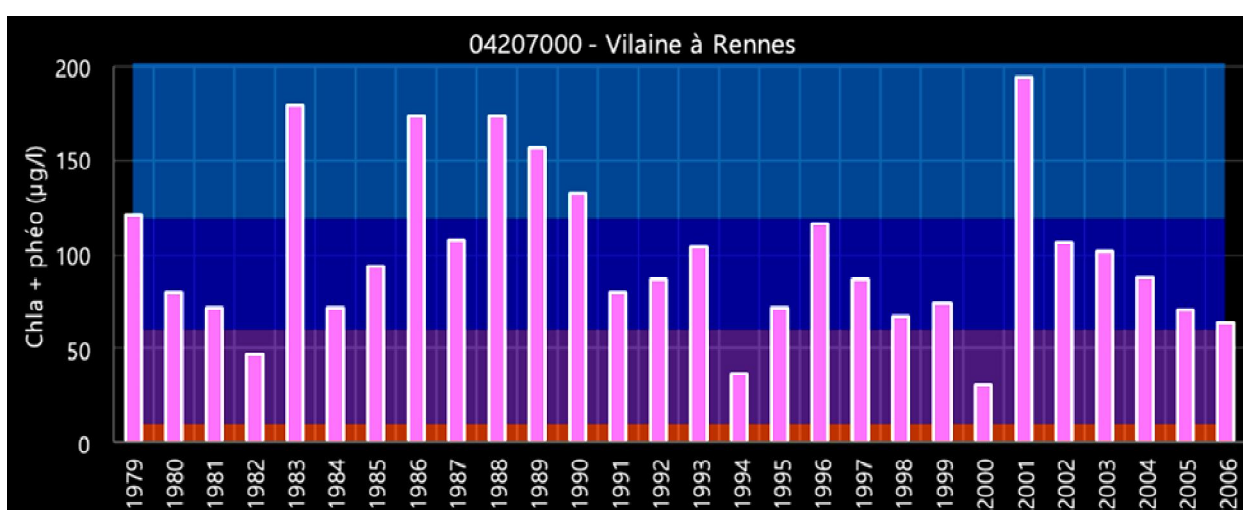


Рис. 4.24 – Вміст хлорофілу *A* р. Вілейн – м. Ренні

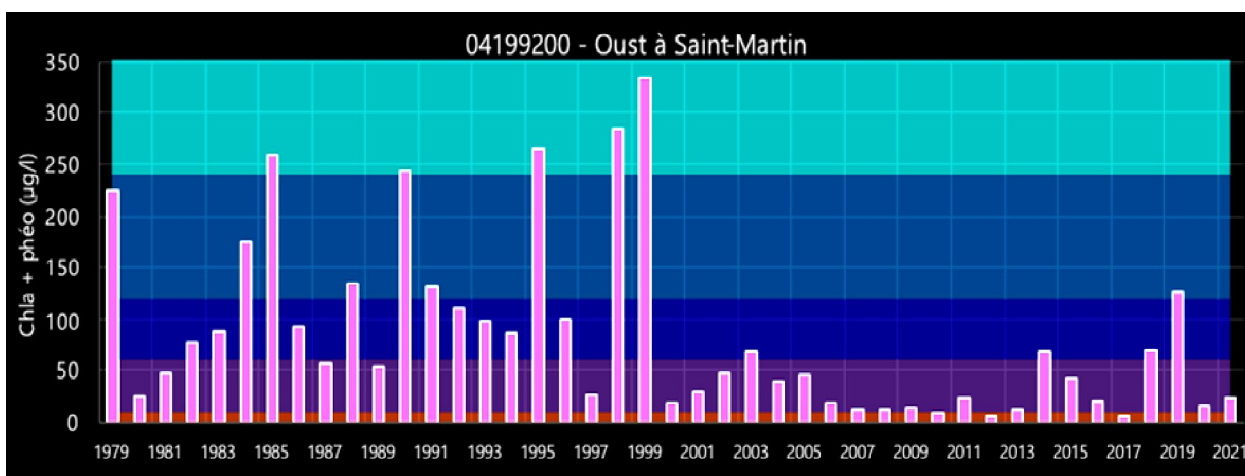


Рис. 4.25 – Вміст хлорофілу *A* р. Оуст – м. Сен-Мартен

В більшості випадків води басейну (рис. 4.9 – 4.25) (табл. 4.2) за вмістом хлорофілу *A* відносяться до класів «добрі» і «задовільні», рідше – до класу «погані», і в окремих випадках – «дуже погані». Найбільша кількість випадків класу вод «дуже погані» спостерігалася у створах р. Вілейн – м. Гіпрі і р. Оуст – м. Сен-Мартен. У цілому спостерігається тенденція до зниження вмісту хлорофілу *A*.

5. ЗАХОДИ ЗНИЖЕННЯ АНТРОПОГЕННОГО ВПЛИВУ НА ВІЛЕЙН

5.1 Санітарні норми

а) Нормативний контекст

Нижче наведено основні нормативні документи, що стосуються санітарії, та їх розвиток після SAGE 2003 року:

- Директива щодо міських стічних вод (ERU) № 91/271/ЕЕС від 21 травня 1991 р., яка встановлює кінцеві терміни відповідності та цільові показники для систем каналізації, потужність яких перевищує 2000 PE. Спочатку всі міські території повинні були відповідати Директиві від 31.12.2005.

Франція була засуджена 23 вересня 2004 року Судом Європейських Співтовариств за невиконання Директиви 91/271/ЄЕС через недостатнє розмежування чутливих зон і затримку в доведенні очисних споруд до стандартів. Після цього переконання розмежування чутливих зон було переглянуто, поширивши чутливі зони на всі континентальні та прибережні поверхневі водойми басейну Луари-Бретані. Басейн Вілейн вже повністю перебував у чутливій зоні з моменту першої демаркації цих зон у 1994 році.

- Загальний кодекс територіальних громад (статті R. 2224-17 до R. 2224-22) встановлює методи зменшення надходження забруднюючих речовин і впровадження санітарних програм. Ці статті доповнено постановою від 22 червня 2007 року щодо збору, транспортування та очищення стічних вод із каналізаційних агломерацій, а також моніторингу їх функціонування та ефективності, а також неколективних каналізаційних пристроїв, які отримують більше валового навантаження органічного забруднення ніж 1,2 кг/день БПК5, а також циркуляр DE/MAGE/LPDI № 5 від 15 лютого 2008 р. щодо інструкцій щодо застосування міжміністерської постанови від 22 червня 2007 р.

