

|                                                                                                                                                                                                               |                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| <h2 style="text-align: center;">Strategien zur Steuerung der Stickstoffdüngung im Hinblick auf das klimatische Risiko einer Frühjahrstrockenheit und den wirtschaftlichen Kontext der Düngemittelpreise.</h2> | Erscheinungsdatum : 25/02/2025                                                      |
|                                                                                                                                                                                                               | Autor: Thomas MUNSCH<br>Aus dem Französischen übersetzt von:<br>Johanna Bodendörfer |

### > 17 AzoCLIME 2024 SAND N°157834

#### →Kontext

Die Niederschläge während der Düngeperiode von Weizen werden immer unvorhersehbarer, und die Sorge, keine günstigen Bedingungen zu finden, veranlasst einige Landwirte dazu, weniger zu splitten und die Düngung stark vorzuverlegen. Die Auswirkungen dieser sicherheitsorientierten Strategien auf die Effizienz der Stickstoffnutzung sind weitgehend bekannt und haben uns in der Vergangenheit dazu veranlasst, eine stärkere und spätere Aufteilung zu empfehlen. Diese historischen Schlussfolgerungen wurden jedoch in Kontexten gezogen, in denen die Frühjahrsniederschläge nur wenig limitierend waren. Längere Trockenperioden im Frühjahr mit vereinzelt Regenfällen oder eine Konzentration der Niederschläge auf den Herbst scheinen jedoch ein zunehmend übliches Klima darzustellen.

Jüngste Studien, die die Herausforderungen bei der vollständigen Steuerung mit dem Tool CHN-conduite untersuchen, zeigen, dass ein gutes Management des Klimarisikos ein entscheidender Erfolgsfaktor für eine auf spätere Teilgaben basierende Strategie ist – und dass dieses Risikomanagement regelmäßig an seine Grenzen stößt. Die Wahl der Risikoschwelle ist somit ausschlaggebend für den Erfolg der Strategie, und das Tool CHN-conduite reagiert sehr sensibel darauf.

Vor dem Hintergrund des aktuellen Klimas und um sich besser und schneller an zukünftige Bedingungen anpassen zu können, erscheint es notwendig, unsere Referenzen hinsichtlich der Auswirkungen (i) vorgezogener Gaben und (ii) späterer Maßnahmen (unter guten sowie ungünstigen Bedingungen für die Nährstoffverwertung) zu aktualisieren. Ziel ist es, optimierte Risikoschwellen auf Parzellenebene festlegen zu können.

Darüber hinaus könnten die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen (volatile Preise für Dünger und Getreide) sowie gesetzliche Vorgaben (Green Deal) uns dazu veranlassen, die Stickstoffgaben auf bestimmten Weizenflächen zu reduzieren. Die Herausforderungen im Zusammenhang mit reduzierten Stickstoffgaben sind durch zahlreiche historische Versuche mit Ertragsreaktionskurven auf Stickstoff bekannt. Die getesteten Varianten beruhen jedoch fast ausschließlich auf einer Reduktion der Gabe zum Stadium „1 cm Ährchen“. Heute ist es notwendig, die Auswirkungen einer Reduktion der Düngemenge in verschiedenen phänologischen Stadien zu bewerten, um das/die Stadium/ien zu identifizieren, das/die am besten geeignet ist/sind, eine reduzierte Stickstoffgabe im jeweiligen bodenklimatischen Kontext zu verkraften.

\* (Tool von Arvalis zur dynamischen Modellierung des Stickstoffbedarfs von Weizen)

#### →Ziel

- Gewinnung von Daten zur Effizienz der Stickstoffnutzung unter verschiedenen Fraktionierungskontexten und unterschiedlicher Exposition gegenüber Klimarisiken.
- Verbesserung der Schätzung der Stickstoffaufnahme durch die Kultur mit CHN
- Vorschlag eines an die Parzelle angepassten Klimarisikomanagements im Tool zur integralen Steuerung der Stickstoffdüngung CHN-conduite

- Fortsetzung der Bewertung des CHN-conduite-Tools
- Verständnis der Wechselwirkungen zwischen phänologischem Stadium, das eine Dosisreduktion verträgt, und dem Bodenklima

