

# CASE STUDY

## NVH testing con PULSE alla Massey Ferguson

Francia  
Automotive  
PULSE, Software, Transducers

*Massey Ferguson è una divisione di AGCO Corporation uno dei maggiori costruttori e distributori di macchine agricole al mondo. I trattori Massey Ferguson rappresentano il marchio più famoso e l'azienda è leader nelle vendite di trattori fin dal 1962. I prodotti Massey Ferguson sono venduti in 140 Nazioni e sono prodotti direttamente o su licenza in 18 paesi.*

*Lo stabilimento di Massey Ferguson di Beauvais in Francia produce 18000 trattori all'anno e il sistema PULSE è impiegato per limitare i livelli di rumore e di vibrazioni durante lo sviluppo dei nuovi modelli.*



---

## Un nuovo record mondiale

---

Nel marzo 2002 a Biscarosse in Francia il trattore modello 8280 della Massey Ferguson, dotato di un motore da 390 HP, ha stabilito il nuovo record mondiale: in 24 ore un unico conduttore ha arato 251 ettari superando, con un margine sostanziale, il precedente primato mondiale di 209 ettari.

---

## Storia

---

Il nome Massey Ferguson è stato istituito nel 1958 come riduzione di Massey-Harris-Ferguson Ltd. L'azienda si è costituita nel 1953 dalla fusione dell'americana Massey Harys con l'inglese Harris Ferguson Ltd. Questa fusione ha assicurato l'attenzione mondiale al sistema rivoluzionario di trasferimento di peso con il dispositivo di presa con il suolo che ha reso possibile ai trattori piccoli e leggeri di raggiungere le prestazioni di trattori con dimensioni doppie.

Oggi giorno la Massey Ferguson è membro dell'AGCO Corporation americana ma come marchio è uno tra i principali nomi nel mondo delle macchine agricole. I prodotti della Massey Ferguson sono venduti in più di 140 nazioni e sono realizzati in proprio o su licenza in 18 paesi. Nello stabilimento di Coventry in Inghilterra dal 1946 sono stati prodotti più di tre milioni di trattori.

---

## Stabilimento di Beavais in Francia

---

La Massey Ferguson occupa circa 1500 persone nel suo stabilimento di Beavais che si trova a 80 km da Parigi. Lo stabilimento produce 18000 trattori all'anno.

La Massey Ferguson produce un'ampia gamma di trattori da 40 HP fino a 270 HP ed alcuni modelli sono realizzati sia a due che a quattro ruote motrici. Lo stabilimento di Beavais è specializzato nella produzione della versione a quattro ruote motrici dei modelli 6200 e 8200. Con il continuo aumento dell'area media di pertinenza a ciascuna fattoria in Europa questi due modelli sono particolarmente richiesti.

---

## Ricerca e Sviluppo

---

La Massey Ferguson investe cifre importanti sia nei programmi di ricerca e sviluppo sia nelle tecnologie di produzione più moderne. Il principio fondamentale è l'affidabilità di funzionamento: maggiore lavoro con maggiore efficienza portano all'incremento di profitto della fattoria.

### Testing

**Fig. 1**  
*Sébastien Cauët è il responsabile per le prove acustiche e vibrazionali a Beavais*



Nello stabilimento di Beavais 15 persone lavorano nel reparto prove. Oltre alle prove sui trattori Massey Ferguson si conducono anche quelle di trattori di altri marchi del gruppo AGCO. L'ing. Sébastien Cauët è il responsabile per le prove di rumore e di vibrazioni da quattro anni; prima dell'odierno incarico ha studiato rumore e vibrazioni per tre anni al CETIM ed ingegneria meccanica all'INSA di Lione.

L'ing. Sébastien ci dice: "Il mio lavoro è molto stimolante e motivante. Impieghiamo estensivamente la NVH (Noise and Vibration Harshness – Severità del Rumore e delle Vibrazioni) per lo sviluppo dei nuovi modelli di trattore. Oggi giorno i trattori hanno pochi problemi meccanici e sono molto affidabili. Sono molto sofisticati e circa il 95% dispone di un climatizzatore; molti hanno anche un sistema GPS".

"Come per le autovetture anche i nostri utilizzatori sono particolarmente sensibili al comfort di guida e in questo ambito il rumore e le vibrazioni sono i fattori predominanti risultando elementi chiave per la vendita e di differenziazione del prodotto. In ogni caso dobbiamo assicurare il rispetto dei limiti normativi di

esposizione a rumore all'interno della cabina".