б) Колективна санітарна обробка

У SAGE є 428 очисних споруд, що представляє очисну потужність

майже 1 800 000 еквівалент жителів (PE). Вони розподіляються таким чином:

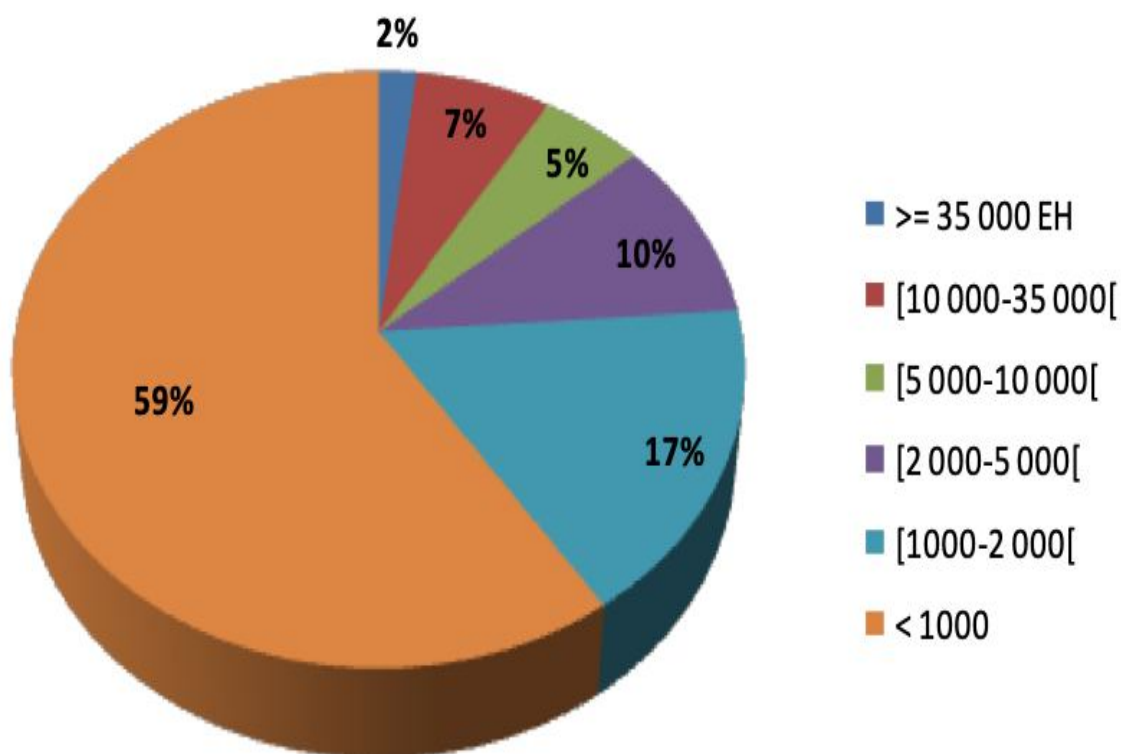


Рис. 5.1 – Розподіл очисних споруд відповідно до їхньої очисної потужності (джерело: AELB 2009)

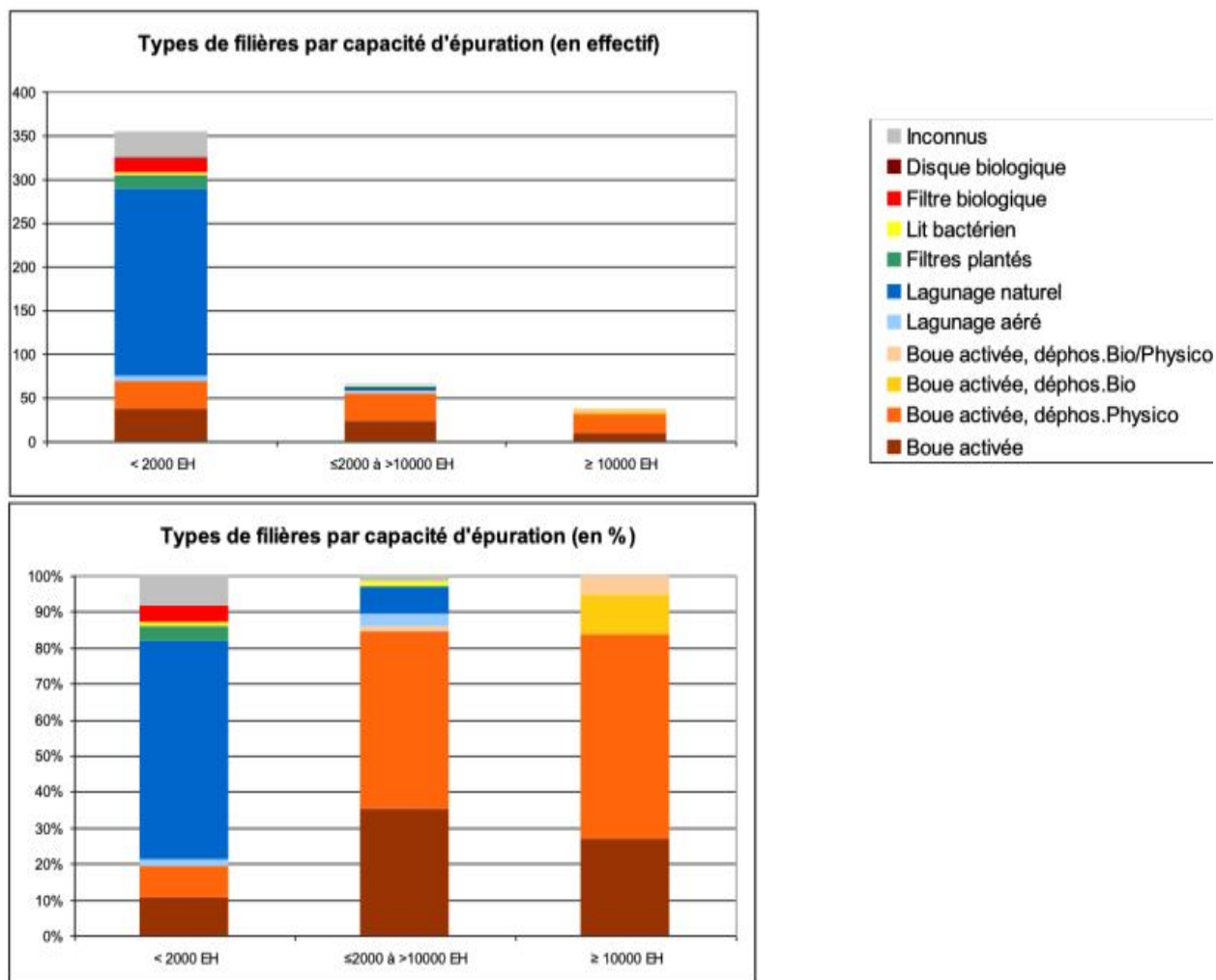
Більше половини очисних споруд (254) мають очисну потужність менше 1000 ЕД. Також відзначається наявність двох очисних споруд з очисною потужністю понад 100000 PE: Rennes і Loudeac.