#### → Beschreibung des Versuchsfeldes

- Nicht bewässert um den Einfluss des Klimas auf die Stickstoffverwertung nicht zu beeinflussen.
- Petite région : Plaine de l'III 67
- Boden: AL0036002 : Tiefgründiger toniger Lösslehm
- - Versuchsanordnung: Versuch in 4 Blöcken, verteilt auf dem Feld des Landwirts. Microparzelle 10m x 2m (20m²)
- Sorte : Diamanto
- Vorfrucht : Kartoffel
- Nmin-Gehalt zum Vegetationsbeginn: 156 Kg/ha

#### → Getestete Modalitäten

### Liste der Versuchsmodalitäten 17AZOCLIME 2024

| Modul                     | Modalität | Düngestrategie       | Stadium und Dosierungen der Stickstoffgabe |          |        |
|---------------------------|-----------|----------------------|--------------------------------------------|----------|--------|
|                           |           |                      | Z21                                        | Z30      | Z37-39 |
| Stickstoff-reaktionskurve | T01       | CRN (T0)             | 0                                          | 0        | 0      |
|                           | T02       | CRN (X-80)           | 40                                         | X-160    | 40     |
|                           | T03       | CRN (X-40)           | 40                                         | X-120    | 40     |
|                           | T04       | CRN (X)              | 40                                         | X-80     | 40     |
|                           | T05       | CRN (X+40)           | 40                                         | X-40     | 40     |
|                           | T06       | CRN (X+80)           | 40                                         | X        | 40     |
| Eco                       | T07       | X-40 Bestockung      | 0                                          | X-80     | 40     |
|                           | T08       | X-40 Qualität        | 40                                         | X-80     | 0      |
|                           | T09       | X-40 Veteilt         | 27                                         | X-93     | 27     |
| Clim                      | T10       | Sicher-Qualität      | (X-40)/2                                   | (X-40)/2 | 40     |
|                           | T11       | Sicher               | X/2                                        | X/2      | 0      |
|                           | T12       | Steuerung CHN Ernte  | Nach Empfehlungen des Tools CHN            |          |        |
|                           | T13       | Gabe bei jedem Regen | Gabe bei jedem Regen*                      |          |        |

\* Eine Stickstoffrücklage (MER) von 40 kg N/ha ist für die Qualitätsgabe (vorgesehen etwa zum Stadium Z39 bei Regenfällen) zurückzuhalten.

Die restliche Düngermenge (Gesamtdüngermenge (DT) – MER) wird in vier gleiche Teile aufgeteilt (DT-MER)/4(DT-MER)/4.

Die Ausbringung erfolgt, wenn in den nächsten sieben Tagen 20 mm Niederschlag zu erwarten sind (basierend auf Multi-Modell-Prognosen).

→Erfolgte Stickstoffgaben :