La Massey Ferguson dispone di una propria pista di prova per il test di resistenza e le strade circostanti Beavais sono ideali per le prove NVH.

L'ing. Sébastian continua: "Effettuiamo prove di rumore e vibrazioni anche sui componenti acquistati dai nostri fornitori quali: riduttori, motori, trasmissioni, pompe, ecc.. Tutti questi componenti incrementano il rumore e le vibrazioni del nostro trattore per cui è importante assicurarci che la singola unità soddisfi le apposite specifiche tecniche predisposte".

---

## PULSE

---

La Massey Ferguson ha acquistato un sistema PULSE a 6 canali alcuni anni orsono. Il sistema è completo dei seguenti pacchetti operativi:

- Analisi degli Ordini
- Time capture
- Analisi Modale
- Identificazione delle Sorgenti Sonore

**Fig. 2**  
*L'analizzatore PULSE e il PC sono posizionati all'interno della cabina del trattore per la valutazione del rumore e delle vibrazioni*

L'ing. Sébastian ci spiega: "Ho usato PULSE per la prima volta durante gli studi di acustica presso il CETIM e penso che fosse il primo PULSE venduto in Francia. Abbiamo scelto PULSE per la sua capacità di multianalisi, per la facilità d'impiego, per la potenza e per la semplicità di aggiornamento ed implementazione che è indispensabile nella ricerca e sviluppo. Molti dei nostri trasduttori sono della Brüel & Kjær."

- Il campo di frequenza di nostro interesse è compreso tra 20 Hz e 6,4 kHz ed impieghiamo diversi tipi di analisi:
  - FFT
  - CPB
  - Banda Larga
  - Analisi degli Ordini
  - Tempo rispetto a Frequenza



**Fig. 3**  
*L'accelerometro triassiale da seduta impiegato per la misura delle vibrazioni del corpo intero*

Oltre alle prove NVH necessarie per lo sviluppo dei nuovi prodotti PULSE è impiegato per usi generali in laboratorio e all'interno della cabina dei trattori sia presso il nostro stabilimento che presso la sede dei nostri clienti.

L'ing. Sébastian conferma: "PULSE è portatile: possiamo, perciò, inserirlo all'interno della cabina del trattore e usarlo per valutare in campo le prestazioni dei trattori della nostra concorrenza".



---

## Livelli sonori

---

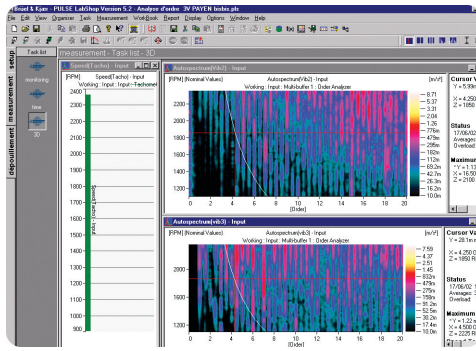
### Rumore in cabina

Secondo la Direttiva 77/311/CE annex II il livello di rumore massimo permesso in cabina misurato sull'orecchio del conducente è di 86 dBA. PULSE con un microfono impiegato per questa verifica. L'ing. Sébastian ci spiega: "Naturalmente dobbiamo garantire che i nostri trattori rispettino questa specifica ma il nostro obiettivo è di raggiungere livelli molto inferiori attorno ai 70 ÷ 71 dBA. In futuro useremo il manichino binaurale per meglio verificare la situazione".

### Rumore di Pass-by

Il massimo livello di rumore pass-by imposto dalla Direttiva 74/151/CE annex VI è di 89 dBA.

**Fig. 4**  
*Analisi degli Ordini: un grafico tipico di PULSE che visualizza due canali*



Il segnale tachimetrico, a cui corrispondono gli rpm del motore, e gli altri parametri di misura sono trasmessi con un sistema wireless all'analizzatore PULSE direttamente nel corso della prova.

L'ing. Sébastien continua: "Oltre al calcolo del livello sonoro di pass-by realizziamo nel corso della stessa misura un grafico waterfall che ci mostra la firma acustica del trattore".

"Attualmente la Direttiva 2014/CE relativa alla potenza sonora non si applica ai trattori agricoli ma lo sarà in futuro. Ci aspettiamo, comunque, che i livelli massimi sonori in cabina e di pass-by saranno costantemente ridotti col trascorrere del tempo".