Крім того, сектори, які використовуються для лікування, зазвичай бувають двох типів (див. графіки нижче):

- Лагуни для більшості очисних споруд < 2000 PE,
- Активний мул для понад 80% очисних споруд > 2000 PE.

Аналіз відповідності очисних споруд декрету префектури в департаменті Іль і Вілейн був проведений у 2008 році DDTM 35 (див. карту XX). Ефективність очисних споруд оцінювалася у світлі поточних нормативних зобов'язань. Відповідність розряду дозволяє виділити:

- Станції, які задовольняють чинні зобов'язання (зелений і синій кольори), і ті, які не відповідають (жовтий колір),
- Станції, які відповідають нормативним вимогам, але потребують реконструкції або умови експлуатації яких потребують покращення (зелений колір).



Répartition des stations d'épuration en fonction de leur filière de traitement (source : AELB 2009)

Рис. 5.2 – Розподіл очисних споруд відповідно за їх очисними секторами (джерело: AELB 2009)

Важливо зазначити, що «синя» класифікація систематично не обмежує відповідність цілям якості приймального середовища.

Згідно з картою, ми можемо вважати, що третина станцій оцінюється як «добре», ще третина «задовільно, але потребує вдосконалення» і остання

третина «недостатньо».

Зазначимо, станція Ренн, яка відповідає найбільшому потенціалу очищення, вважається задовільною.

в) Неколективна санітарія

Створення S.P.A.N.C. (Неколективна громадська санітарна служба) має набути чинності в кожній громаді до 31.12.2005.

Стаття L 2224-8., III Загального кодексу територіальних громад, визначає терміни цього контролю: муніципалітети (або SPANC) проводять до 31.12.2012, потім кожні 8 років, контроль всього неколективний санітарний фонд усіх неколективних санітарних споруд, розташованих на їх території. Цей контроль включає перевірку проекту та виконання установок, побудованих або реконструйованих менше 8 років тому, і діагностику належної експлуатації та технічного обслуговування інших установок, встановлюючи, якщо необхідно, перелік робіт, які необхідно виконати.

Наразі дані щодо неколективної санітарії не збираються.

5.2 Регулювання сільського господарства

а) Програма контролю сільськогосподарського забруднення

Програма боротьби з сільськогосподарським забрудненням (ПБСЗ) розпочата з 1994 року, є результатом угоди між державою та аграрною професією від 8 жовтня 1993 року. Дві програми слідували одна за одною:

- ПБСЗ 1 яка спрямована на виконання робіт із приведення тваринницьких приміщень на фермах до стандарту для отримання достатньої ємності для зберігання та уникнення витоків у навколишнє середовище з інтеграційним графіком залежно від розміру ферм. Ця робота повинна забезпечувати можливість розподілу тваринницьких стоків у відповідний час. Це означає можливість мати на фермі достатню ємність для зберігання, щоб уникнути розповсюдження в моменти, коли азот не засвоюється. Ця робота являє собою значні інвестиції.

- ПБСЗ 2 розпочато 4 січня 2002 р., в якому наголошується на агрономічному експлуатації азоту для підвищення екологічної ефективності. Агрономічний проект є ключовим елементом файлу заявки на фінансування селекціонери повинні були оголосити про свій намір приєднатися до цієї програми до 31 грудня 2002 року (Декларація про наміри зобов'язань: DІЕ). Усі племінники, розташовані у вразливих зонах (ZV), мають право на ПБСЗ 2, відповідно до DІЕ. Усі файли заявки на фінансування мають отримати повідомлення про грант до 31 грудня 2006 року для роботи, завершеної наприкінці 2009 або наприкінці 2011 року з продовженням.

По всьому водозбіру Вілен 3284 ферми отримали вигоду від ПБСЗ 1 із загальним обсягом роботи 100 млн. євро, а 6447 ферм отримали вигоду від ПБСЗ 2.

б) Еволюція спільної аграрної політики (САП) із появою екообумовленості

Еко-перехресна відповідність – це механізм, який обумовлює прямі виплати дотриманням фермерами основних стандартів щодо навколишнього середовища, безпечності харчових продуктів, здоров'я тварин і рослин, добробуту тварин і підтримки землі в належному стані, добрих сільськогосподарських і екологічних умов.

Екообумовленість складається з двох частин:

- нормативні вимоги до управління, які охоплюють 18 законодавчих стандартів у сферах навколишнього середовища, харчової безпеки, здоров'я тварин і рослин, а також добробуту тварин,

- нормативні вимоги щодо хороших сільськогосподарських та екологічних умов (ХСЕУ).

ПБСЗ 2 – це інструмент, який дозволяє заводчикам реагувати на «нітратну» умову допомоги САП.

У рамках перевірки працездатності САП (політична угода від 28 жовтня 2008 р.) правила умов посилюються, зокрема, щодо ХСЕУ, зокрема:

- Збори ХСЕУ на зрошення поширені на всі культури;

- ХСЕУ «захисні смуги вздовж водотоків». Це лісиста або трав'яниста смуга без обробки та внесення добрив, шириною 5 метрів по всіх водотоках (суцільні або переривчасті лінії), що перетинає ферму;

- ХСЕУ «збереження топографічних особливостей» (смуги трави, живоплоти, канави, ставки,...).