| Tableau des apports réalisés  |                 |               |                |                   |                      |                  |                             |
|-------------------------------|-----------------|---------------|----------------|-------------------|----------------------|------------------|-----------------------------|
| Essai 17Azoclisme, Sand, 2024 |                 |               |                |                   |                      |                  |                             |
| (Dose X calculée = 80)        |                 |               |                |                   |                      |                  |                             |
| Libellé de la modalité        | Numéro d'apport | Date d'apport | Stade d'apport | Dose N par apport | Dose totale apportée | Forme            | Dose prévue par rapport à X |
| T01_CRN(T0N)                  |                 |               |                |                   | 0                    |                  |                             |
| T02_CRN(X-80)                 | 1               | 28-févr.      | Z21            | 0                 | 0                    | AMMONITRATE 33.5 | 40                          |
|                               | 2               | 14-mars       | Z30            | 0                 |                      |                  | X-160                       |
|                               | 3               | 22-avr.       | Z37-39         | 0                 |                      |                  | 40                          |
| T03_CRN(X-40)                 | 1               | 28-févr.      | Z21            | 0                 | 40                   | AMMONITRATE 33.5 | 40                          |
|                               | 2               | 14-mars       | Z30            | 0                 |                      |                  | X-120                       |
|                               | 3               | 22-avr.       | Z37-39         | 40                |                      |                  | 40                          |
| T04_CRN(X)                    | 1               | 28-févr.      | Z21            | 0                 | 80                   | AMMONITRATE 33.5 | 40                          |
|                               | 2               | 14-mars       | Z30            | 40                |                      |                  | X-80                        |
|                               | 3               | 22-avr.       | Z37-39         | 40                |                      |                  | 40                          |
| T05_CRN(X+40)                 | 1               | 28-févr.      | Z21            | 0                 | 120                  | AMMONITRATE 33.5 | 40                          |
|                               | 2               | 14-mars       | Z30            | 80                |                      |                  | X-40                        |
|                               | 3               | 22-avr.       | Z37-39         | 40                |                      |                  | 40                          |
| T06_CRN(X+80)                 | 1               | 28-févr.      | Z21            | 0                 | 160                  | AMMONITRATE 33.5 | 40                          |
|                               | 2               | 14-mars       | Z30            | 120               |                      |                  | X                           |
|                               | 3               | 22-avr.       | Z37-39         | 40                |                      |                  | 40                          |
| T07_X-40 TALLAGE              | 1               | 28-févr.      | Z21            | 0                 | 40                   | AMMONITRATE 33.5 | 0                           |
|                               | 2               | 14-mars       | Z30            | 0                 |                      |                  | X-80                        |
|                               | 3               | 22-avr.       | Z37-39         | 40                |                      |                  | 40                          |
| T08_X-40 QUALITÉ              | 1               | 28-févr.      | Z21            | 40                | 40                   | AMMONITRATE 33.5 | 40                          |
|                               | 2               | 14-mars       | Z30            | 0                 |                      |                  | X-80                        |
|                               | 3               | 22-avr.       | Z37-39         | 0                 |                      |                  | 0                           |
| T09_X-40 RÉPARTIE             | 1               | 28-févr.      | Z21            | 27                | 80                   | AMMONITRATE 33.5 | 27                          |
|                               | 2               | 14-mars       | Z30            | 26                |                      |                  | X-90                        |
|                               | 3               | 22-avr.       | Z37-39         | 27                |                      |                  | 27                          |
| T10_SÉCURITAIRE - QUALITÉ     | 1               | 28-févr.      | Z21            | 20                | 80                   | AMMONITRATE 33.5 | 1/2(X-40)                   |
|                               | 2               | 14-mars       | Z30            | 20                |                      |                  | 1/2(X-40)                   |
|                               | 3               | 22-avr.       | Z37-39         | 40                |                      |                  | 40                          |
| T11_SÉCURITAIRE               | 1               | 28-févr.      | Z21            | 40                | 80                   | AMMONITRATE 33.5 | 1/2X                        |
|                               | 2               | 14-mars       | Z30            | 40                |                      |                  | 1/2X                        |
| T12_Pilotage CHN rendement    |                 |               |                |                   | 0                    |                  |                             |
| T13_APPORT À CHAQUE PLUIE     | 1               | 14-mars       | Z30            | 20                | 80                   | AMMONITRATE 33.5 | 1/2(X-40)                   |
|                               | 2               | 16-avr.       | Z33            | 20                |                      |                  | 1/2(X-40)                   |
|                               | 3               | 22-avr.       | Z39            | 40                |                      |                  | 40                          |

Da die berechnete Bilanzdüngermenge sehr gering ausfiel, mussten die Düngergaben an die Anforderungen des Versuchsprotokolls angepasst werden.