### Misure di Intensità Sonora

Il software PULSE per l'identificazione delle sorgenti sonore unitamente alla sonda intensimetrica e alla sorgente omnidirezionale sono impiegati per le misure intensimetriche. Dai risultati di misura sono estratte mappe acustiche in grado di evidenziare le zone a scarso isolamento sonoro.

**Fig. 5**  
*Massey Ferguson impiega la tecnica intensimetrica per sviluppare soluzioni reali di abbattimento del rumore*



L'ing. Sébastien ci spiega: "Usiamo estensivamente le misure intensimetriche per sviluppare tecniche di riduzione sonora efficienti ed economiche sia nel corso della ricerca e sviluppo dei nuovi modelli sia per migliorare i modelli di produzione corrente. I dati ci aiutano a progettare specifici interventi e a scegliere i materiali più idonei e la loro collocazione per ottenere la riduzione di esposizione sonora in cabina. Possiamo provare grandi strutture avendo progettato e costruito la nostra specifica matrice di punti".

### Vibrazioni del corpo umano

Un'ulteriore area di interesse per la Massey Ferguson è l'analisi delle vibrazioni del corpo umano. La normativa vigente impone un limite massimo di esposizioni vibrazioni di  $1,15 \text{ m/s}^2$  per una giornata lavorativa di 8 ore.

**Fig. 6**  
*Sébastien non prova solo trattori ma li guida anche. Nella foto guida il nuovo trattore per le prove NVH*

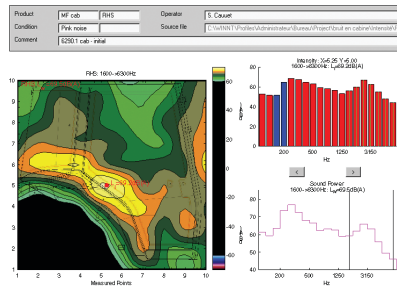
L'ing. Sébastien ci spiega: "Effettuiamo la prova di vibrazioni del corpo intero mediante l'apposito accelerometro triassiale collegato al PULSE in conformità coi requisiti della norma ISO 2631-1. Vicino a Parigi esiste un percorso di prova normalizzato e approvato dall'ISO per queste specifiche misure. Il conducente deve essere esperto e deve prestare attenzione solo alla guida. L'analizzatore PULSE non richiede l'intervento del conducente ed è in grado di registrare le misure per la successiva elaborazione in laboratorio".



"È nostra volontà precorrere sempre la normativa e i nostri concorrenti. Raggiungere un basso livello di esposizione alle vibrazioni nei nostri trattori sarà un ulteriore vantaggio per la vendita. I dati che raccogliamo sui nostri trattori e su quelli della concorrenza ci aiutano ad ottimizzare le varie componenti quali, ad esempio, il sistema di sospensioni anteriore e la sospensione del sedile affinché l'esperienza di guida di lungo periodo del conducente sia più soddisfacente e meno faticosa".

## Gestione dei dati e rapporto di misura

**Fig. 7**  
Una tipica misura di identificazione delle sorgenti sonore



PULSE è installato nel normale ambiente operativo Windows® e i dati di misura sono memorizzati all'interno dell'hard disk del personal computer. L'analisi e l'elaborazione dei dati sono fatte dall'ing. Sèbastian e dai suoi collaborati in laboratorio. Ci spiega: "Frequentemente abbiamo la necessità di confrontare i nuovi dati con quelli vecchi e questa operazione è facilitata dalla estrema flessibilità di PULSE; la possibilità di esportare facilmente i dati in Microsoft® Word e Excel ci semplifica la stesura dei rapporti di misura".

## Qualità Sonora

L'ing. Sèbastian commenta: "Intendiamo espandere le nostre capacità di prove NVH ed il software per l'analisi della Qualità Sonora di Brüel & Kjær sarà il nostro prossimo traguardo. Pensiamo sarà necessario ottenere delle misure oggettive ovvero di misurare e definire i fattori che contribuiscono all'emissione sonora globale. Naturalmente il rumore all'interno di una cabina non potrà completamente essere eliminato; la valutazione della qualità sonora ci consentirà di ottenere delle misure oggettive affidabili mettendoci in grado, modificando opportunamente le varie metriche e giocando con il test della giuria, di avere delle opinioni soggettive. L'analisi della metrica ci consentirà di prevedere le preferenze della giuria e di ottimizzare la qualità sonora dei nostri trattori".