- ХСЕУ «управління трав'яними поверхнями», яке вимагає, зокрема, загального обслуговування поверхонь у траві на рівні ферми

З іншого боку, зовнішній вигляд «трав'яного» ДПУ підтримує трав'яні покриття.

с) *Директива про нітрати*

Постанови визначають заходи та дії, необхідні для належного контролю за внесенням азотних добрив та відповідного управління сільськогосподарськими землями. Вони спрямовані на обмеження витоків азоту до рівня, сумісного з цілями відновлення та збереження параметра нітратів якості поверхневих і підземних вод у вразливій зоні. Вся територія басейну Вілен знаходиться у вразливій зоні.

д) *Фітосанітарний аспект*

Щодо фітосанітарного аспекту, починаючи з Sage 2003, умова допомоги САР у сфері «виробництва здорових рослин», що набула чинності в 2006 році, вимагає:

- Відповідність необроблених ділянок, що вимагається ліцензіями на продаж,

- Ведення реєстру продукції рослинництва, призначеної для споживання людиною або

тварина,

- Зберігання продуктів у кімнаті або вбудованій шафі, призначеній лише для цього використання

- Дотримання максимально допустимих залишків пестицидів.

Це положення мало значний ефект важеля, зокрема в частині зберігання фітосанітарної продукції.

Це указ від 12 вересня 2006 року, що стосується маркетингу та використання фітофармацевтичних продуктів, який вводить умови для розповсюдження дна резервуарів, процеси обробки фітосанітарних стоків і ширину зон, що не обробляються, з трьома порогами залежно від типу продукт: 5 метрів, 20 метрів і 50 метрів.

5.3. Регулювання промисловості

Зменшення надходження азоту до басейну вважається основною метою, спрямованою на обмеження розповсюдження зелених водоростей і цвітіння фітопланктону. Однак важливо пам'ятати, що зв'язок між зменшенням надходження поживних речовин і цвітінням фітопланктону не доведений, як це стосується зелених водоростей. Таким чином, CLE повинен буде визначити ціль зменшення потоку на основі поточної дослідницької роботи.

Буде необхідно розбити цю загальну мету зменшення потоків азоту до більш дрібних територіальних масштабів, беручи до уваги поточну якість водних тіл, потоки, створені кожним суббасейном, і часові рамки для досягнення правильного стану, встановленого DCE (2015, 2021).

Щодо органічних речовин метою є покращення місцевих знань шляхом участі в дослідницькій програмі, розробленій GERMO, і поширення інформації серед місцевих операторів.

Цілями щодо елементу фосфору є обмеження надходження у водойми, які є евтрофними та/або не досягають належного екологічного стану.

Ці цілі розбиті на кілька взаємодоповнюючих осей:

- обмеження переносів (боротьба з ерозією ґрунту);

- еволюція сільськогосподарської практики (збалансоване внесення добрив, обробка ґрунту тощо);
- покращена санітарія.

6. ПРОГНОЗ СТАНУ (ВИЗНАЧЕННЯ РИЗИКУ ЗАБРУДНЕННЯ) ВОД БАСЕЙНУ РІЧКИ ВІЛЕЙН ЗА ОКРЕМИМИ ПОКАЗНИКАМИ

6.1 Теоретичні передумови прогнозу стану водних об'єктів (визначення ризику їх забруднення)

Прогноз стану водних об'єктів (визначення ризику забруднення їх вод) за окремим показником можна розглядати як ймовірність перевищення нормативу цього показника

$$R_{Hi} = 1 - P_i(H_i), \quad (6.1)$$

де R_{Hi} – ризик забруднення вод (або ймовірність перевищення нормативу) за i -м показником;

$P_i(H_i)$ – ймовірність того, що значення показника буде не більш за норматив, визначається за законом розподілу показника;

H_i – норматив i -го показника.

При наявності часового тренду ризику забруднення (або ймовірність перевищення нормативу) необхідно розраховувати для різних моментів часу j

$$R_{Hij} = 1 - P_{ij}(H_i). \quad (6.2)$$

Використовуючи закон розподілу нормованого по лінії тренду показника ризик забруднення вод у момент часу j розраховується за наступною формулою

$$R_{Hij} = 1 - P_{ij}(H_i/C_{TPij}), \quad (6.3)$$

де $C_{TPij} = a_i * \exp(j b_i)$ – значення функції часового тренду i -го показника в момент часу j ;

a_i – значення функції тренду i -го показника на початку періоду спостережень;
 j – момент часу (порядковий номер року при використанні середньорічних даних), що відраховується з моменту початку періоду спостережень;
 b_i – параметр лінії тренду i -го показника.

Розрахунок $P_{ij}(H_i/C_{TPij})$ можна виконати за допомогою табличного редактору *Excel*, тоді формула розрахунку ризику забруднення вод в момент часу j буде мати вигляд:

$$R_{Hij} = 1 - \text{ЛОГНОРМРАСП}(H_i/(a_i * \exp(j b_i)); 0; \check{G}_{HTi}), \quad (6.4)$$

де $\text{ЛОГНОРМРАСП}()$ – оператор в табличному редакторі *Excel* [13, 14];
 0 і \check{G}_{HTi} – параметри логнормального розподілу нормованого за лінією тренду i -го показника.

Оцінка значення показника з забезпеченість F в момент часу j виконується за формулою (6.5)

$$C_{ij} = a_i * \exp(j b_i) * \text{ЛОГНОРМОБР}(1-F; 0; \check{G}_{HTi}), \quad (6.5)$$

Для розрахунку необхідно:

- побудувати графік часового ходу значень показника;
- визначити параметри часового тренду показника;
- нормувати ряд спостережень по лінії часового тренду;
- визначити параметри закону розподілу нормованого ряду.

6.2 Прогноз стану вод басейну річки Вілейн за вмістом хлорофілу A

Прогноз стану вод виконано за вмістом хлорофілу A , який характеризує трофічний статус водного об'єкту. Використані дані спостережень в річки Вілейн у створі Рье (*Rieux*). В табл. 6.1 знаходяться середньорічні значення концентрації хлорофілу A з 1979 по 2021 роки. На рис. 6.1 показано часової

хід вмісту *хлорофілу А* у розглянутому створі.