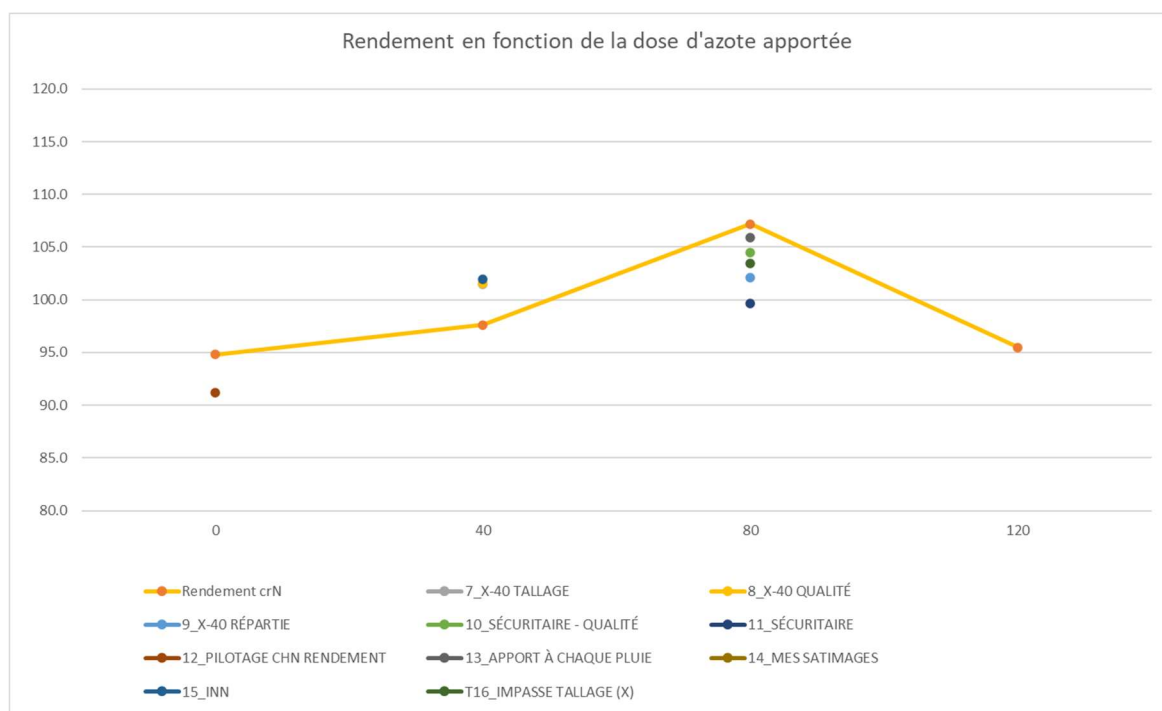
Eine Schwefeldüngung wurde auf die gesamte Versuchsfläche ausgebracht.

→Messungen :

|                                     | Art der Intervention                          | Anmerkung                                              | Vorgehensweise | Modalität                    |
|-------------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------------|----------------|------------------------------|
| <b>Herbst</b>                       | Bodenanalyse                                  | * Komplette für 1 Bodenhorizont<br>* Code AUREA : TACN |                | Eine Messung für den Versuch |
| <b>Winterende,<br/>(Bestockung)</b> | Messung von APM, ABM und Feuchtigkeit         | auf 0-20 oder 0-30 cm, codes APM001, ABM001 et HUM001  |                | Eine Messung für den Versuch |
|                                     | Mineralstickstoffprofil                       |                                                        | M.O. n°8       | Eine Messung pro Block       |
|                                     | Biomasse pro Flächeneinheit<br>N-Gehalt Dumas | vgl. Absatz 4                                          | M.O. 0185      | T12                          |
| <b>Schossen<br/>(Z32-Z39)</b>       | Biomasse pro Flächeneinheit<br>N-Gehalt Dumas | vgl. Absatz 4                                          | M.O. 0185      | T4 et T12                    |
|                                     | Ähre 1 cm-Stadium -<br>Ährenschieben          |                                                        | M.O. 0182      | Eine Messung für den Versuch |
| <b>Blüte<br/>(Z65)</b>              | Mineralstickstoffprofil                       | vgl. Absatz 4                                          | M.O. n°8       | T4 et T12                    |
|                                     | Biomasse pro Flächeneinheit<br>N-Gehalt Dumas | vgl. Absatz 4                                          | M.O. 0185      | T4 et T12                    |
|                                     | Ährendichte                                   |                                                        | M.O. 0184      | Alle Modalitäten             |
| <b>Ernte</b>                        | Mineralstickstoffprofil                       | vgl. Absatz 4                                          | M.O. n°8       | T1, T4 et T12                |
|                                     | %N Stroh                                      | vgl. Absatz 4                                          | M.O. 0185      | Alle Modalitäten             |
|                                     | %N Korn                                       | Eine Messung pro Mikroparzelle                         | M.O. 0185      |                              |
|                                     | Verhältnis G/P                                | vgl. Absatz 4                                          | M.O. 0185      |                              |
|                                     | TKG                                           | Eine Messung pro Mikroparzelle                         | M.O. 0189      |                              |
|                                     | Maschinenernte                                | Eine Messung pro Mikroparzelle                         |                |                              |
|                                     | Proteingehalt %                               | Eine Messung pro Mikroparzelle                         |                |                              |