Стан водного об'єкту за цим показником оцінюється наступним чином: при концентрації *хлорофілу А* $C_{ХЛа} \leq 10$ мг/дм³ стан «дуже добрий»; при $10 < C_{ХЛа} \leq 60$ мг/дм³ – «добрий»; при $60 < C_{ХЛа} \leq 120$ мг/дм³ – «задовільний»; при $120 < C_{ХЛа} \leq 240$ мг/дм³ – «поганий»; при $C_{ХЛа} > 240$ мг/дм³ – «дуже поганий».

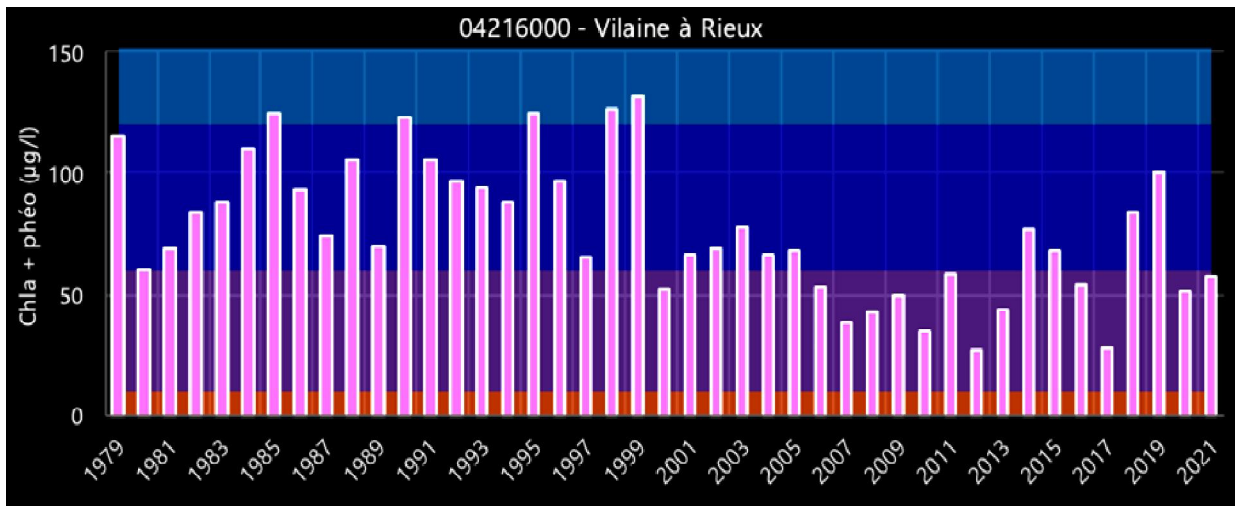


Рис. 6.1 – Часової хід вмісту *хлорофілу А* у створі р. Вілейн – м. Рьє

Таблиця 6.1 – Середньорічна концентрація *хлорофілу А* в р. Вілейн – м. Рьє (*Rieux*)

Рік	Концентрація <i>хлорофілу А</i> , мг/дм ³	Рік	Концентрація <i>хлорофілу А</i> , мг/дм ³	Рік	Концентрація <i>хлорофілу А</i> , мг/дм ³
1979	114	1993	93	2007	38
1980	60	1994	88	2008	43
1981	69	1995	124	2009	50
1982	84	1996	96	2010	35
1983	88	1997	65	2011	58
1984	110	1998	126	2012	27
1985	124	1999	131	2013	44
1986	93	2000	52	2014	77
1987	74	2001	66	2015	68
1988	105	2002	68	2016	54
1989	70	2003	77	2017	28
1990	122	2004	66	2018	84
1991	105	2005	68	2019	100
1992	96	2006	53	2020	52
				2021	57

Експоненційний часовий тренд (рис. 6.2) має параметри: $a = 104,3$ мг/дм³; $b = -0,01802$.

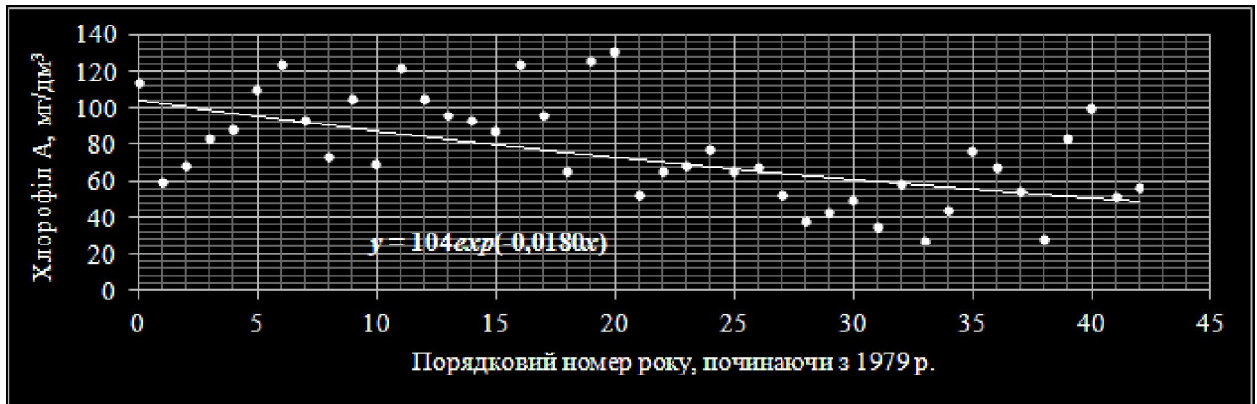


Рис. 6.2 – Часовий тренд вмісту хлорофілу A в р. Вілейн – м. Рьє

Параметри логнормального закону розподілу нормованого по лінії експоненціального тренду показника складають: $\check{C}_{HT} = 0$; $\check{G}_{HT} = 0,3308$.

Вміст хлорофілу A у 2025 році в створі р. Вілейн – м. Рьє з забезпеченістю (ймовірністю перевищення) 10% за формулою (6.5) буде дорівнювати:

$$C_{Хла10} = a_i * \exp(j b_i) * \text{ЛОГНОРОБР}(1-F; 0; \check{G}_{HTi}) = \\ = 104 * \exp(-0,0180 * 46) * \text{ЛОГНОРМОБР}(1-F; 0; 0,3308) \approx 70 \text{ мг/дм}^3.$$

За вимогами санітарних норм країн ЄС за вмістом хлорофілу A вода буде «задовільною».

За формулою (6.4) ризик забруднення вод (норматив 60 мг/дм³) у створі р. Вілейн – м. Рьє в 2025 році складає

$$R_{Hij} = 1 - \text{ЛОГНОРМРАСП}(H_i / (a_i * \exp(j b_i)); 0; \check{G}_{HTi}) = \\ = 1 - \text{ЛОГНОРМРАСП}(60 / (104 * \exp(-0,0180 * 46)); 0,3308) \approx 20\%.$$

За санітарними нормами країн ЄС частота перевищення нормативу повинна бути не більш 10%. Вимоги норм не будуть виконуватися.

Границя між «задовільними» і «поганими» водами (120 мг/дм³) буде перевищена з ймовірністю 0,2%. Вода буде мати характеристику «задовільна».

Аналіз стану вод за період спостережень і на перспективу до 2034 року

надано в табл. 6.2.

Табл. 6.2 – Аналіз стану вод і ризику їх забруднення за період спостережень і на перспективу (р. Вілейн – м. Рьє)

Рік	j	C_{10} , мг/дм ³	R_{Hij} (%)	Клас якості
			>60 мг/дм ³	
1979	0	159	95,3	погані 120 – 240
1985	6	143	91,1	
1990	11	131	85,8	
1995	16	119	78,8	задовільні 60 - 120
2000	21	109	70,1	
2005	26	100	60,1	
2010	31	91,2	49,3	
2015	36	83,3	38,6	
<u>2021</u>	<u>42</u>	<u>74,8</u>	<u>26,9</u>	
2025	46	69,6	20,2	
2030	51	63,6	13,4	
2034	55	59,2	9,3	добрі (10 – 60)

По табл. 6.2 видно, що: до 1995 року води р. Вілейн – м. Рьє за вмістом *хлорофілу А* відносилися до класу «погані» (з ризиком забруднення більш 10%); з 1995 по 2021 рік (наприкінці спостережень) – до класу «задовільні» (з ризиком забруднення 27%); при зберіганні тенденції зниження вмісту *хлорофілу А* до 2030 року води будуть відногститися до класу «задовільні» (з ризиком забруднення 13%); з 2034 року води р. Вілейн – м. Рьє будуть відноситися до класу «добрі» (з ризиком забруднення менш 10%).

ВИСНОВКИ

За результатами кваліфікаційної роботи магістра можна зробити наступні висновки.

1. Вілейн – річка на заході Франції довжиною 230 км, з джерелом на пагорбі Жувіньє, на висоті 150 м. Впадає в Атлантичний океан. Вілейн перетинає 2 регіони: Бретань і Пеї-де-ла-Луар та 4 департаменти: Майєн, Іль і Вілейн, Атлантична Луара та Морбіан. На водозборі площею 10,4 тис. км², знаходяться частини ще двох департаментів: Кот-д'Армор та Мен і Луара. Населення басейну складає 1 млн. жителів, середня щільність – 100 жителів/км². На території Ренну, його агломерації та на берегової лінії зосереджено більш 1/3 населення.

2. Води басейну річки Вілейн знаходяться під значним антропогенним впливом: на басейні ведеться сільськогосподарська діяльність та знаходяться підприємства промисловості з їх характерними джерелами впливу; відбувається водозабір поверхневих вод на потреби сільського господарства і промисловості; збільшується кількість населення; поширюються урбанізовані території за рахунок відчуження сільськогосподарських угідь. Стоки з сільгоспугідь, промислові та міські комунально-побутові стічні води скидаються в річку та її притоки і з їх водами потрапляють в лиман Вілейн, який є накопичувачем усіх видів забруднення. При цьому поверхневі води басейну – є основним джерелом централізованого водопостачання. До цих вод вимоги норм ЄС, що містяться в Директивах, дуже жорсткі. Крім того, води басейну мають велике рекреаційне призначення.

3. Основними джерелами забруднення вод басейну є стік з сільгоспугідь та промислові й комунально-побутові стічні води, за рахунок яких відбувається забруднення вод біогенними речовинами. Одними з показників цього забруднення є вміст *нітратів* і *хлорофілу А*.

4. За вмістом нітратів води басейну у більшості випадків відносилися до

класів: до 1990 року – «задовільні»; з 1990 по 2000 роки - «погані»; після 2000 року – «задовільні». Пік забруднення приходився на 1990–2000 роки.

5. В більшості випадків за вмістом *хлорофілу А* води басейну відносяться до класів «добрі» і «задовільні», рідше – до класу «погані», і в окремих випадках – «дуже погані». Найбільша кількість випадків класу вод «дуже погані» спостерігалася у створах р. Вілейн – м. Гіпрі і р. Оуст – м. Сен-Мартен. У цілому спостерігається тенденція до зниження вмісту *хлорофілу А*.

6. Негативний тренд показників можна пояснити ефективною природоохоронною діяльністю в цьому басейні: впровадження в життя основних положень Директиви 1975 року і наступних Директив призвело до зниження негативного впливу антропогенних чинників на басейні.

7. За вмістом *хлорофілу А* в створі р. Вілейн – м. Рье протягом періоду спостережень (з 1979 по 2021 роки) води відносилися: до класу «погані» до 1995 року з ризиком забруднення більш 10%; до класу «задовільні» з 1995 до кінця спостережень у 2021 році з ризиком забруднення 27%.