Alle Ergebnisse und Messungen sind in der Versuchsakte Nr. 157834 verfügbar.

| Modalité                   | Rendement à 15% | Groupes homogènes | H2O du grain à la récolte | Densité d'épis | Rapport grains paille | PMG 15 % | Poids spécifique | Teneur en protéines (%) |
|----------------------------|-----------------|-------------------|---------------------------|----------------|-----------------------|----------|------------------|-------------------------|
| T04_CRN(X)                 | 107.2           | a...              | 17.3                      | 524.5          | 0.94                  | 48.4     | 71.7             | 12.3                    |
| T13_APPORT À CHAQUE PLUIE  | 105.9           | ab..              | 17.4                      | 549.4          | 0.92                  | 47.8     | 71.3             | 12.3                    |
| T10_SÉCURITAIRE - QUALITÉ  | 104.5           | abc.              | 17.2                      | 554.7          | 0.86                  | 47.0     | 71.8             | 12.2                    |
| T09_X-40 RÉPARTIE          | 102.1           | abcd              | 17.2                      | 649.3          | 0.91                  | 46.9     | 71.4             | 12.2                    |
| T08_X-40 QUALITÉ           | 101.6           | abcd              | 17.7                      | 540.9          | 0.84                  | 49.4     | 71.1             | 11.7                    |
| T07_X-40 TALLAGE           | 101.5           | abcd              | 17.7                      | 543.1          | 0.94                  | 49.0     | 71.8             | 12.4                    |
| T11_SÉCURITAIRE            | 99.7            | abcd              | 17.7                      | 594.5          | 0.87                  | 46.8     | 70.7             | 12.2                    |
| T03_CRN(X-40)              | 97.6            | abcd              | 17.5                      | 522.3          | 0.94                  | 49.7     | 71.7             | 12.2                    |
| T05_CRN(X+40)              | 96.5            | abcd              | 17.6                      | 563.4          | 0.89                  | 44.1     | 70.4             | 12.4                    |
| T01_CRN(TON)               | 94.8            | .bcd              | 17.4                      | 519.6          | 0.86                  | 50.2     | 71.5             | 11.8                    |
| T06_CRN(X+80)              | 93.0            | ..cd              | 17.7                      | 314.0          | 0.88                  | 42.6     | 69.6             | 12.6                    |
| T02_CRN(X-80)              | 92.7            | ..cd              | 17.4                      | 532.6          | 0.84                  | 50.3     | 71.2             | 11.9                    |
| T12_Pilotage CHN rendement | 91.2            | ...d              | 17.4                      | 519.9          | 0.84                  | 51.1     | 71.3             | 12.0                    |
| Etr                        | 4.92            |                   |                           |                |                       |          |                  |                         |
| Min                        | 91.2            |                   | 17.2                      | 314.0          | 0.84                  | 42.6     | 69.6             | 11.7                    |
| Max                        | 107.2           |                   | 17.7                      | 649.3          | 0.94                  | 51.1     | 71.8             | 12.6                    |
| Moyenne                    | 99.1            |                   | 17.5                      | 537.6          | 0.89                  | 48.3     | 71.2             | 12.1                    |



Der Ertrag ist bei der Bilanzdosis (80U) am höchsten. Die im Vorfeld berechnete Dosis X war also richtig.