8. При зберіганні тенденції зниження вмісту *хлорофілу А* в створі р. Вілейн – м. Рье після закінчення спостережень води будуть: відноситися до класу «задовільні» до 2030 року з ризиком забруднення 13%; відноситися до класу «добрі» починаючи з 2034 року з ризиком забруднення менш 10%.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. COUNCIL DIRECTIVE 75/440/EEC of 16 June 1975 concerning the quality required of surface water intended for the abstraction of drinking water in the Member States. Retrieved from: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:31975L0440&from=en>. (in English)
2. COUNCIL DIRECTIVE 76/160/EEC of 8 December 1975 concerning the quality of bathing water. Retrieved from: <http://river.bio.auth.gr/wp-content/uploads/2016/09/Directive-76-160-EEC-Bathing-Water.pdf> (in English)
3. COUNCIL DIRECTIVE 78/659/EEC of 18 July 1978 on the quality of fresh waters needing protection or improvement in order to support fish life. Retrieved from: http://www.cawater-info.net/water_quality_in_ca/files/eu_659-78.pdf (in English)
4. COUNCIL DIRECTIVE 98/83/EC of 3 November 1998 on the quality of water intended for human consumption. Retrieved from: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:31998L0083&from=EN>. (in English)
5. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. Retrieved from: https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:5c835afb-2ec6-4577-bdf8-756d3d694eeb.0004.02/DOC_1&format=PDF (in English)
6. DIRECTIVE (EU) 2020/2184 of the European Parliament and of the Council of 16 December 2020 on the quality of water intended for human consumption. Retrieved from: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2020/2184/oj> (in English)
7. ETAT DES LIEUX ET ENJEUX SUR LE BASSIN DE LA VILAINE - REVISION DU SAGE VILAINE Decembre 2010. Recupere de:

- https://www.gesteau.fr/sites/default/files/Diagnostic_0.pdf (en Francais)
8. Schema d'Amenagement et de Gestion des Eaux de la Vilaine - Arrete prefectorale du 2 juillet 2015. Recupere de: https://www.eaux-et-vilaine.bzh/doc/SAGE/etat_des_lieux.pdf (en Francais)
 9. Etude monographique des fleuves et grandes rivieres de France - Decembre 2003. Recupere de: http://observatoire-poissons-migrateurs-bretagne.fr/images/pdf/Bassin-versant/descriptif_vilaine_iav.pdf (en Francais)
 10. RAPPORT D'ETUDE DES INVENTAIRES DE COURS D'EAU ET ZONES HUMIDES SUR LE BASSIN DE LA VILAINE AMONT : FICHES DESCRIPTIVES - CARTOGRAPHIE - RAPPORTS PAR COMMUNE - Agence de l'eau Loire-Bretagne, BUREAU D'ETUDES SIGBEA, BUREAU D'ETUDES RIVE, Syndicat du bassin versant de la Vilaine amont. Recupere de: <http://oaidoc.eau-loire-bretagne.fr/exl-php/oaidoc/CD246.pdf> (en Francais)
 11. SAGE Vilaine revise approuve en 2015 - Plan d'Amenagement et de Gestion Durable & Reglement. Recupere de: <sage-vilaine-revise-approuve-en-2015-plan-damenagement-et-de-gestion-durable-reglement> (en Francais)
 12. A DESTINATION DES ELUS DES COLLECTIVITES & DES MEMBRES DES CLE. Recupere de: https://www.appcb.fr/wp-content/uploads/2021/01/exe_guide-du-sage_appcb_vilaine_web.pdf (en Francais)
 13. Log-normal distribution. Retrieved from: https://en.wikipedia.org/wiki/Log-normal_distribution. (in English).
 14. Lognormal Distribution. Retrieved from: <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/lognormal-distribution#:~:text=A%20lognormal%20distribution%20is%20a,then%20has%20a%20lognormal%20distribution>. (in English).
 15. Le SAGE de 2015. Recupere de: [Synthese SAGE 2015-2020.pdf](Synthese_SAGE_2015-2020.pdf) (en Francais)

16. Arrête inter-prefectoral d'approbation du SAGE Recupere de: [arrete_interprefectoral_appro_sage.pdf](#) (en Francais)
17. Rapport du diagnostic du SAGE Vilaine Decision de validation du diagnostic. Recupere de: <https://www.morbihan.gouv.fr/index.php/contenu/telechargement/14952/104888/file/RAPPORT+SAGE+Vilaine+2014.pdf> (en Francais)
18. Rapport d'enquete "L'eau on en parle ?" / Mai 2023. Recupere de: [Rapport-denquete-Leau-on-en-parle-Revision-du-SAGE-Vilaine-mai-2023-VF.pdf](#) (en Francais)
19. Synthese des debats des ateliers geographiques (diagnostic). Recupere de: [colloque_25062015_restitution_debats+db.pdf](#) (en Francais)
20. Plaquette de l'Etat des lieux. Recupere de: [etat-des-lieux-2022-du-sage-vilaine](#) (en Francais)
21. Decision de validation de l'etat des lieux. Recupere de: [F31270](#) (en Francais)
22. Rapport d'Etat des lieux du SAGE Vilaine. Recupere de: [220340_Etat_des_lieux_validationCLE_vf.pdf](#) (en Francais)
23. Decision de mise en revision du SAGE. Recupere de: [D202203- Decision mise en revision du SAGE.pdf](#) (en Francais)
24. Guide du SAGE – Vilaine. Recupere de: https://www.appcb.fr/wp-content/uploads/2021/01/exe_guide-du-sage_appcb_vilaine_web.pdf (en Francais)
25. Livret du SAGE 2015. Recupere de: [Concertation prealable du public VF.pdf](#) (en Francais)

ДОДАТОКИ

Перелік публікацій за темою кваліфікаційної роботи магістра

1. Пейкова З.Р., кер. Юрасов С.М. Екологічний стан поверхневих вод Франції (на прикладі річки Вілейн). Матеріали X Міжнародної науково-практичної конференції «Modern problems of science, education and society», 4-6.12.2023 Київ, Україна. 2023. С.598-601. URL: <https://sci-conf.com.ua/wp-content/uploads/2023/12/MODERN-PROBLEMS-OF-SCIENCE-EDUCATION-AND-SOCIETY-4-6.12.2023.pdf>



Список муниципалитетів SAGE Vilaine

Code INSEE	Commune
22001	Allineuc
22009	Le Bodéo
22027	Le Cambout
22039	La Chèze
22043	Coëtlogon
22046	Le Mené
22047	Corlay
22060	Gausson
22062	Gomené
22068	Grâce-Uzel
22073	La Harmoye
22074	Le Haut-Corlay
22075	Hémonstoir
22079	Hénon
22083	Illifaut
22099	Lanfains
22114	Lanrelas
22122	Laurenan
22133	Loscouët-sur-Meu
22136	Loudéac
22147	Merdrignac
22148	Mérillac
22149	Merléac
22155	La Motte

Code INSEE	Commune
22158	Guerlédan
22183	Plémet
22184	Plémy
22203	Plœuc-L'Hermitage
22219	Plouguenast-Langast
22240	Plumaugat
22241	Plumieux
22255	La Prénessaye
22260	Le Quillio
22275	Saint-Barnabé
22276	Saint-Bihy
22277	Saint-Brandan
22279	Saint-Caradec
22281	Saint-Carreuc
22288	Saint-Étienne-du-Gué-de-l'Isle
22295	Saint-Gilles-Vieux-Marché
22300	Saint-Hervé
22309	Saint-Launeuc
22313	Saint-Martin-des-Prés
22314	Saint-Maudan
22316	Saint-Mayeux
22330	Saint-Thélo
22333	Saint-Vran

Code INSEE	Commune
22345	Trébry
22346	Trédaniel
22371	Trémoriel
22376	Trévé
22384	Uzel
35001	Acigné
35002	Amanlis
35003	Andouillé-Neuville
35005	Arbrissel
35006	Argentré-du-Plessis
35007	Aubigné
35008	Availles-sur-Seiche
35012	Bain-de-Bretagne
35013	Bains-sur-Oust
35014	Bais
35015	Balazé
35016	Baulon
35023	Bédée
35024	Betton
35026	Bléruais
35027	Boisgervilly
35028	Boistrudan
35030	La Bosse-de-Bretagne
35031	La Bouëxière

Code INSEE	Commune
35032	Bourgbarré
35033	Bourg-des-Comptes
35035	Bovel
35037	Bréal-sous-Montfort
35038	Bréal-sous-Vitré
35039	Brécé
35040	Breteil
35041	Brie
35042	Brielles
35045	Bruc-sur-Aff
35046	Les Brulais
35047	Bruz
35050	Cardroc
35051	Cesson-Sévigné
35052	Champeaux
35054	Chanteloup
35055	Chantepie
35057	La Chapelle-Bouëxic
35058	La Chapelle-Chaussée
35059	La Chapelle-des-Fougeretz
35060	La Chapelle du Lou du Lac
35061	La Chapelle-Erbrée
35064	La Chapelle-de-Brain
35065	La Chapelle-Thouarault
35066	Chartres-de-Bretagne
35067	Chasné-sur-Illet
35068	Châteaubourg
35069	Châteaugiron

Code INSEE	Commune
35072	Châtillon-en-Vendelais
35076	Chavagne
35077	Chelun
35079	Chevaigné
35080	Cintré
35081	Clayes
35082	Coësmes
35084	Comblessac
35085	Combourg
35086	Combourtillé
35087	Cornillé
35088	Corps-Nuds
35089	La Couyère
35090	Crevin
35091	Le Crouais
35094	Dingé
35096	Domagné
35097	Domalain
35098	La Dominelais
35099	Domloup
35101	Dourdain
35102	Drouges
35103	Eancé
35105	Erbrée
35106	Ercé-en-Lamée
35107	Ercé-près-Liffré
35108	Essé
35109	Étrelles

Code INSEE	Commune
35110	Feins
35114	Forges-la-Forêt
35117	Gaël
35118	Gahard
35119	Gennes-sur-Seiche
35120	Gévezé
35121	Gosné
35123	Goven
35124	Grand-Fougeray
35125	La Guerche-de-Bretagne
35126	Guichen
35127	Guignen
35128	Guipel
35130	Hédé-Bazouges
35131	L'Hermitage
35133	Iffendic
35134	Les Iffs
35135	Irodouër
35136	Janzé
35139	Laillé
35140	Lalleu
35141	Landavran
35144	Langan
35145	Langon
35146	Langouet
35148	Lanrigan
35149	Lassy
35151	Lieuron

Code INSEE	Commune
35152	Liffré
35154	Livré-sur-Changeon
35155	Lohéac
35160	Loutehel
35161	Louvigné-de-Bais
35163	Luitré-Dompierre
35164	Marcillé-Raoul
35165	Marcillé-Robert
35166	Marpiré
35167	Martigné-Ferchaud
35168	Val d'Anast
35169	Maxent
35170	Mecé
35171	Médréac
35173	Melesse
35175	Mernel
35176	Guipry-Messac
35177	La Mézière
35178	Mézières-sur-Couesnon
35180	Miniac-sous-Bécherel
35183	Mondevert
35184	Montauban-de-Bretagne
35185	Montautour
35187	Monterfil
35188	Montfort-sur-Meu
35189	Montgermont
35192	Montreuil-des-Landes
35193	Montreuil-le-Gast

Code INSEE	Commune
35194	Montreuil-sous-Pérouse
35195	Montreuil-sur-Ille
35196	Mordelles
35197	Mouazé
35198	Moulins
35199	Moussé
35200	Moutiers
35201	Muel
35202	La Noë-Blanche
35203	La Nouaye
35204	Nouvoitou
35206	Noyal-Châtillon-sur-Seiche
35207	Noyal-sur-Vilaine
35208	Orgères
35210	Pacé
35211	Paimpont
35212	Pancé
35214	Parcé
35216	Parthenay-de-Bretagne
35217	Le Pertre
35218	Le Petit-Fougeray
35219	Pipriac
35220	Piré-Chancé
35221	Pléchâtel
35223	Plélan-le-Grand
35227	Pleumeleuc
35229	Pocé-les-Bois
35231	Poligné

Code INSEE	Commune
35232	Princé
35234	Quédillac
35235	Rannée
35236	Redon
35237	Renac
35238	Rennes
35239	Retiers
35240	Le Rheu
35245	Romillé
35249	Sainte-Anne-sur-Vilaine
35250	Saint-Armel
35251	Saint-Aubin-d'Aubigné
35252	Saint-Aubin-des-Landes
35253	Saint-Aubin-du-Cormier
35260	Saint-Christophe-des-Bois
35262	Sainte-Colombe
35264	Saint-Didier
35266	Saint-Erblon
35268	Saint-Ganton
35272	Saint-Germain-du-Pinel
35274	Saint-Germain-sur-Ille
35275	Saint-Gilles
35276	Saint-Gondran
35277	Saint-Gonlay
35278	Saint-Grégoire
35281	Saint-Jacques-de-la-Lande
35282	Rives-du-Couesnon
35283	Saint-Jean-sur-Vilaine