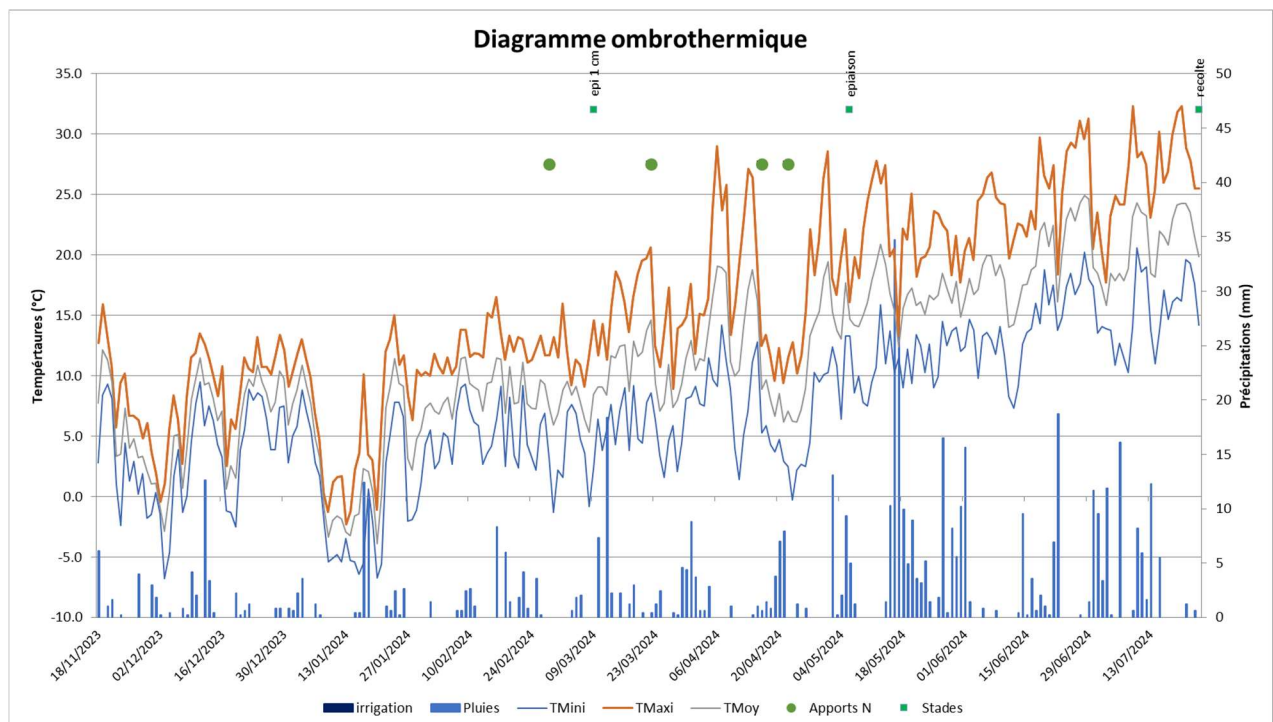
## → Gültigkeit des Versuchs

- Begrenzende Faktoren: Es gibt keinen biotischen oder abiotischen begrenzenden Faktor.

Aussagekraft des Versuchs: Da der Reststickstoff (N<sub>min</sub>) am Ende des Winters sehr hoch war, fiel die berechnete Düngermenge X mit 80 kg/ha gering aus. Die Stickstoffgaben mussten daher an diesen Kontext angepasst werden.

Der untere Bereich der Ertragskurve (X-80) entspricht der unbehandelten Kontrolle (ohne Düngung). Bei der Variante mit Berücksichtigung von Niederschlägen wurde die nach der Rückstellung verbliebene Düngermenge in lediglich zwei Gaben zu je 20 kg/ha aufgeteilt. Die Düngergaben wurden dank der regelmäßigen Niederschläge während der gesamten Vegetationsperiode sehr gut verwertet. Die Erträge waren sehr gut, trotz eines starken Vorkommens von Ackerwinde gegen Ende des Zyklus, das jedoch die Ernte des Versuchs nicht beeinträchtigte.

- Wettergrafik :



## → - Ausblick/Entwicklung

Der Versuch wird 2025 im selben Gebiet fortgesetzt, wobei darauf geachtet wird, eine Parzelle mit geringeren N-Rückständen zu wählen, um die geplanten Düngungsstrategien anwenden zu können.